

С. А. ВАСИН А.Ю. ТАЛАЩУК В. Г. БАНДОРИН Ю. А. ГРАБОВЕНКО  
Л.А. МОРОЗОВА В.А. РЕДЬКО

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Серия «Дизайн»

В  
для вузов



МАШИНОСТРОЕНИЕ - 1

*Рецензенты:* д-р техн.наук, проф.В.Е.Романов (ректор Государственного университета технологии дизайна,Санкт-Петербург);  
д-р иск.наук,проф.Ю.В.Назаров  
(председатель Союза дизайнеров России)

**Проектирование и моделирование промышленных изделий:** Учеб. для вузов / С.А.Васин, А.Ю.Талашук, В.Г.Бандорин, Ю.А.Грабовенко, Л.А.Морозова, В.А.Редько; Под ред. С.А.Васина, А.Ю.Талашука. - М.: Машиностроение-1,2004 - 692 с,ил.

ISBN 5-94275-127-7 ,  
ISBN 5-7679-0592-4

Освещаются становление, история, теоретические основы, методология и проблематика промышленного дизайна. Излагаются современные представления о процессе проектирования промышленного изделия или комплекса как о системе взаимосвязанных работ по разработке компоновочных и эргономических схем, анализа и правильного выбора материалов и технологий, конструкторской и эстетической проработки, учета требований психологии и социологии. Учебник содержит обширные сведения по цветоведению, композиции, эргономике, конструированию, пластическому моделированию, макетированию, материаловедению, рекомендации по проведению патентного поиска,призванные помочь студенту при проектировании промышленного изделия или комплекса.

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 052400 «Дизайн» (промышленный дизайн),а также практикующих дизайнеров.

ISBN 5-94275-127-7  
ISBN 5-7679-0592-4

© С.А. Васин,А. Ю.Талашук, В. Г. Бандорин,  
Ю.А. Грабовенко,Л. А. Морозова, В. А. Редько, 2004  
© Машиностроение-1, 2004  
© Издательство ТулГУ, 2004

# Оглавление

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Предисловие</b>                                                     | 9  |
| <b>Введение</b>                                                        | 13 |
| <b>Глава 1. Дизайн в системе проектирования промышленной продукции</b> | 17 |
| 1.1. Понятие промышленного дизайна                                     | 19 |
| 1.2. Краткая история отечественного дизайна                            | 26 |
| Список использованной и рекомендуемой литературы                       | 40 |
| <b>Глава 2. Формообразование промышленных изделий</b>                  | 41 |
| 2.1. Функция и форма                                                   | 43 |
| 2.2. Материал, конструкция, технология и форма                         | 50 |
| 2.3. Анализ промышленных изделий                                       | 57 |
| 2.4. Пример художественно-конструкторского анализа                     | 67 |
| Список использованной и рекомендуемой литературы                       | 76 |
| <b>Глава 3. Основы композиции в промышленном дизайне</b>               | 77 |
| 3.1. Категории композиции                                              | 79 |
| 3.1.1. Характер объемно-пространственной структуры                     | 79 |
| 3.1.2. Тектоника промышленных форм                                     | 81 |
| 3.2. Свойство и качество композиции                                    | 88 |

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.1. Единство формы и содержания. Образность                                                                    | 88  |
| 3.2.2. Целостность, композиционное единство                                                                       | 94  |
| 3.2.3. Симметрия и асимметрия                                                                                     | 108 |
| <b>3.2.4. Статичность и динамичность</b>                                                                          | 110 |
| 3.3. Средства композиции                                                                                          | 111 |
| 3.3.1. Метро - ритмическое соотношение                                                                            | 112 |
| 3.3.2. Модульная система                                                                                          | 117 |
| 3.3.3. Пропорции и пропорционирование                                                                             | 118 |
| 3.3.4. Масштаб и масштабность                                                                                     | 124 |
| 3.3.5. Контраст, нюанс и тождество                                                                                | 128 |
| 3.3.6. Тени и пластика                                                                                            | 130 |
| 3.3.7. Цвет                                                                                                       | 132 |
| 3.4. Соответствие окружающей среде                                                                                | 133 |
| 3.4.1. Влияние окружающей среды и конкретных условий на общий характер объемно-пространственного решения предмета | 134 |
| <b>3.4.2. Влияние окружающей среды и конкретных условий на размеры предмета и масштаб его детализации</b>         | 137 |
| 3.4.3. Влияние окружающей среды и конкретных условий на выбор материала, отделку и характер обработки поверхности | 139 |
| <b>3.4.4. Влияние окружающей среды и конкретных условий на цветовое решение предмета</b>                          | 140 |
| 3.4.5. Влияние окружающей среды на образный характер предмета                                                     | 144 |
| <b>3.4.6. Влияние окружающей среды на стилевой характер предмета</b>                                              | 144 |
| 3.5. Примеры графических формальных упражнений                                                                    | 148 |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| Список использованной<br>и рекомендуемой литературы | 158 |
|-----------------------------------------------------|-----|

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 4. Цветоведение и колористика</b>                                             | 159 |
| 4.1. Характеристика цвета                                                              | 162 |
| 4.2. Источники света                                                                   | 175 |
| 4.3. Особенности зрительного восприятия<br>и психологическое воздействие цвета и света | 177 |
| 4.4. Примеры цветовой гармонизации                                                     | 181 |
| 4.5. Основные принципы применения цвета<br>в дизайн-проектировании                     | 183 |
| Список использованной<br>и рекомендуемой литературы                                    | 188 |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 5. Конструирование<br/>в промышленном дизайне</b>         | 189 |
| 5.1. Конструирование, как этап разработки<br>промышленного изделия | 192 |
| 5.1.1. Типология конструкций<br>промышленных изделий               | 193 |
| 5.1.2. Базовые принципы конструирования                            | 194 |
| 5.1.3. Методы конструирования                                      | 201 |
| 5.1.4. Рациональные приемы конструирования                         | 206 |
| 5.2. Оболочковые конструкции                                       | 210 |
| 5.2.1. Общие сведения                                              | 210 |
| 5.2.2. Жесткость тонкостенных конструкций                          | 213 |
| 5.2.3. Пространственные конструкции<br>покрытий и перекрытий       | 225 |
| 5.3. Расчетные методы решения задач<br>конструирования             | 229 |
| 5.3.1. Общие сведения                                              | 230 |
| 5.3.2. Выбор расчетной схемы                                       | 231 |
| 5.3.3. Анализ расчетной схемы                                      | 237 |
| 5.3.4. Расчеты на прочность                                        | 238 |
| 5.4. Основные сведения о машинах и механизмах                      | 257 |
| 5.4.1. Механизмы, преобразующие движение                           | 261 |
| 5.4.2. Передача вращательного движения                             | 266 |
| 5.5. Основные сведения о деталях машин                             | 268 |
| 5.5.1. Соединения деталей машин                                    | 269 |
| 5.5.2. Детали передачи вращательного движения                      | 276 |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 5.5.3. Упругие элементы                             | 278 |
| Список использованной<br>и рекомендуемой литературы | 280 |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 6. Материаловедение<br/>в промышленном дизайне</b>                      | 281 |
| 6.1. Свойства материалов                                                         | 283 |
| 6.1.1. Физические свойства                                                       | 284 |
| 6.1.2. Механические свойства                                                     | 285 |
| 6.1.3. Свойства веществ и материалов<br>в основных физико-химических процессах   | 286 |
| 6.1.4. Технологические свойства материалов                                       | 289 |
| 6.1.5. Потребительские свойства материалов                                       | 291 |
| 6.2. Конструкционные<br>и отделочно-декоративные материалы                       | 295 |
| 6.2.1. Общие сведения о металлах и сплавах                                       | 295 |
| 6.2.2. Полимерно-пластические материалы                                          | 297 |
| 6.2.3. Бумажные материалы                                                        | 304 |
| 6.2.4. Декоративные свойства древесины                                           | 306 |
| 6.3. Лакокрасочные пластмассовые<br>органические покрытия                        | 311 |
| 6.4. Гальванические и стеклоэмалевые покрытия                                    | 317 |
| 6.5. Механическая обработка,<br>способы отделки материалов                       | 325 |
| 6.6. Понятие технологичности. Общие правила<br>технологического формообразования | 330 |
| Список использованной<br>и рекомендуемой литературы                              | 332 |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 7. Эргономика</b>                                         | 333 |
| 7.1. Понятие эргономики                                            | 335 |
| 7.2. Факторы, определяющие<br>эргономические требования            | 337 |
| 7.3. Антропометрические факторы<br>в дизайн - проектировании       | 338 |
| 7.4. Рекомендации по эргономическому<br>обеспечению проектирования | 342 |
| 7.4.1. Проектирование рабочего пространства<br>и рабочего места    | 342 |
| 7.4.2. Рабочий инструмент                                          | 346 |



|                                                                                    |     |                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.4.3. Проектирование интерфейса                                                   | 349 | 9.4.2. Стадия художественно-конструкторского предложения           | 419 |
| 7.4.4. Проектирование рабочей (производственной) среды                             | 359 | 9.4.3. Стадия художественно-конструкторского проекта               | 427 |
| 7.5. Методы эргономических исследований                                            | 362 | 9.4.4. Стадия реализации художественно-конструкторской разработки  | 433 |
| 7.6. Стандартизация в эргономике                                                   | 366 | 9.5. Особенности учебного проектирования                           | 435 |
| Приложение                                                                         | 369 | 9.6. Основные типы проектных задач                                 | 447 |
| Список использованной и рекомендуемой литературы                                   | 372 | Список использованной и рекомендуемой литературы                   | 481 |
| <b>Глава 8. Средства визуальной коммуникации и алфавиты в промышленном дизайне</b> | 375 | <b>Глава 10. Проектная графика</b>                                 | 483 |
| 8.1. Промышленная графика в среде коммуникативного дизайна                         | 375 | 10.1. Типология проектной графики                                  | 487 |
| 8.2. Модель цветографического языка                                                | 377 | 10.2. Проектно-графическая техника                                 | 503 |
| 8.2.1. Исходные цветографические сообщения                                         | 377 | 10.3. Компонировка чертежей                                        | 506 |
| 8.2.2. Алфавиты                                                                    | 378 | Список использованной и рекомендуемой литературы                   | 512 |
| 8.2.3. Объекты-носители                                                            | 385 | <b>Глава 11. Макетирование в промышленном дизайне</b>              | 513 |
| 8.2.4. Весомость цветографических сообщений                                        | 386 | 11.1. Функции макетов                                              | 517 |
| 8.3. Другие средства визуальной коммуникации                                       | 388 | 11.2. Типология                                                    | 522 |
| 8.2.1. Реклама                                                                     | 388 | 11.3. Материалы и инструмент, необходимый для работы с ними        | 530 |
| 8.3.2. Плакат                                                                      | 391 | 11.4. Техника макетирования                                        | 539 |
| 8.3.3. Упаковка                                                                    | 395 | 11.5. Фотосъемка макетов                                           | 549 |
| Список использованной и рекомендуемой литературы                                   | 396 | Список использованной и рекомендуемой литературы                   | 554 |
| <b>Глава 9. Проектирование и моделирование в промышленном дизайне</b>              | 397 | <b>Глава 12. Компьютерное обеспечение дизайн - проектирования</b>  | 555 |
| 9.1. Моделирование в дизайне                                                       | 400 | 12.1. Введение в компьютерную графику                              | 557 |
| 9.1.1. Базовые принципы проектного моделирования                                   | 400 | 12.2. Цветовое пространство                                        | 559 |
| 9.1.2. Типология моделей                                                           | 402 | 12.3. Основы растровой графики                                     | 562 |
| 9.1.3. Наглядность моделирования                                                   | 403 | 12.3.1. Общие сведения                                             | 562 |
| 9.1.4. Образный подход к дизайн-моделированию                                      | 404 | 12.3.2. Источники получения и средства работы с растровой графикой | 566 |
| 9.1.5. Функции проектных моделей                                                   | 404 | 12.3.3. Достоинства и недостатки растровой графики                 | 568 |
| 9.1.6. Критерии выбора                                                             | 404 | 12.4. Основы векторной графики                                     | 569 |
| 9.2. Проектная стратегия                                                           | 405 |                                                                    |     |
| 9.3. Дизайн и системный подход                                                     | 410 |                                                                    |     |
| 9.4. Процесс дизайн-проектирования                                                 | 412 |                                                                    |     |
| 9.4.1. Подготовительная стадия                                                     | 412 |                                                                    |     |

|                                                                                          |     |                                                                                 |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12.4.1. Общие сведения                                                                   | 569 | 13.1.5. Ответственность за нарушение<br>обязательных требований стандартов      | 620 |
| 12.4.2. Средства создания векторных изображений                                          | 571 | 13.1.6. Маркировка продукции знаком<br>соответствия государственным стандартам  | 621 |
| 12.4.3. Достоинства и недостатки<br>векторной графики                                    | 572 | 13.2. Основы сертификации                                                       | 623 |
| 12.5. Форматы графических изображений                                                    | 573 | 13.2.1. Основные термины и понятия                                              | 623 |
| 12.5.1. Общие сведения                                                                   | 573 | 13.2.2. Обязательная и добровольная сертификация                                | 627 |
| 12.5.2. Алгоритмы сжатия графической<br>информации                                       | 574 | 13.2.3. Правовые основы сертификации в РФ                                       | 628 |
| 12.5.3. Растровые форматы                                                                | 576 | 13.2.4. Организационно -методические<br>принципы сертификации РФ                | 631 |
| 12.5.4. Универсальные и векторные<br>графические форматы                                 | 577 | 13.2.5. Знак соответствия                                                       | 632 |
| 12.6. Взаимные преобразования растровой<br>и векторной графики                           | 578 | 13.2.6. Российская система сертификации                                         | 636 |
| 12.7. Основы трехмерной графики                                                          | 581 | Список использованной<br>и рекомендуемой литературы                             | 642 |
| 12.7.1. Общие сведения                                                                   | 581 | <b>Глава 14. Дизайн как объект<br/>промышленной собственности</b>               | 643 |
| 12.7.2. Рабочие пространства                                                             | 582 | 14.1. Патентный поиск                                                           | 646 |
| 12.7.3. Моделирование объектов                                                           | 583 | 14.1.1. Особенности патентной документации<br>разных стран                      | 648 |
| 12.7.4. Материалы и карты                                                                | 588 | 14.2. Условия охраноспособности<br>промышленного образца                        | 650 |
| 12.7.5. Анимация                                                                         | 590 | 14.3. Объекты, не признаваемые<br>патентоспособными образцами                   | 658 |
| 12.7.6. Визуализация                                                                     | 591 | 14.4. Основные требования к заявке<br>на выдачу патента на промышленный образец | 659 |
| 12.8. Пример разработки нового изделия<br>с использованием средств автоматизации дизайна | 593 | 14.5. Рассмотрение заявки на выдачу<br>патента на промышленный образец          | 666 |
| 12.8.1. Система программного обеспечения<br>Alias Wavefront                              | 593 | 14.6. Регистрация патента и публикация<br>сведений о его выдаче                 | 668 |
| 12.8.2. Профессиональные графические планшеты<br>для проектирования                      | 595 | 14.7. Защита прав авторов и заявителей<br>на промышленный образец               | 668 |
| 12.8.3. Этапы разработки промышленного изделия                                           | 596 | Список использованной<br>и рекомендуемой литературы                             | 670 |
| 12.9. Дизайн - проекты, выполненные<br>с использованием САПР                             | 603 | <b>Основные термины дизайна</b>                                                 | 671 |
| Список использованной<br>и рекомендуемой литературы                                      | 606 | <b>Предметный указатель</b>                                                     | 687 |
| <b>Глава 13. Стандарт и качество продукции</b>                                           | 607 |                                                                                 |     |
| 13.1. Стандарт и эстетика                                                                | 609 |                                                                                 |     |
| 13.1.1. Стандарт и стандартизация                                                        | 610 |                                                                                 |     |
| 13.1.2. Нормативные документы<br>по стандартизации и виды стандартов                     | 611 |                                                                                 |     |
| 13.1.3. Российская система стандартизации                                                | 613 |                                                                                 |     |
| 13.1.4. Характер требований<br>нормативных документов                                    | 620 |                                                                                 |     |

# Предисловие

Вступление российской экономики и промышленности на рыночный путь резко увеличило потребность в специалистах в области промышленного дизайна, повысило требования к их профессиональным качествам.

Образование дизайнеров-промышленников усложнилось, соединяя в себе различные области знаний: материаловедение и технологию, конструирование и эргономику, бионику и маркетинг, эстетику и др.

Расширилась сеть высших и средних специальных учебных заведений, факультетов, курсов, семинаров. За последние десять лет российское дизайнерское образование широко раздвинуло свои географические границы.

Особое значение приобрели вопросы обеспечения учебной и научно-методической литературой.

Данный учебник базируется на государственных стандартах, разработанных УМО вузов РФ по образованию в области дизайна и изобразительного искусства по специальности 052400 "Дизайн" (промышленный дизайн).

Учебник состоит из 14 глав.

В первой главе раскрыта роль дизайна в системе проектирования промышленной продукции, приведены сведения из истории становления и развития отечественного дизайна.

Во второй главе в качестве центральной проблемы выделены вопросы формообразования промышленных изделий или, иначе говоря, вопросы зависимости формы изделия от его назначения (функции), конструкции, материала и технологии изготовления. Изложены приемы художественно-конструкторского анализа промышленных изделий.

В третьей главе на конкретных примерах разбираются вопросы целостности и единства композиции, закономерности построения ансамбля, построения форм большого и малого предме-

тов, их тектоничность, масштабность, пропорциональность а также их связь с окружающей средой.

В четвертой главе приведены сведения о свете и цвете в дизайне: основные характеристики цвета, цветовые круги, психологическое и физиологическое воздействие цвета на человека, влияние освещения на цвет, приемы цветовой гармонизации.

В пятой главе даны основные сведения о методах конструирования, принципах действия машин и механизмов, приведена классификация механизмов и конструкций, приемы и правила конструирования, рассмотрены вопросы надежности и долговечности конструкций. В данной главе также изложен материал, охватывающий комплекс проблем и вопросов, связанных с проектированием оболочечных конструкций.

В шестой главе приведены основные сведения о конструкционных и декоративно-отделочных материалах и покрытиях, используемых в дизайн-проектировании, способы обработки материалов для создания конструкций.

В седьмой главе рассмотрены основные понятия эргономики и факторы, определяющие эргономические требования. Приведены антропометрические характеристики человека, факторы окружающей среды, методы эргономических исследований. Затронуты вопросы эргономического обеспечения проектирования (проектирование оборудования, рабочих мест, средств визуальной коммуникации и т.д.).

В восьмой главе рассмотрены средства графического дизайна, используемые в создании промышленных изделий, цвета и знаки безопасности, обозначение коммуникаций и органов управления, принципы построения плаката и другие средства визуальной коммуникации. Приведены виды алфавитов (шрифтовые, знаковые, цветовые) и основные требования к ним.

Девятая глава посвящена рассмотрению процесса дизайн-проектирования и связанных с ним методических установок. Рассмотрены вопросы проектирования промышленных изделий от единичного объекта к комплекту изделий и к предметному обеспечению технологического или иного процесса.



В десятой главе рассмотрены вопросы, связанные с особенностями макетирования на разных стадиях проектирования, применяемые материалы и виды покрытий.

Одиннадцатая глава посвящена рассмотрению особенностей проектной графики как средства проектного языка на разных стадиях проектирования: графика эскиза, графика завершающего проекта, шрифтовая информация проекта, компоновка чертежей.

В двенадцатой главе рассмотрены базовые основы компьютерной графики (растровой, векторной и трехмерной (3D) графики). Даны базовые представления по применению и настройке цвета, включая основные сведения о цветовых моделях и режимах реализации цветовых моделей в современных графических программах. Рассмотрены способы кодирования графической информации (графические форматы). Приведены примеры разработки новых изделий с использованием средств автоматизации дизайна.

В тринадцатой и четырнадцатой главах изложены проблемы стандартизации и сертификации промышленных изделий. Рассмотрены особенности разработки и оформления заявок и патентов художественно-конструкторских решений изделий в качестве промышленных образцов.

Авторы выражают искреннюю благодарность преподавателям Тульского государственного университета (ТулГУ) Сабину А.А., доц. Худову Т.Н., канд. техн. наук доц. Беляеву В.В., преподавателям Санкт-Петербургской государственной художественно-промышленной академии (СПб ГХПА) проф. Новикову Н.В., проф. Никитину А.А., нач. лаб. типографии ОАО ИПО «Лев Толстой» Данилову А.В. и всем, кто оказал помощь в подготовке данного учебника.

# Введение

Слова «дизайн», «дизайнер» все шире входят в обиход, все чаще встречаются в печати. Это не случайное явление: профессия дизайнера постепенно обретает общественное признание. Все большее количество выпускников художественно-промышленных вузов ежегодно приступает к выполнению профессиональных обязанностей на предприятиях самых разных отраслей страны, все большее количество дизайнерских разработок принимается к производству, появляется на массовом рынке.

Возникновение дизайна связано, в первую очередь, с появлением на рынке массовой серийной продукции: с этого момента покупателя уже интересует не столько утилитарное назначение предмета, сколько его дополнительные возможности и качества. Сейчас, например, все выпускаемые телевизоры смогут обеспечить четкость изображения и чистоту звука. Но все ли они гармонично могут вписаться в современный интерьер? Не слишком ли солидным покажется его оформление для одних и не слишком ли обедненным для других?

При этом легко заметить, что способность предмета встраиваться в сложившуюся среду и его соответствие морально-этическим представлениям различного круга людей не имеют ничего общего с непосредственной функцией телевизора как транслятора изображения. Инженер-конструктор не решает этих важных для потребителя задач. Решение их возложено на дизайнера.

Еще более сложные факторы влияют на проектирование изделий в сферах, простирающихся за границами быта. При эксплуатации пультов управления, производственного оборудования, сложных информационных систем и другой современной техники очень важное значение приобретают эргономические проблемы. Здесь строго нужно учитывать психофизические нагрузки, которым подвергается человеческий организм. Ведь техника перестает нормально работать часто не по причинам ее несовершен-

ства, а из-за того, что плохо, точнее, не всесторонне учтены возможности обслуживающих ее людей.

Совершенно очевидным становится различие специфики работы художника-декоратора, решающего проблему стилистического единства изделия и среды, и дизайнера - специалиста нового профиля, призванного решать в системе современного проектирования свои специфические задачи.

Дизайнер отвечает за целостное рассмотрение сложной системы «человек - вещь - среда», а поэтому должен обладать разнообразными навыками и знаниями, позволяющими ему успешно работать в профессиональных коллективах среди специалистов разного профиля.

Руководствуясь комплексным подходом к решению той или иной проблемы, дизайнер должен четко формулировать и ставить задачи каждому специалисту определенного направления.

Сложность и специфическая новизна дизайн-деятельности наложили свой отпечаток на систему дизайнерского образования, выдвинув в этой области свои, пока еще нерешенные проблемы. Механическое соединение художественных, инженерных дисциплин и аналитических курсов при обучении еще не обеспечивает будущему дизайнеру качеств, необходимых в его деятельности. Сейчас пришло время решения таких первоочередных вопросов, как соотношение новых и традиционных дисциплин, точная их трактовка и мера переориентации, пути и методы воспитания у студентов интуитивного начала и аппарата аналитического мышления. Особо выделяется проблема привития навыков исследования и методов коллективной работы, столь необходимых в творческой и производственной практике при разработке и решении комплексных задач и тем.

Творческое и рациональное решение этих вопросов благоприятно отразится на перспективах развития дизайна во всех его сложных аспектах. Такое направление учебной работы в вузах повлияет на формирование облика продукции будущего: ее будут определять специалисты, которых наша высшая школа готовит сегодня. Уже сегодня система образования должна располагать методикой формирования у студентов представлений и взглядов

о деятельности дизайнера, по крайней мере, с опережением на десять ближайших лет.

Эти обстоятельства ставят педагогов-дизайнеров в сложные условия. Для педагогической работы необходимы широкие исследования научного характера и теоретические обобщения многогранной в своих проявлениях дизайнерской практики. Требуется глубокое осмысление перспективной проблематики и формирование нового содержания обучения, а также экспериментальная проработка методики проектирования, способствующая приобретению студентами новых знаний, навыков и профессиональных умений.

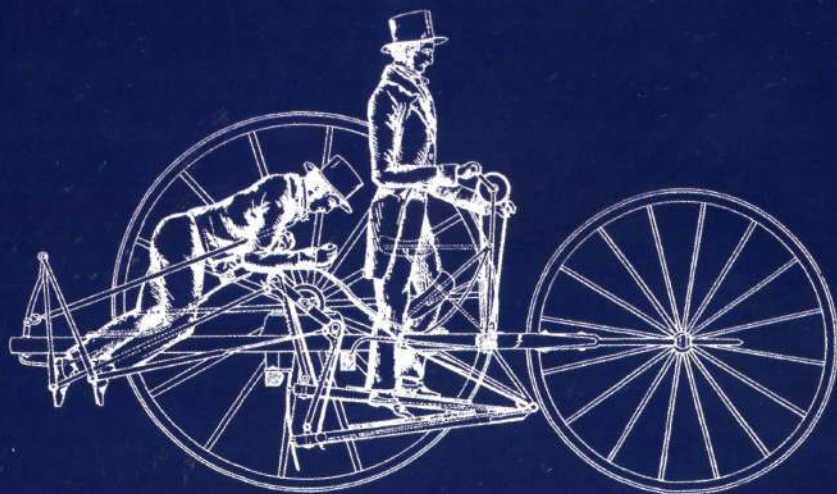
Этим обстоятельством и обусловлено появление данного учебника по промышленному дизайну, созданному совместно коллективом педагогов Санкт-Петербургской ГХПА и ТулГУ.

Учебник проиллюстрирован учебными и дипломными работами студентов кафедры «Промышленный дизайн» СПб ГХПА, выполненными под руководством педагогов этой кафедры: канд. иск. проф. Бандорина В. Г., проф. Новикова Н. В., проф. Никитина А. А., канд. иск., проф. Данилова С. Г., канд. техн. наук, проф. Мухина Ю. Н., канд. иск., доц. Мирзоян С. В., доц. Билко А. В., доц. Земченко Т. Ю., доц. Терешинной В. В., доц. Ивановой Е. П., доц. Белюк Ю. Н., доц. Шабанова В. В.; работами студентов кафедры «Инженерная графика и дизайн» ТулГУ, выполненными под руководством доцентов Гаврилина К. В., Гуреева В. А., Константинова В. Н., а также работами выпускника Московского художественно-промышленного университета им. Строганова Гаврилина К. В. (кафедра «Промышленный дизайн»).

Разделы данного учебника связаны с дисциплинами, предвещающими основное обучение, с нормативными курсами (рекомендованными Учебно-методическим объединением в области дизайна и изобразительного искусства), с курсовым и дипломным проектированием.

# **ГЛАВА 1**

## **Дизайн в системе проектирования промышленной продукции**



«Для дизайнера все, что есть,  
является устаревшим».

Дж. Нельсон

**Дизайн** - это проектирование материальных объектов и жизненных ситуаций на основе метода компоновки при необходимом использовании данных науки с целью придания результатам проектирования эстетических качеств и оптимизации их взаимодействия с человеком и обществом.

Н.Воронов

## 1.1. Понятие промышленного дизайна

Более 200 лет продукты механизированного производства формируют нашу материальную культуру, оказывают влияние на мировую экономику и на качество нашей жизни. Кроме товаров на заказ, транспортировочных упаковок, промышленные товары включают в себя необычные функции, технологии, идеи, которые мы получаем от окружающей нас среды.

Промышленный дизайн - концепция и планирование продуктов массового производства, творческий и созидательный процесс, который затрагивает синтез таких инструментальных факторов, как машиностроение, технология, материаловедение, эргономика и эстетика, которые вносят свой вклад в конструкторские решения.

Промышленный дизайн родился в начале XX века и прочно встал на ноги в его середине как специфический вид проектирования утилитарных изделий массового производства: изделий удобных, надежных, красивых.

В англоязычных странах это явление обозначалось термином «industrial design», то есть дизайн в области машино- и приборостроения.

В России в 80-е годы XX века вместо слова «дизайн» употреблялись словосочетания «художественное конструирование», «художественное проектирование». По сути под этими терминами понимали создание красивых машин, приборов, аппаратов и т. д.

Общие закономерности освоения любого продукта промышленности, от иглой до ракеты, примерно одинаковы.

Каждая вещь в своей истории от возникновения до исчезновения, ^ есть выпадения из быта и культуры, проходит последовательно примерно одни и те же этапы развития. /

Например, появляется новый материальный объект, допустим паровоз, автомобиль или электрическая лампочка. По тради-



ции, это считается изобретением, хотя в большинстве случаев это не так. Что сделал Стефенсон? Присоединил (прикомпоновал) паровую машину к колесу и рельсовой дороге. Точно так же Даймлер соединил повозку не с лошадью, а с двигателем внутреннего сгорания. По сути дела это был технический дизайн. Вот Эдисоновская лампочка, как и машина Уатта действительно были изобретениями. В результате изобретения или чисто технического творчества на основе принципа компоновки появился новый предмет (рис. 1.1,1.2).

Отметим, однако, что по своей главной функции этот предмет, как правило, имел ранние аналоги: автомобиль и паровоз - конные экипажи, электролампочка - свечу, керосиновую лампу, лучину и т. д. Первоначально новый предмет обычно рядится в старые дизайнерские одежды. Особенно это заметно в знакомой многим истории автомобиля - самобеглые повозки довольно долго подражали каретам, автобусы - омнибусам (рис. 1.3). Затем новый объект начинает сбрасывать с себя бабушкины кринолины, причем происходит это, на первых порах, не из-за соображений эстетики, а в результате технических усовершенствований. Но эти усовершенствования<sup>^</sup> своей основе функциональные, ведут постепенно к изменению внешнего вида изделия. Если вначале настольная лампа подражала керосиновой, то есть освещала пространство вообще, то в результате функциональных улучшений свет ее становится направленным не на стол в целом и не на комнату, а лишь на тот участок стола, где лежит книга или тетрадь. Вместо прозрачного абажура появляются глухие колпаки, и это меняет весь вид и конструкцию настольной лампы (рис. 1.4).

Инженерный дизайн начинает идти рядом или совмещаться с дизайном художественным. Однако это лишь один из путей. В ряде предметов человек как бы останавливается на создании аналога предшествующей технической эпохи и не идет дальше. Он, например, просто заменяет в театральной люстре свечи электрическими лампочками, причем даже внешне похожими на свечи. Но это уже вопрос, относящийся к социальной психологии, силе культурных традиций или влиянию художественного совершенства достижений предшествующего периода.

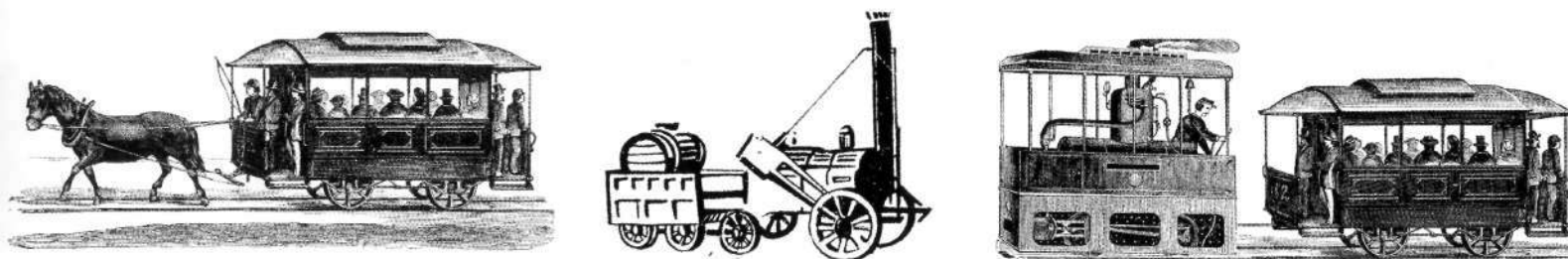


*Рис. 1.1. Изобретение паровоза*



*Рис. 1.2. Изобретение автомобиля*

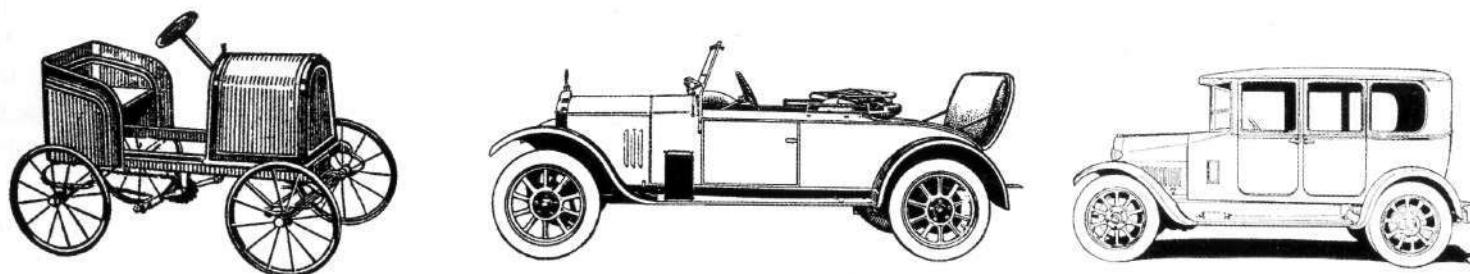


*Рис. 1.3. Эволюция формы автомобиля*

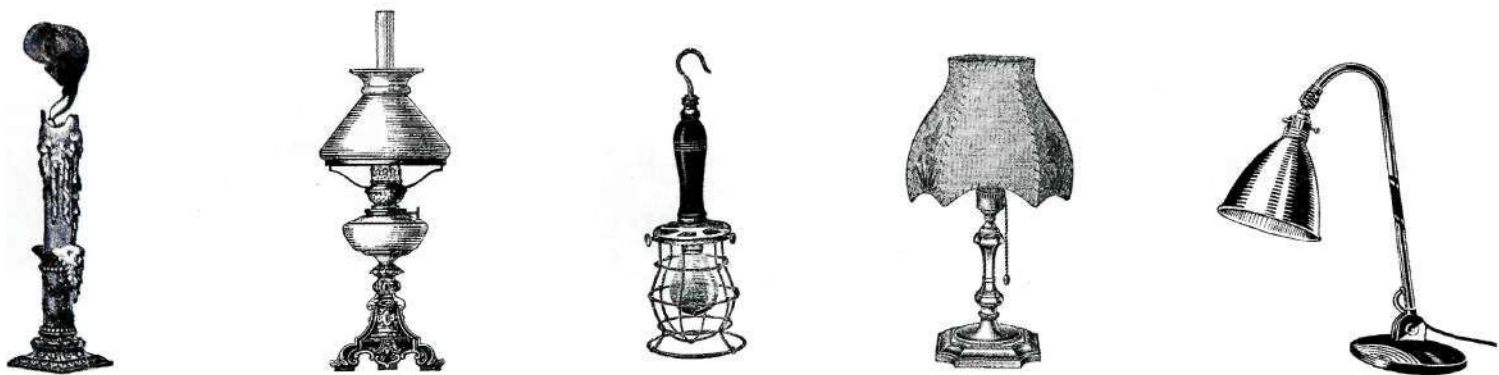


Рис. 1.4. Эволюция настольной лампы

В общераспространенных же случаях инженерные усовершенствования и дизайн какое-то время идут рука об руку. Прежде всего это сказывается в появлении различных модификаций, отличающихся своим назначением, - возникают автомобили семейные, спортивные, гоночные, правительственные и т.д. Затем дизайн идет уже в каждой из этих модификаций в соответствии с ее основной функцией, причем толчок к эстетическим изменениям также нередко дает техника. Так, например, принцип обтекаемости в автомобилях возник по чисто функциональным соображениям, но вскоре стал эстетической нормой, а затем и стилевой модой, распространившейся на стационарные предметы - холодильники, телефонные аппараты и многие другие изделия. Инженерный дизайн постепенно превращается в чисто техническое компоновочное творчество: автомобиль насыщается все большим количеством механизмов, помогающих водителю или предупреждающих об опасности. В конце концов он становится вмещителем большинства известных на данный исторический момент достижений в области автотехники и электроники. Кроме уже внешне малозаметных технических усовершенствований каждая новая модель по сути демонстрирует лишь внешний дизайн, т.е. работу над формой.

Эта работа теперь уже идет не над увеличением числа разнообразных по назначению моделей, а внутри каждой из опреде-



Рис. 1.5. Формы автомобилей различных классов

лившихся функциональных групп. Они начинают различаться по классам, то есть фактически по стоимости. Появляются модели для людей малообеспеченных, среднего достатка и для богатых (рис. 1.5). Причем эта классовость предметов, которую закладывают в проект дизайнеры, проявляется, особенно в Америке, достаточно четко: выпускаются автомобили или интерьерное оборудование офиса для бизнесменов с годовым доходом в 500 тыс., в 1 млн., в 10 млн. долл. и т.д. Естественно, что бизнесмен с годовым доходом в сотни тысяч долларов стремится обставить свой офис, приобрести оборудование и машину, свидетельствующие о том, что его доходы перевалили миллионные отметки. Дизайнер, таким образом, начинает работать не на красоту машины, а на ее престиж. Сам предмет становится уже не материализованной функцией, а превращается в признак уровня благосостояния владельцев. Если раньше говорили, что «по одежке встречают...», то теперь престижно-знаковая роль присуща почти всем предметам нашего окружения: наручным часам, электробритве, авторучке, очкам...

Так постепенно и незаметно дизайн начинает обнаруживать социальные функции, присущие ему изначально. Сначала он формировал вкусы, но а затем престиж и понятие о нем. Престиж - это, в конечном счете, мнение человека о других людях. Это мнение определяется не только словами и поступками, но и предметным окружением человека.

Итак, дизайн материальных объектов начинается с придания им функционально оправданной формы и проходит затем последовательно ряд этапов: профессионализацию или профессиональную дифференциацию объекта (ножницы - портновские, овечьи, маникюрные, редакторские и т. д.), затем социальную или стоимостную дифференциацию профессиональных групп, сочетающуюся с постепенным усилением знаковых функций. Все это есть результат важной социальной роли дизайна.

Работа на знаковость, а отсюда и на престиж - это лишь одно из проявлений социальной роли дизайна. Она порождена более глубокой и органически присущей предметному миру способностью психологического воздействия на человека. Это воздействие не пассивно. Как и архитектура, предметная среда воспитывает людей.

**Сегодня промышленный дизайн** - это оригинальная творческая идея, воплощенная в материальных объектах с тем, чтобы сделать жизнь человека более комфортной, разнообразной, интересной и радостной (рис. 1.6).

Промышленный дизайн - это выразительная мощь строительной техники, изысканно-выверенные обводы корпуса воздушных и морских судов, цивилизованный комфорт автомобильного транспорта, умная эстетика оружия и электронных приборов, элегантная обнаженность структуры измерительных и медицинских приборов, причудливая функциональность стильной осветительной арматуры, чистая и честная простота бытовых изделий.

Дизайнер - это художник-конструктор, который участвует в создании изделия от начала проектирования до его изготовления и передачи в эксплуатацию. Разрабатывая промышленное изделие, дизайнер должен учитывать функциональные, эстетические и технические требования.

В промышленном дизайне не должно быть места понятиям «нравится» или «не нравится».

Не украшения готовой конструкции, не «прилизывание» издержек технологии, не окрашивание изделия в «веселенький» цвет составляют суть дизайна. Только тщательное изучение конструкции изделия и технологии его производства, свойств основных материалов, эргономики, бионики, психологии и т. д. позволят дизайнеру разрабатывать конкурентоспособную продукцию.



*Рис. 1.6. Проекты различных по назначению  
промышленных изделий*

## 1.2. Краткая история отечественного дизайна

Истории и осознанию промышленного дизайна посвящено большое количество литературы на Западе и в России. Это книги и статьи Н.Певзнера, Р.Розенталя и Х.Т.Ратцка, Г.Рида, Т.Глоага, Ч.Эшфорда, Р.Бенхема, Д.Юнсмана, Б.Арватова, Д.Арватова, Д.Аркина, В.Аронова, В.Глазычева, Г.Кантора, А.Лаврентьева, С.Хан-Магомедова, Э.Цыганкова, Н.Воронова, Е.Лазарева, С.Михайлова Ю.Назарова и многих других авторов.

Предпосылки для становления дизайна зародились еще в эпоху перехода от ручного труда к машинному производству, когда прогрессивность заложенной в новом изделии инженерной мысли стала противоречить его эстетической неполноценности.

Машинный способ производства потребовал значительного упрощения сложившихся форм предметов, так как возможности машин, особенно вначале, значительно уступали возможностям ручного труда, который достигал высокого уровня. Возник конфликт между техникой и прикладным искусством, и художнику потребовалось длительное время, чтобы освоиться с машинным производством. Упадок форм промышленных изделий стал особенно заметен в XIX, когда в их создании художник практически не участвовал. Особенно это проявилось в тех изделиях, функция которых была новой, т.е. не было прототипов.

Таким образом, в начале XX века начали складываться условия для рождения принципиально нового художника-профессионала, который мог бы квалифицированно работать на стыке между художественной и инженерно-технологической сферами творчества, восстановить связь между ними и превратить область этого стыка из рассадника дурного вкуса в важнейший источник стилеобразования идей. На этом стыке и сформировался в начале XX века дизайн.

Подлинное начало истории дизайна обычно связывается с 1907 г., когда в Германии впервые создается художественно-промышленный союз «Веркбунд», объединяющий усилия художников и промышленников с целью повышения потребительских качеств промышленной продукции.

По примеру «Веркбунда» такие союзы возникли и в других странах. Началось бурное движение за «Единство искусства и техники», прерванное первой мировой войной 1914-1918 гг. и с новой силой развернувшееся уже после ее окончания.

В России начало формирования истории промышленного дизайна относится к концу XIX, началу XX веков. Это объясняется следующими моментами.

В России на достаточно высоком уровне находился инженерный дизайн.

Благодаря новым чисто инженерным компоновкам родился первый трамвай Пироцкого, «русский свет» Яблочкова, электролампы накаливания Лодыгина, самолет «Илья Муромец» Сикорского (рис. 1.7). Русские инженеры впервые поставили вопрос о мощных скоростных паровозах с колесной формулой 1-5-1, о тепловодной тяге как наиболее перспективной для развития железнодорожного транспорта в условиях огромных пространств России.

В России в конце XIX века сложилась ситуация, вызвавшая к жизни функциональное проектирование, ориентированное не на известные темы функций, а на моделирование процессов жизнедеятельности и вычленение в них функций, которые должны быть предложены и с помощью конструирования оформлены. Вычленение этих функций стимулировалось потоком изобретений в науке и технике.

Несомненно, что если бы деятельность в области инженерного дизайна не была прервана первой мировой войной и Октябрьской революцией, Россия стала бы в ближайшем будущем одним из ведущих мировых центров в области инженерного дизайна и, как следствие этого, в области эстетики новых форм. Об этом свидетельствуют некоторые послереволюционные успехи инженерного дизайна: шуховская гиперболоидная башня на Шаболовке, первые в мире тепловозы Гаккелля и Ломоносова (рис. 1.7).

На рубеже XIX-XX веков произошли изменения в сфере пространственных искусств.

Эстетическая всеядность этого времени, смена мавританского, китайского, древнерусского стилей, ложноклассики «второ-



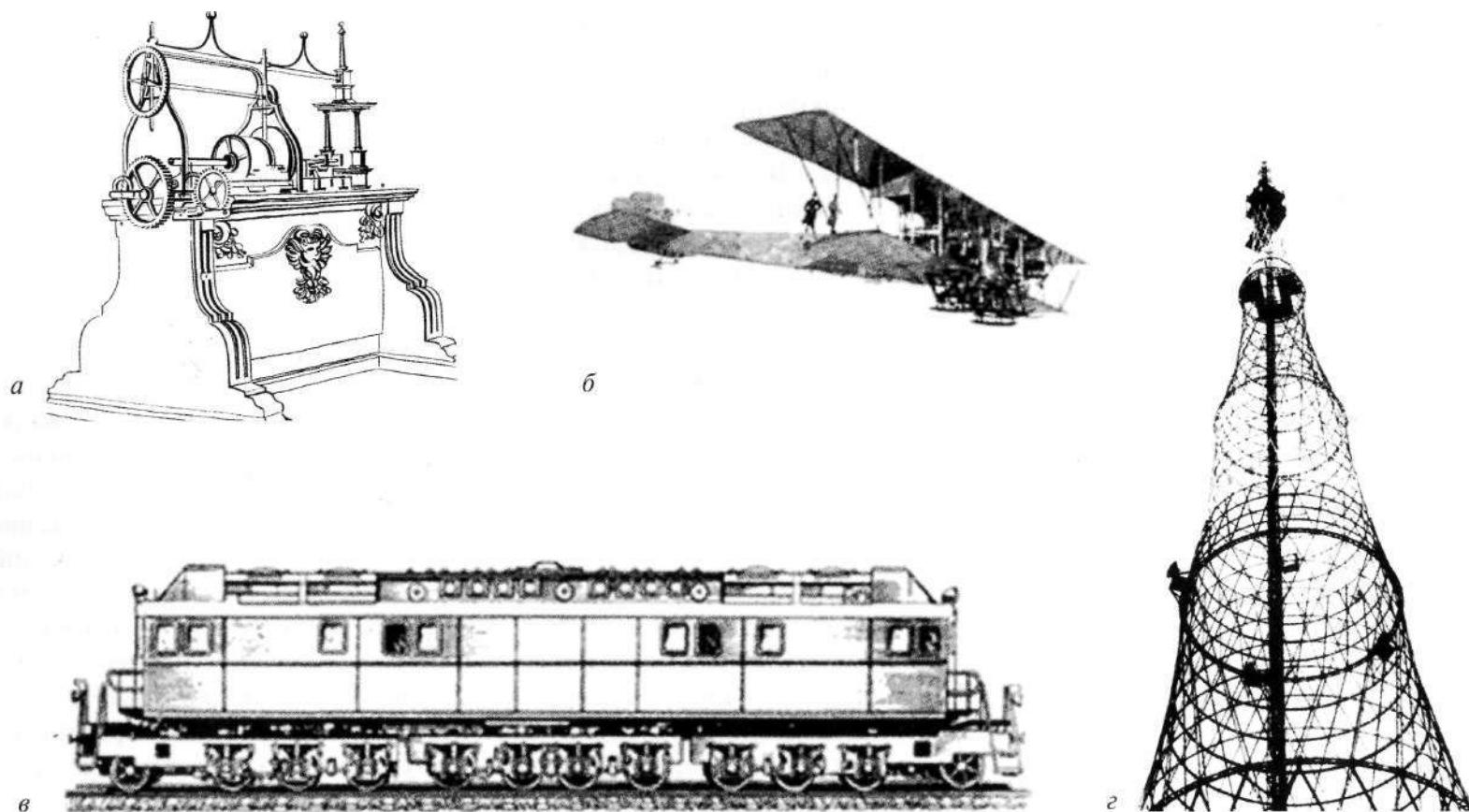
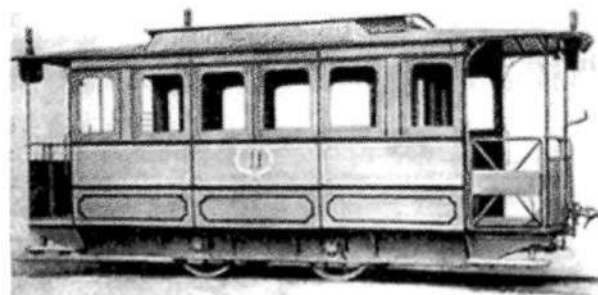
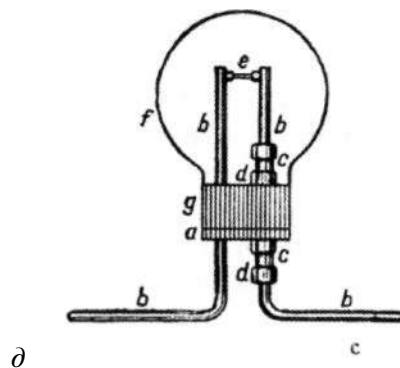


Рис. 1.7. Инженерный дизайн конца XIX - начала XX веков:

а - большой токарно-копировальный станок А.К. Нартова; б - самолет «Илья Муромец» И.И.Сикорского; в - первый советский тепловоз Я.М. Гаккеля; г - Шаболовская радиобашня В. Г. Шухова в Москве; д - лампа накаливания А.Р. Лодыгина; е - первый трамвай Ф.А. Пироцкого



го рококо» - все это расшатало привычные представления о художественных закономерностях в архитектуре, изобразительном искусстве. Появились абстрактные произведения - картины Кандинского, контррельефы Татлина, архитекторы Малевича. Таким образом, искусство России было подготовлено к поиску новых форм, к появлению и восприятию новых предметов быта.

В России в конце XIX - начале XX веков произошел определенный перелом в общественном восприятии предметного мира. Вероятно, это было связано с массовым выбросом на рынок стандартизированных изделий, представлявших худшие копии ремесленных изделий. Подобных товаров появлялось все больше.

Общественное сознание в России в конце XIX - начале XX веков постепенно трансформировалось в необходимость принести красоту в мир обыкновенных вещей, в том числе и машин. Революция 1905 года способствовала появлению лекций и сочинений Страхова, Столярова, Энгельмейера о необходимости соединения красоты с машиной и машинным фабрикатом.

Таким образом, и с позиции эволюции общественного сознания, и с позиции теоретических в виде хотя бы самых предварительных поисков подхода к проблеме соединения красоты и машинного производства, конец XIX и начало XX веков подготовили в России почву для последующего развития промышленного дизайна.

Достижения передовой инженерной мысли, процессы, наметившиеся в изобразительном искусстве, сдвиги в общественном сознании стали итогом постепенного распространения неосознанных форм дизайна, что создало на рубеже веков реальные предпосылки для полнокровного его развития в дальнейшем. Теперь уже было дело за политической властью - дать этим предпосылкам превратиться в реальность или же задушить их под самым благовидным предлогом, таким, например, как борьба с иностранным влиянием, абстрактным искусством, буржуазными пережитками и т. д.

Официально началом истории российского промышленного дизайна можно считать 1918 год, когда при отделе государственных искусств был организован подраздел художественной про-

мышленности, в состав которого наряду с художниками входили и инженерно-технические работники производства.

В 1920 году в Москве были созданы Высшие государственные художественно-технические мастерские (ВХУТЕМАС). В 1926 году они были преобразованы в Высший художественно-технический институт (ВХУТЕИН), который просуществовал до 1930 г., а затем стал базой для организации пяти вузов. ВХУТЕМАС и ВХУТЕИН имели цель подготовить художников-мастеров высшей квалификации для промышленности и сыграли большую роль в становлении и развитии отечественного дизайна, являясь центром развития новых художественных идей и методов художественного конструирования, умело сочетавшие идеологическую, практическую и педагогическую деятельность.

Здесь преподавали выдающиеся художники и ученые: А. Веснин, М. Гинзбург, Н. Ладовский, Л. Лисицкий, А. Родченко, В. Татлин, А.Эфрос и др. (рис. 1.8).

**На первом этапе развития** (1917-1922) дизайн формировался на стыке производства и агитационно-массового искусства.

В России возникают творческие объединения, деятельность которых связана с производственным искусством. Участники этого движения ставили задачу слить искусство с производством. Основным объектом стало художественное оформление новых форм общественной активности масс: политических шествий и уличных празднеств. Оригинальная конфигурация и устройство трибун, агитационных и театральных установок, киосков доказали обоснованность переноса акцентов с разработки новых стилистических приемов на художественно-конструкторские проблемы.

Другим направлением в советском искусстве 20-х годов явился конструктивизм. Его сторонники для создания целесообразных конструкций стремились использовать возможности новой технологии и техники, эстетические свойства металла, стекла, дерева и других материалов. Конструктивизмом увлекались и производственники, которые видели будущее страны в индустриализации (рис. 1.9, 1.10).

Конструктивизм переориентировал представителей беспредметного искусства на социальную целесообразность твор-

Рис. 1.8. Работы художников-производственников и конструктивистов (1920-1930 гг.):

а - модель памятника 3-го

Интернационала (В.Татлин);

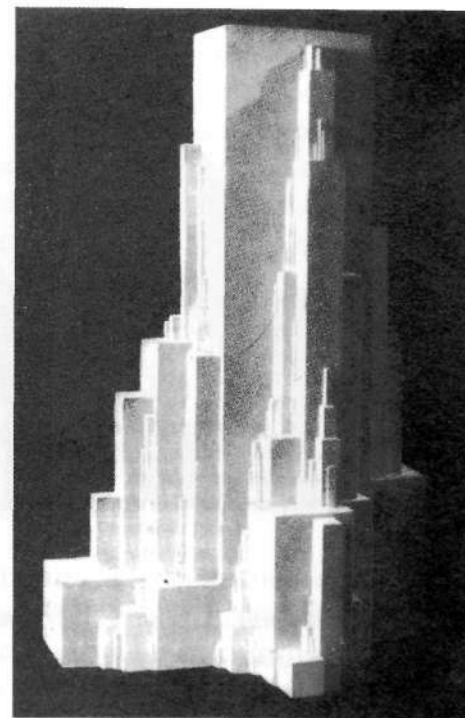
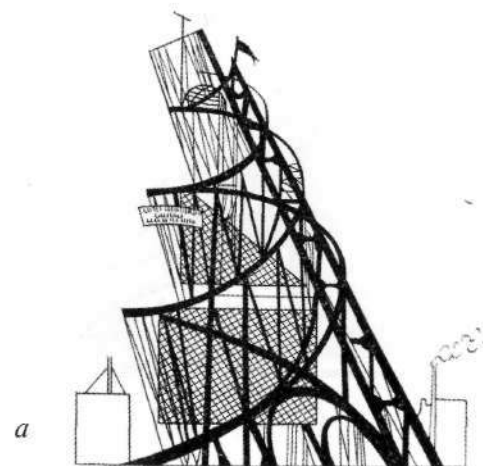
б - объемная установка «Сельский корреспондент» (Н. Прусаков, Г. Борисов; (рук. Л.Лисицкий);

в - проект здания московского

отделения «Ленинградской правды» (А. и В.Веснины );

г - вертикальная архитектура

(К. Малевич)



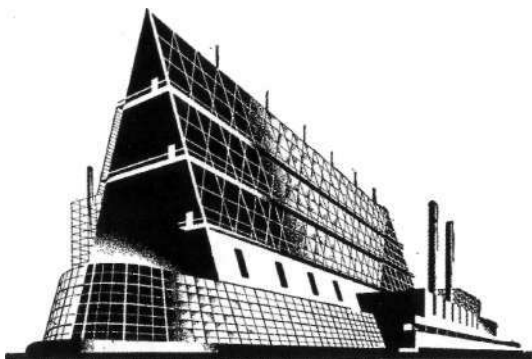


*Рис. 1.9. Проект оранжерей в стиле конструктивизма*

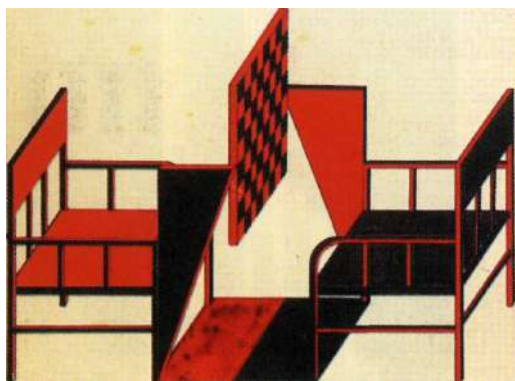


*Рис. 1.10. Проект шахматного столика (А. Родченко, 30-е гг. XX в.)*

чества. В качестве основателей конструктивизма, чье творчество имело принципиальное значение для развития дизайна, можно назвать В.Татлина, О.Брика, В.Кушнера, В.Маяковского, позднее Б. Арбатова, А. Веснина, В. и Г. Стенбергов, А. Гана, Вс. Мейерхольда, А.Родченко, В.Степнову и др. Их центром стал созданный в 1919 г. Совет мастеров, а позднее - ИНХУК.

Однако признание новой концепции формообразования пришло лишь в 1921 году, когда произошли определенные изменения в экономической ситуации. 1921 год - это год наиболее активных и плодотворных пространственных экспериментов конструктивистов.

**Второй этап развития дизайна в России (1923-1932)** - время становления его профессиональной модели. Россия становится одним из важнейших центров формирования дизайна. Происходит становление школы профессиональной подготовки дипломированных дизайнеров - производственных факультетов ВХУТЕМАСа.

Дизайн переориентируется на решение практических задач: разработку бытового оборудования для жилищ, обстановки рабочих клубов, общественных интерьеров. Производственный заказ пока не играет определяющей роли, и активной стороной остается сам дизайн, сохранивший энтузиазм изобретательства. Основная цель - организация предметной среды с учетом общих процессов в сферах труда, быта и культуры. Множество открытий и проектов этого времени: выставочные и бытовые интерьеры, мебель, архитектурные ансамбли и небоскребы были реализованы значительно позже (рис.1.11,1.12).

**Третий этап (1933-1960)** был достаточно печальным для развития дизайна в России.

В годы Великой Отечественной войны (1941-1945) нашему государству был нанесен колоссальный урон. Однако война не прервала совершенной работы творческой мысли в области дизайна. Достаточно сказать, что первый образец послевоенного дизайна - машина «Победа» - был закончен в проектировании в 1943 г. Именно в войну в штатах проектно-конструкторских бюро некоторых заводов появились художники.

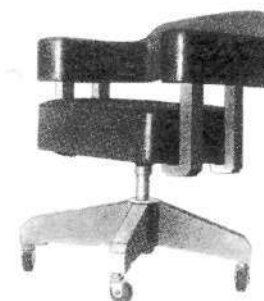


*Рис. 1.11. Работы выпускников  
ВХУТЕИНа (30-е гг. XIX в.)*

Следует учесть и тот факт, что война значительно двинула вперед развитие военной техники, в частности, моторостроения, самолетостроения и т.д. В дальнейшем этот прогресс, несомненно, оказал сильное влияние и на «мирную» продукцию, дав ей соответствующий образец и эталон. Вместе с тем, если иметь в виду такие объекты военной техники, как самолеты, некоторые типы автомобилей, то они имели значение не только технического, но и эстетического образца. Это, в частности, относится к реактивной авиации, давшей целый набор новых, «динамичных» и «обтекаемых» форм, которые позже оказали несомненное влияние на транспортное машиностроение, судостроение и даже на формы некоторых бытовых вещей – настольных ламп, телефонных аппаратов, бытовых приборов и т.д.



*Рис. 1.12. Новые формы чайников (1926-  
1927 гг., воспроизведены в фарфоре в  
1960-х гг.)*

В феврале 1945 г., понимая важность подготовки промышленных художников для восстановления разрушенного хозяйства, правительство воссоздает художественно-промышленные училища в Москве (на базе бывшего Строганова) и в Ленинграде (бывшего Штиглица). Через десять лет эти учебные заведения, став уже высшими, начали подготовку художников-конструкторов, благодаря настойчивости профессоров И.А.Вакса, З.Н.Быкова, А.Е.Короткевича и др.

Однако в этот же период дизайн в России перестает быть интегрирующей творческой деятельностью, развитие которой определялось универсальной концепцией. Принцип стандартизации применяется не только к человеку, но и к создаваемой искусственной среде. Стихия изобретательства, которая позволила

отечественному дизайну достичь высот мирового признания, не вписывалась в изменившуюся атмосферу. Дизайн, как единый процесс формообразования окружающей среды, перестал существовать. Он был расчленен на узкоприкладные направления: инженерно-техническое (рис. 1.13), предметно-бытовое и декоративно-оформительское, которые воспринимались как различные виды деятельности.

**Четвертый этап развития дизайна** определяется по-разному - 60 - 80-е или 60 - 90-е годы XX века. Его начало характеризуется безусловным интересом к наследию 20-х годов (рис. 1.14). Созданный в 1961 году Всесоюзный научно-исследовательский институт технической эстетики (ВНИИТЭ) начинает свою деятельность с издания журнала «Техническая эстетика» и тематических сборников, которые самым подробным образом обратились к первой волне русского авангарда, поставившей советский дизайн на одно из первых мест в европейской эстетике того периода. Это время возрождения художественного конструирования. Большое внимание уделялось разработке новой концептуальной базе дизайн-деятельности, обоснованию ее новых видов, органично отвечающих современным требованиям.

В 60-е годы были пересмотрены многие стандарты. Пристальное внимание было обращено на функциональные и эстетические качества предметов народного потребления (рис. 1.15). Именно в это время дизайн получил самый массовый заказ за весь период своего существования в нашей стране.

Однако подобное «оживление» продолжалось сравнительно недолго. В 70-е годы практически прервали заказ производства бытовой сферы на профессиональный дизайн. Это было время критической реакции на авангард первой (1910-1920 годы) и второй (1950-1960 годы) волны. На первый план выдвигается ценность обыденного и анонимного, что отражают электические тенденции всевозможных «ретро»-стилей.

Однако ВНИИТЭ сумел сохранить теоретическую школу, продолжая изучать опыт европейского дизайна и предлагая свои концепции. Это видно по информационным выпускам и журнальным публикациям.



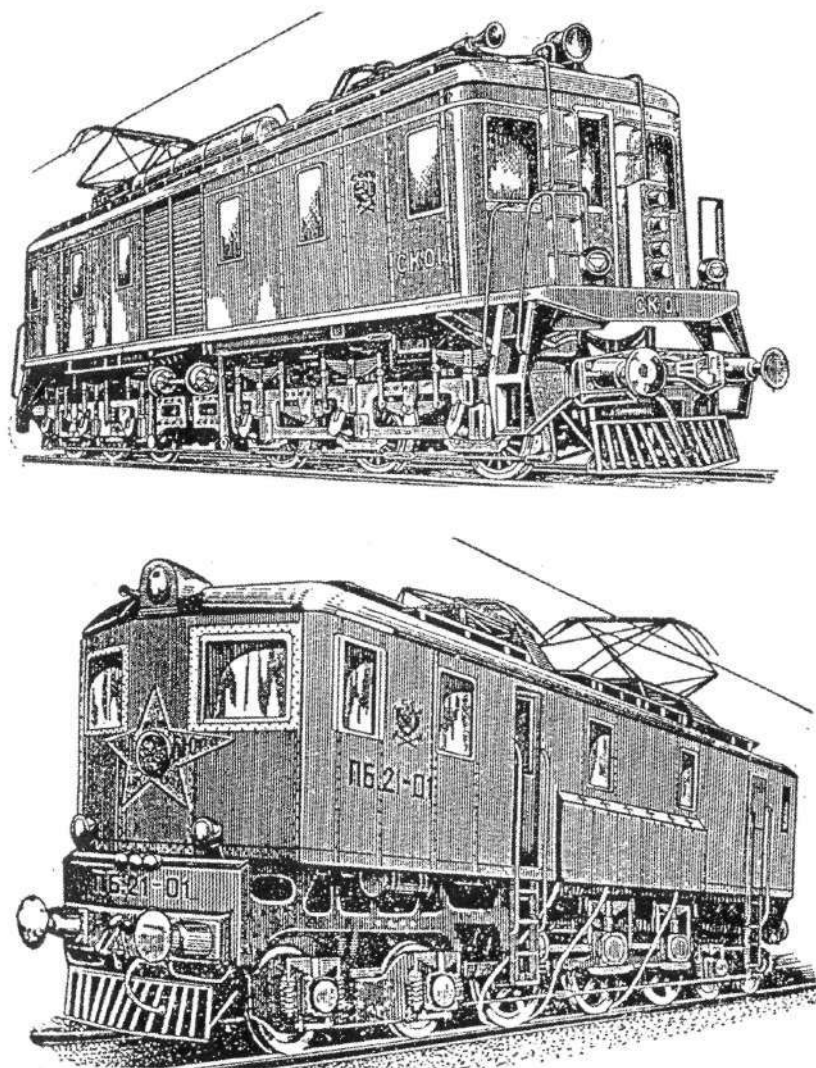
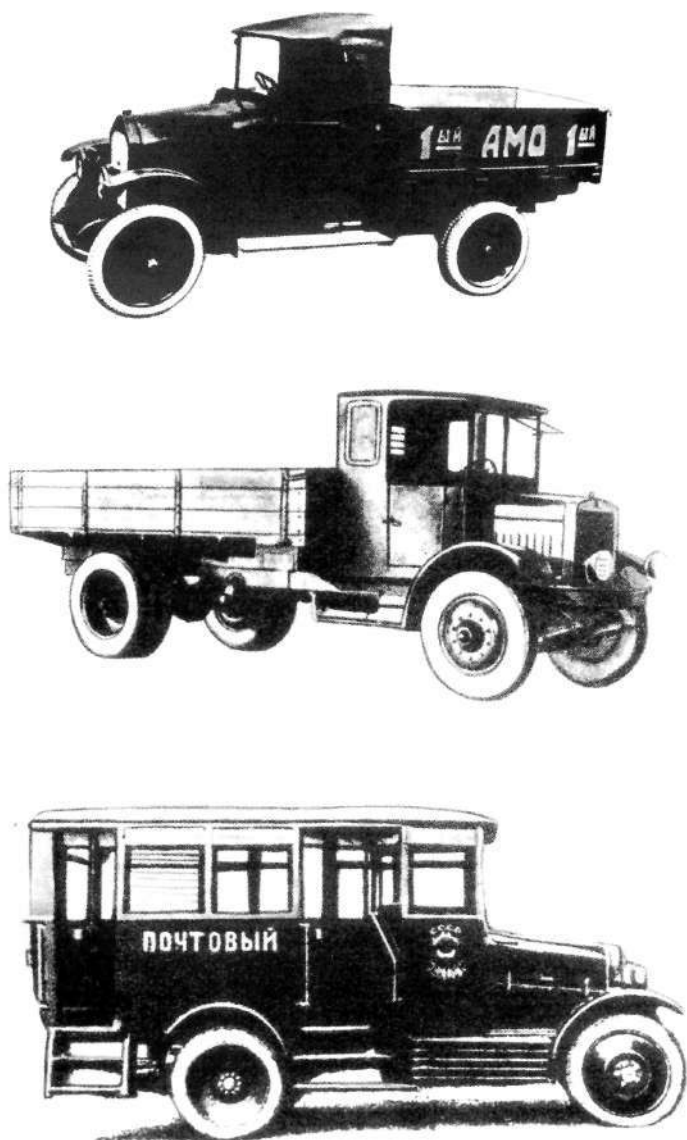


Рис. 1.13. Инженерный дизайн 40-х годов



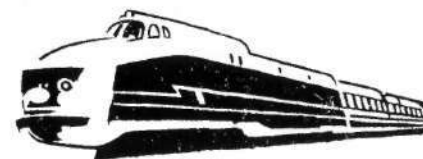
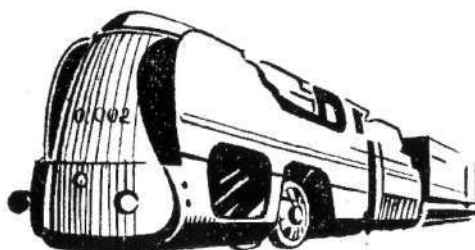
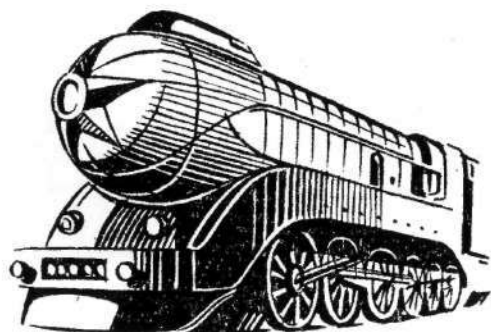
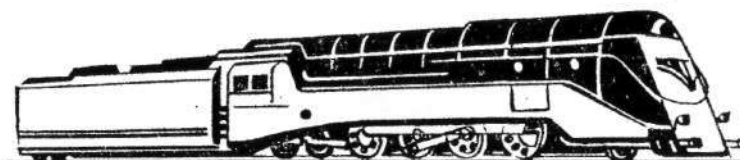


Рис. 1.14. Основные этапы развития формы локомотивов с 30-х по 70-е гг. XX в.



Рис. 1.15. Характерные формы российских автомобилей в середине XX в.

Среди авторов исследований и публикаций этого периода следует назвать Н. В. Воронова, Е. Н. Лазарева, Г. Б. Минервина, Л. В. Переверзева, Ю. Б. Соловьева, М. В. Федорова и др.

Огромный научный потенциал был также накоплен и в Ленинградском высшем художественно-промышленном училище им. В. И. Мухиной. Их деятельность позволила уже в начале 80-х годов, когда запрос на дизайн резко вырос, сформулировать и обосновать типологическую матрицу современного дизайна, а также применить на практике соответственные концепции, в частности концепцию системного дизайна - провозвестника эпохи единой проектной концептуальности.

Начало 80-х годов, а тем более их конец для практики советского художественного конструирования были не лучшими годами. Это связано с общей стагнацией государственного производства.

**Пятый этап** в развитии российского дизайна - 80-90-е годы XX века по настоящее время.

В государстве резко возросла деловая активность, появились предприятия частных форм собственности.

На общем фоне неразвитости товарного производства в России в области промышленного дизайна просматривался некоторый рост. Можно сказать, что благодаря кризису 1998-го оживилось производство уникальных и высокотехнологичных изделий, проектирование и выпуск которых инициировался самими дизайнерами. Достаточно яркий тому пример - Московский международный автосалон, где свою вполне конкурентоспособную продукцию продемонстрировали российские частные кузовные ателье, тюнинговые фирмы, а также опытные производства. Сохранились практически все дизайнерские подразделения в автомобильной промышленности. Некоторые из них (Техцентр ВАЗа) насчитывают десятки квалифицированных специалистов-дизайнеров (рис. 1.16). Автодизайнеров по стране готовят семь специализированных кафедр (во всей Европе - шесть). Из-за невысоких заработков в штат предприятий предпочитают идти выпускники технических вузов. Это накладывает специфический отпечаток на дизайнерские качества автомобилей. По данным Союза Дизайне-

ров России, в сфере промышленного дизайна занято 1500-2000 специалистов, из которых большинство (до 90 %) работают в штате различных фирм.

Наступил новый век. На смену модернистскому дизайну приходит постмодернистский. Последние 10 лет постмодернизм и компьютеры потрясли весь мир дизайна. Постмодернистское восприятие компьютера утверждает, что компьютер вовсе не инструмента если и инструмент, то такой, роль которого можно сравнить с ролью типографского станка при изобретении книгопечатания, то есть инструмент, активно перестраивающий весь менталитет, порождающий новый язык и открывающий по существу новую культурную эпоху.

Говоря о перспективах развития промышленного дизайна, ясно одно: будущее зависит от того, насколько востребованы окажутся сегодняшние специалисты, пойдут ли российская экономика и промышленность по рыночному пути или повернут вспять, произойдет ли их интеграция в мировую экономическую систему или мы вернемся к самоизоляции. Ясно, что страна не сможет достойно существовать, только продавая сырьевые ресурсы. Необходимо развивать промышленное производство. Именно с прогрессом этого направления российские дизайнеры связывают перспективы развития своей профессии в XXI веке.

В случае победы производственной модели развития экономики потребуется значительное число квалифициро-



*Рис. 1.16. Работы дизайнеров научно-технического центра АО «Автоваз» (конец XX - начало XXI веков)*

ванных специалистов для работы в этой области. Готовить их необходимо уже сейчас, поскольку после окончания вуза требуется 5-10 лет для приобретения проектировщиком должной квалификации и необходимых навыков. Особое внимание следует уделить отрасли инженерного или технического дизайна, которая пока остается вне поля зрения экспертов. Подспудно в ней уже подготовлено и работает достаточно людей, а при победе индустриальной модели экономики станет работать еще больше специалистов.

Всем нам необходимо понять, что промышленный дизайн имеет реальный шанс стать искусством третьего тысячелетия, и те, кто овладеет этим искусством в совершенстве, станут не только сиюминутными идолами, обслуживающими узкий круг элитных потребителей, каковыми сейчас являются Ив Сен-Лоран и Карл Лагерфельд, Этторе Соттсас и Филипп Старк, но и войдут в историю развития всего человечества, как вошли в нее Микеланджело и Рафаэль, Ван Дейк и Рубенс, Леонардо да Винчи и Эль Греко, Рублев и Дионисий.

## Список использованной и рекомендуемой литературы

1. **Воронов Н.В.** Российский дизайн. Очерки истории отечественного дизайна. Том 1.- М.: Союз Дизайнеров России, 2001.- 392с.
2. **Воронов Н.В.** Российский дизайн. Очерки истории отечественного дизайна. Том 2.- М.: Союз Дизайнеров России, 2001.- 392с.
3. **Назаров Ю.В.** Постсоветский дизайн (1987-2000). Проблемы, тенденции, перспективы, региональные особенности.- М.: Союз Дизайнеров России, 2002.- 416 с.
4. **Хан-Магомедов С.** Пионеры советского дизайна.- М.: Галарт, 1995.- 418с.
5. **A compendium of illustrations.** Amstrdam and Singapore: «The pepin press - Agile Rabbit editions», 2002.- 27 lp.

# **ГЛАВА 2**

## **Формообразование промышленных изделий**



«Форма каждого предмета  
определяется его сущностью и  
назначением».

Никола Пуссен

Основы формообразования промышленных изделий рассматривают с учетом всех факторов, которые, определяя их потребительские свойства, в то же время определяют и «морфологию» этих изделий, т.е. их конкретную форму.

Последовательность изучения закономерностей формообразования промышленных объектов обусловлена прежде всего значением формообразующих факторов: влияния на форму изделия его назначения (рабочей функции) и эргономических требований, которые оказывают на форму иногда решающее значение; влияния материалов и конструкций на форму промышленных изделий, которое неодинаково и зависит от характера предмета, его функций, его связей с человеком, со средой. Все эти факторы действуют в конкретных социальных условиях, что также отражается на качестве конечного продукта, на его формообразование.

## 2.1. Функция и форма

Важную роль в системе формообразующих факторов играет конкретный функциональный процесс.

Решая форму того или иного предмета в целом и отдельных его частей, дизайнер должен стремиться к тому, чтобы она в максимальной степени соответствовала функциональному назначению предмета. Кроме этого, над каким бы изделием ни работал дизайнер, он постоянно должен видеть все связи изделия с человеком и средой.

В связи с этим, начиная работу над новым изделием, дизайнер прежде всего должен самым тщательным образом разоб- ,  
ратся во всех тонкостях, связанных с назначением вещи - с ее функцией.





Рис. 2.1. Форма мотоцикла для гонок



Рис. 2.2. Форма мотоцикла для кросса



Рис. 2.3. Форма дорожного мотоцикла

В качестве примера обусловленности формы функцией рассмотрим мотоциклы различного назначения, показанные на рис.2.1-2.3.

В одном случае (рис. 2.1) решается задача достижения максимальной обтекаемости. Форма говорит о большой скорости, стремительном движении машины. В функциональном отношении при разработке динамичной конструкции ошибки в построении формы выявляются самым прямым образом. Ошибка - это снижение скорости. Здесь существует прямая непосредственная зависимость между функцией и формой.

В другом случае (рис.2.2) форма мотоцикла совсем иная, хотя и не менее характерная. Здесь она уже подчинена не столько достижению большой скорости, сколько способности всей конструкции легко преодолевать трудный рельеф местности (которую обычно выбирают для кросса), выдерживать сильные динамические воздействия от толчков и ударов о неровности почвы.

Мощный дорожный мотоцикл (рис. 2.3) имеет также свою особую характеристику формы, которая говорит о силе и мощи машины. Однако сила находит здесь свое выражение в сочетании динамичности и устойчивости. Машине свойственна «солидная» прямолинейная трактовка формы. Здесь все должно обеспечивать удобное размещение двух человек и багажа, защиту от встречного ветра и т. п. Форма такого мотоцикла по характеру должна отличаться от формы легкого прогулочного мотоцикла. В этом состоит одна из главных задач дизайнера.

Во всех рассмотренных случаях специфические особенности функционального назначения создают объективные предпосылки конструктивного решения и организации формы (формы руля, седла, компоновки двигателя и общие формы мотоциклов сложились в соответствии с назначением каждой модели).

Но есть предметы, у которых функция меньше обуславливает форму.

В данном случае речь идет о предметах, где возможно многозначное решение формы в связи с тем, что достаточно различным может быть механизм осуществления самой функции и его компоновка, принцип конструктивного решения, применяемые материалы и т. д.

Например, когда дизайнер работает над таким изделием, как радиоприемник (рис. 2.4), то он в определенных пределах достаточно свободен в подходе к форме. Совместно с инженером-конструктором и другими специалистами он может в этих пределах довольно существенно изменить пропорции корпуса, соотношения в высотах шкалы настройки и поля динамика, расположение ручек управления может быть достаточно свободным в выборе материала и, наконец, в решении формы в целом. При этом он обязан, конечно, правильно решить все вопросы, связанные с конструкцией корпуса приемника.

Корпус приемника, как и корпуса других приборов, имеет свое функциональное назначение - защиту расположенных внутри него агрегатов и создание возможности наиболее удобного пользования прибором. Именно в этом должна проявиться его связь с человеком и средой.

В решениях формы разных моделей имеется не только возможность, но и необходимость вариантности формы, поскольку различны бывают условия пользования, характер интерьеров и пр.

Два приемника с использованием одних и тех же деталей и с одинаково высокими техническими и эксплуатационными качествами могут быть по форме решены довольно различно.

Анализируя разные функциональные потребности, нельзя ограничиваться только общим назначением. Нужно обязательно проследить, как в разных условиях, в разных связях, в разных обстоятельствах конкретно проявляется эта общая функция. Функциональный процесс, даже самый простой, всегда распадается на ряд составляющих. Если из комплекса функциональных условий какое-то одно даже самое мелкое условие не удовлетворяется, это приводит к нарушению системы, созданию неполноценного изделия. Учет всех составляющих определяет прежде всего полноту удовлетворения изделием функций, а затем, как следствие, отражается на его эргономических и эстетических характеристиках (влияет на его размеры, габариты, на общее строение, на конфигурацию, на пластику и цветовое решение).

Решающее значение для формообразования имеют и те потребительские требования, которые связаны с обеспечением мак-



Рис. 2.4. Формы радиоприемников

симального удобства в эксплуатации того или иного промышленного изделия. Главное здесь - обеспечение (через соответствующую форму) удобства и безопасности пользования изделием, а также учет эргономических требований к предмету. Например, очевидно, что для работающего человека совсем не безразлично, в какой зоне и как будут расположены органы управления тем или иным механизмом.

Дизайнер, имеющий дело с промышленными изделиями (где решающими являются их потребительские свойства), должен учесть вопросы, связанные с антропометрией, с двигательными возможностями человека и со строением человеческого тела, в частности руки, с визуальными восприятиями и сенсомоторной реакцией, так как все это оказывает влияние на образование формы изделия.

Итак, функциональная задача в целом может быть сформулирована лишь в результате анализа всех частей процесса, характеризующих в полной мере достоинства будущего предмета.

Рассмотрим примерный комплекс функциональных условий для настольного телефонного аппарата с диском (рис.2.5), табл.2.1.

Сумму всех условий, наилучшим образом обеспечивающих процесс использования изделия, называют **комплексом функциональных условий**.



Рис. 2.5. Виды телефонов с диском

**Таблица 2.1**  
**Комплекс функциональных условий для настольного**  
**телефонного аппарата с диском**

| <b>Отдельные операции процесса и специфические условия</b> | <b>Комплекс функциональных условий</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                                                   | <b>2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Снятие трубки</b>                                       | <p>Форма трубки должна быть удобна как для большой, так и для небольшой руки (универсальность формы). Взаимосвязь формы трубки и аппарата должна обеспечивать наиболее удобное снятие трубки, не требующее обострения внимания. При снятии трубки необходимо проверить удобство машинального движения при разных положениях человека (сидя, стоя).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Набор номера</b>                                        | <p>Корпус аппарата должен быть достаточно устойчивым, чтобы при пользовании диском аппарат не перемещался по поверхности стола.</p> <p>Наклон лицевой плоскости аппарата (угол наклона диска) должен быть таким, чтобы при обычном положении сидящего за столом человека и, следовательно, при оптимальном удалении от него аппарата цифры не перекрывались. Должен быть решен вопрос, для какой высоты стола или приставной тумбы создается данная модель (оптимальная высота расположения аппарата).</p> <p>Отверстия диска, их глубина и обработка края не должны вызывать каких-либо неприятных ощущений при пользовании. Они должны быть одинаково удобны для указательного пальца разной величины.</p> <p>Оцифровка должна быть хорошо видна и написана наиболее легко воспринимаемым шрифтом.</p> |

Окончание табл. 2.1

| 1                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Разговор с абонентом</b>         | <p>Рельеф слуховой раковины трубки должен быть удобен и «прикладист» для уха разной величины. Угол наклона микрофона трубки должен быть оптимальным с точки зрения необходимой громкости разговора с абонентом.</p> <p>Форма трубки должна позволять в определенных случаях пользоваться ею не держа рукой, а прижимая ухом к плечу.</p> <p>Размеры ячеек решеток, прикрывающих микрофон, должны быть возможно меньшими для предотвращения засорения микрофона.</p> |
| <b>Возвращение трубки на место</b>  | <p>Простота манипуляции. Форма трубки и места ее размещения на аппарате не должны создавать возможности того, чтобы при опускании трубки телефон не оказался включенным в сеть.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Связь предмета со средой</b>     | <p>В проекте должно быть предусмотрено два-три варианта цветового решения аппарата.</p> <p>Форма должна быть целостной и соответствовать по своему характеру общей современной стиливой направленности.</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Протирка телефона при уборке</b> | <p>Отсутствие слишком сложных поднутрений и других мест, неудобных для протирки.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Ремонт телефона</b>              | <p>Легкость снятия крышки и свободный доступ к механизму.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Технологичность</b>              | <p>Форма должна учитывать индустриальные методы изготовления, не иметь мест или элементов, затрудняющих процесс изготовления.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Следует отметить, что часть позиций этого комплекса требований действительна лишь для определенного принципа конструкции. Например, изменение конструкции телефона, где набор номера абонента будет осуществляться без диска (рис. 2.6), отразится на других требованиях (отпадает потребность в развитой опорной площадке и т. д.).

В связи с этим комплекс функциональных условий может быть окончательно определен после уточнения самого принципа действия аппарата. Кроме этого с усложнением задачи будет усложняться и комплекс функциональных условий.

Таким образом, уже в начале работы над будущим изделием у дизайнера появляется определенное отношение к предмету и его форме, а число решений, противоречащих объективным требованиям, сокращается.



Рис. 2.6. Виды телефонов с кнопочным набором номера



## 2.2. Материал, конструкция, технология и форма

Следующая группа требований, выступающих в проектировании как формообразующий фактор, связана с учетом материалов, конструкций, а также технологии производства.

В разных промышленных изделиях материал и конструкция по-разному влияют на форму. Прежде всего, само соотношение между влиянием свойств материала и влиянием конструкции на реальную форму вещи может быть разным. В большинстве случаев материал влияет на форму предмета не непосредственно, а через конструкцию.

На рис.2.7 представлены простые промышленные изделия, в которых конструкция элементарна и материал, как правило, используется в монолите.

В сложном же изделии взаимосвязь между материалом, конструкцией и создаваемой формой иная, поскольку там материал «работает», полностью подчиняясь особенностям специально



*Рис. 2.7. Примеры простых (моноконтурных) промышленных изделий*

создаваемой конструкции, что связано с характером предмета, с его функцией и его устройством.

Например, мебель с использованием металла в качестве основных конструкций отличается свободной пространственной организацией и возможностью быстрой трансформации (рис.2.8).

В любом случае дизайнер должен стремиться к такой организации материала, при которой он использовался бы наилучшим для данного случая образом.



*Рис. 2.8. Пример трансформируемой мебели*

Можно выделить некоторые типовые конструктивные системы (или группы конструкций), выполняемые из самых различных материалов, которые образуют характерные внешние формы различных промышленных изделий. Типы конструкций, которые используются в промышленных изделиях, влияют на форму изделия, на его тектонику и пластику и образуют две основные группы: пространственные открытые конструкции (моноконтинуальные и решетчатые) и «закрытые» конструкции (предметы с обособленным объемом), внешний контур которых может быть образован монолитной конструкцией типа оболочки, каркасом в сочетании с различными ограждающими этот объем щитами или кожухами. Однако это разделение в какой-то мере условно. Есть немало промышленных изделий, которые по их



пространственной организации трудно причислить к той или иной группе.

У каждой из этих групп есть свои особенности, которые дизайнер должен учитывать в своей работе.

На рис. 2.9 показаны примеры таких форм, в которых конструкция как бы полностью раскрыта.

При создании подобного рода пространственных форм для успеха работы дизайнера особенно важно полнее выявить, острее раскрыть конструктивную схему, отразить работу конструкции в целом и ее отдельных узлов.

На рис. 2.10 показаны компактные, пространственно обособленные формы, образуемые поверхностями. Они столь же раз-



Рис. 2.9. Формы  
с пространственной схемой  
конструкции

нообразны, как и формы с открытой схемой конструкции. Эти формы, в свою очередь, можно разделить на две основные группы - четко очерченные «геометрические» и пластически сложные - «скульптурные». Между ними лежат все те же формы, которые сочетают в себе признаки как той, так и другой группы.

Задача дизайнера при работе над такими формами имеет в каждом случае специфику. В одном случае ему необходимо подчеркнуть строгость геометрически ясного четкого объема, не допуская ничего, что могло бы помешать ощутить чистоту формы. В другом случае - обратить внимание на такие существенные моменты скульптурно сложной формы, как организация световых бликов, распределение собственных и падающих теней на сложной поверхности и т. п.



*Рис. 2.10. Изделия  
с обособленной формой*

**Таким образом, говоря о влиянии конструкции на форму, можно выделить несколько очень важных моментов, на которые дизайнер должен обратить внимание.**

1. В конструктивной основе промышленных изделий могут быть использованы разные системы, поэтому важно, чтобы дизайнер смог выявить в форме основную конструктивную систему.

2. Используя старую конструкцию при проектировании новой вещи, можно получить лишь старую характеристику формы, связанную с этой старой конструкцией.

3. Наконец, говоря о влиянии конструкции на форму, не следует забывать и о том, что здесь прослеживается обратная зависимость. Если при работе над изделием исходить только из интересов формального решения, к тому же механически используя какую-то чужую форму, то возможности применяемого материала и конструкции, как правило, полностью не реализуются. Изменение материала и конструкции всегда приводит к изменению формы. Но если дизайнер недостаточно чувствует эти изменения и использует старую форму (хотя и пытается реализовать свое решение в новых конструкциях), все равно в итоге материалы и конструкции используются им нерационально. Новому материалу и новой конструкции должна соответствовать новая форма.

Конструкция и форма изделия в целом реализуются в материале в процессе производства. Поэтому уже на самом раннем этапе проектирования дизайнер должен думать о том, как будет осуществляться производство изделия, насколько та или другая форма, придаваемая материалу, технологична.

Очевидно, что разные способы обработки материала, различные технологические процессы, которые приняты на данном производстве, также влияют на образование формы. При использовании различных технологий получается и иная внешняя форма - по характеру, пластике, фактуре.

Существенным с точки зрения учета технологических требований является и вопрос о проектных недостатках, приводящих в итоге к искажению формы промышленного изделия. Если проект «нетехнологичен», то вполне естественно ждать и несоответствия

**Унификация** (от лат. unus - один и facio - делаю) - относительное сокращение разнообразия элементов по сравнению с разнообразием систем, в которых они применяются.

**Агрегатирование** - метод конструирования изделий на основе применения унифицированных и стандартизованных составных частей путем изменения характера их соединений и пространственного сочетания, применительно к заданным условиям.

выпускаемого изделия той идее, которая была предложена дизайнером.

Круг основных вопросов в области технологии, которые приходится учитывать дизайнеру, значителен.

1. Учет трудоемкости изготовления будущего промышленного изделия, что связано, как правило, с применением рациональных методов обработки этого изделия.

2. Второе, что непосредственно связано с технологией и влияет на качество формы, - это вопрос о возможности укрупнения деталей, замене нескольких деталей одной или по крайней мере минимальным количеством. Однако укрупнение элементов изделий должно быть разумным, не в ущерб решению композиционных вопросов, ибо иногда крупный элемент может войти в противоречие с задуманной композицией.

3. Вопрос об использовании заранее запроектированных и изготовленных агрегатов, из которых могут затем составляться различные типы оборудования, и об унификации отдельных элементов конструкции. Кроме вариантности, возможности получать разновидности изделий имеется большое преимущество - упрощение производства этих изделий. Когда налажен выпуск большого количества отдельных агрегатов или агрегатированных элементов, есть уверенность в том, что будет отработано их качество.

В процессе художественного конструирования иногда забывают о различных соединениях и деталях. Многие недостатки формы возникают часто в связи с сочетанием отдельных элементов, с примыканием к основным элементам изделия дверок и крышек, с неправильно выбранной формой выключателей и переключателей и т. д.

4. Прослеживается прямая связь между новыми прогрессивными техническими решениями, изменяющими форму изделия, и тем, как это сказывается на их производстве.

Таким образом, учет влияния различных факторов на образование формы предмета или системы приводит к возможности получить предварительное представление о форме функциональной, форме конструктивной, форме технологичной и т. д. (рис. 2.11). Но для сложения целостной дизайн-формы изделия этого

недостаточно. Нужно еще знать закономерности композиции и уметь свободно ими оперировать.

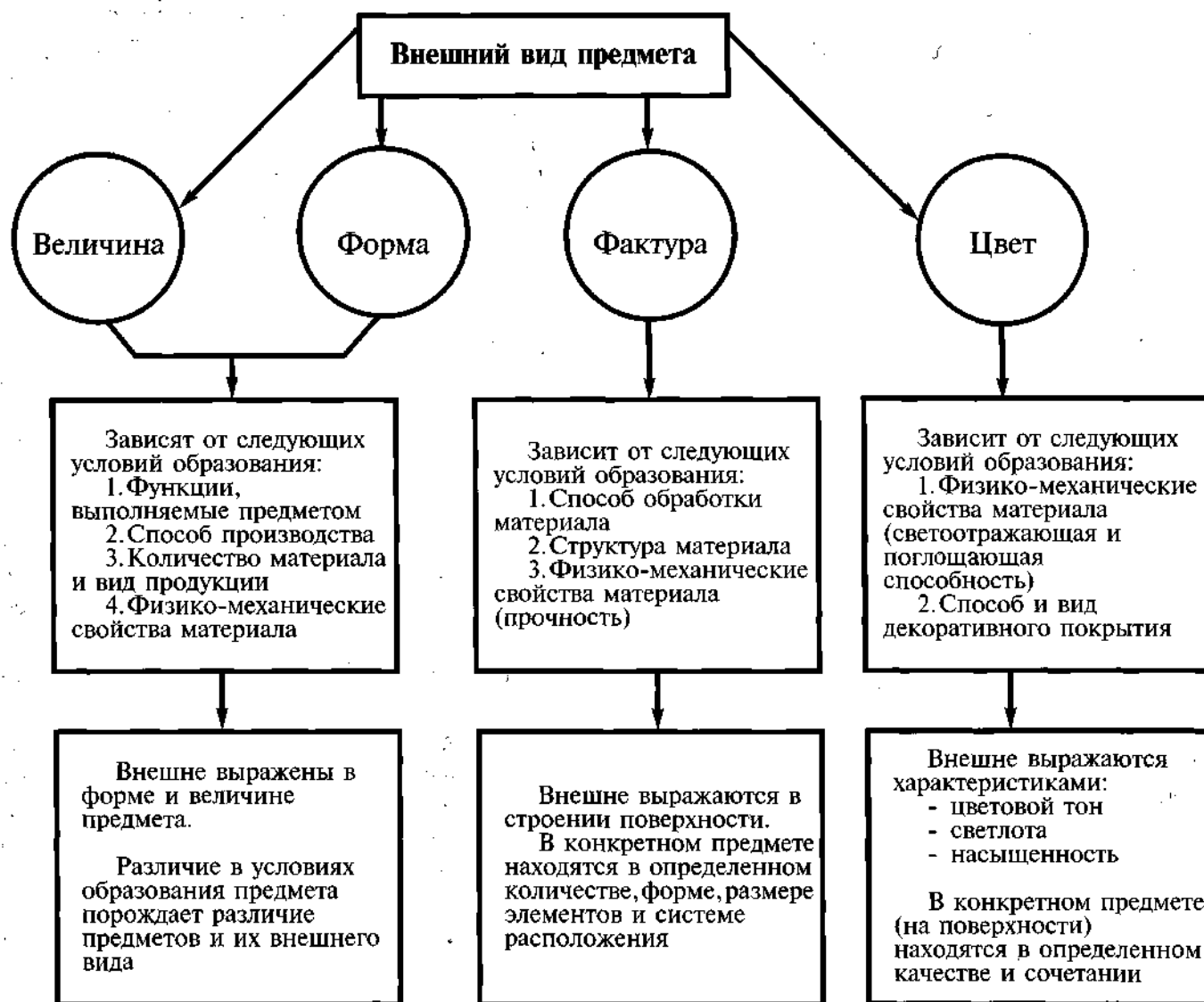


Рис. 2.11. Влияние различных факторов на внешний вид предмета

## 2.3. Анализ промышленных изделий

Художественно-конструкторский анализ может дать достаточно полное представление о потребительских качествах изделия, а также об эстетической характеристике рассматриваемого предмета.

Степень трудоемкости анализа различна и зависит прежде всего от сложности предмета, той задачи, которую он предназначен решать, его конструкции, а также примененных материалов и всего, что относится к производству предмета - технологическому процессу.

Прежде чем начать работу над будущим изделием, полезно провести подобный анализ различных аналогов заданного изделия. При этом наиболее действенным будет анализ как наилучших образцов, так и рядовых или даже таких, которые имеют заведомые недостатки.

В стадии анализа, который лучше проводить параллельно по двум или нескольким аналогам, появляется возможность сопоставления отдельных качеств. Особенно это наглядно именно в сравнении, когда видны сильные и слабые стороны изделия.

**Какое бы изделие ни рассматривалось, общие вопросы для выявления его потребительских качеств и последовательность анализа могут быть сформулированы следующим образом:**

1. Ознакомление по различным источникам - патентным материалам, каталогам и проспектам с существующим уровнем решений, относящихся к аналогам заданного для проектирования изделия. Выявление тенденций в решениях.

2. Подбор действующих аналогов проектируемого изделия и составление подробного, охватывающего все этапы или стороны условий, описания процесса его использования.

3. Анализ функциональных требований.

- 3.1. Учет и оценка всех качеств, определяющих связи «человек - предмет». Сюда будут входить две группы связей: эргономические (относящиеся к форме предмета и ее восприятию) и эстетические.

- 3.2. Выявление связи «предмет - среда».

3.3. Выявление соответствия всех элементов формы назначению предмета.

4. Выявление соответствия формы конструктивной основе.

4.1. Логика развития формы как продолжения структуры.

4.2. Выявление в форме тектоники конструкции (соответствие формы тектонике).

5. Анализ соответствия материалов.

5.1. Функциональное соответствие.

5.2. Конструктивное соответствие.

5.3. Использование декоративных возможностей материалов.

6. Анализ технологичности предмета как в отдельных элементах, узлах и деталях, так и в целом.

7. Анализ композиционного решения формы.

7.1. Целостность формы.

7.2. Единство характера всех элементов.

7.3. Соответствие формы стилевой направленности.

8. Общее заключение по изделию.

Данный ход анализа будет достаточно общим для самых различных промышленных изделий, но это только общность позиции исследования качества. В самом же методе рассмотрения по перечисленным пунктам, в выявлении тех или других качеств будет своя специфика и конкретизация.

В связи с необходимостью разных подходов к анализу различных промышленных изделий возникает необходимость в разделении их на группы. Все промышленные изделия можно разделить на четыре группы:

- изделия, непосредственно обслуживающие человека (предметы быта, обихода - одежда, обувь, мебель и пр.);
- изделия, непосредственно обслуживающие человека и выполняющие техническую функцию (бытовые приборы, электроарматура и пр.);
- промышленные изделия, выполняющие рабочую функцию (станки, приборы, машины, средства транспорта);
- промышленные изделия, выполняющие рабочую функ-

цию без непосредственного участия человека (автоматизированные системы, узлы механизмов машин).

Такая классификация дает возможность более точно определить методику анализа для каждой из групп изделий.

Разберем более подробно весь ход анализа, его этапы в последовательном порядке, обращая внимание на наиболее существенные стороны каждого этапа (табл. 2.2).

**Таблица 2.2**  
**Анализ выявления потребительских качеств изделий**

| Название этапа                        | Существенные признаки этапа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>1. Сбор информации</b>             | <p>Сбор информации должен быть поставлен так, чтобы можно было располагать новейшими сведениями о проектировании и производстве аналогов создаваемого изделия.</p> <p>Желательно не ограничиваться общими сведениями лишь о внешнем виде изделий. Самое большое внимание следует уделить такой информации, в которой имеются сведения о технических данных изделия, описания особенностей конструкции, чертежи и т.п.</p> <p>Все, что в процессе изучения информации покажется дизайнеру заслуживающим внимания, следует тщательно заэскизировать.</p> <p>Такая подготовительная работа дает дизайнеру возможность гораздо увереннее вести анализ, а его оценки того или другого качества анализируемых изделий будут более точными.</p> |
| <b>2. Подбор действующих аналогов</b> | <p>Не меньшее внимание, чем знакомству с информационными материалами, необходимо уделить подбору действующих аналогов проектируемого изделия.</p> <p>Конечно, нельзя говорить об общем подходе для любых изделий.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |



Продолжение табл. 2.2

| 1                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | <p>Для одних изделий вообще может не оказаться нужных аналогов, а для других (например, предметы бытового обихода) таких аналогов можно найти достаточно как в отечественном, так и в зарубежном производстве.</p> <p>При этом помощь может оказать рассмотрение предварительных данных, к которым относятся технические параметры изделий по прилагаемому паспорту, а также собственное предварительное ознакомление с изделием.</p> <p>Так, например, проводя художественно-конструкторский анализ холодильников, желательно подобрать их исходя из объема, соответствующего проектируемому, а также аналогичной системы охлаждающей установки (принцип конструкции).</p> <p>Важным условием при поисках аналогов является подбор их по классам. Например, если проектируемый бытовой прибор высшего класса, то следует найти аналог соответствующего класса. Чем больше сходных параметров (мощность двигателя в одном случае, емкость и т.п. в других) будет у аналогов рассматриваемого изделия, тем больше пользы принесет такой анализ.</p> <p>Коренным образом меняется требование о подборе изделий для художественно-конструкторского анализа в том случае, если еще нет достаточно твердой установки о типе будущего изделия, принципе его конструкции и т.п. В этом случае при выборе образцов лучше остановиться на таких, которые бы как можно больше отличались друг от друга самими принципами осуществления задачи. Это в дополнение к сведениям, полученным на первом этапе, дает много полезного в том смысле, если появятся более полные данные о качествах разных конструкций. Можно будет в процессе анализа сопоставить разные решения. Этот случай анализа особый и основан на более широких возможностях.</p> |
| <b>3. Анализ функциональных требований</b> | <p>Анализ функциональных требований - основная часть анализа, от качества проведения которой по существу зависит и правильность основных выводов. При этом следует обратить внимание на следующие положения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Продолжение табл. 2.2

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><b>3.1. Учет и оценка всех качеств, определяющих связи «человек - предмет»</b></p> <p>Анализируется все то, что относится к удобству пользования вещью. Нужно иметь в виду, что для разных изделий графа «удобство пользования» будет включать весьма различные данные.</p> <p>Проводя данную часть анализа, необходимо придерживаться строгой последовательности рассмотрения всех составляющих процесса, каким бы простым или сложным он ни был.</p> <p>Только такой подход позволит выявить действительную картину степени соответствия изделия его назначению. Рассмотрение всего процесса в этом случае приобретает характер системы, где все этапы использования изделия связаны между собой.</p> <p><b>3.2. Выявление связей «предмет - среда»</b></p> <p>Приступая к оценке этой стороны предмета, необходимо учитывать все особенности самой среды, помня при этом, что высшей оценки заслуживает то изделие, которое позволяет активно формировать среду. С этой точки зрения разные группы изделий должны оцениваться по-разному. Особенно важна эта сторона качества для тех изделий, которые играют в интерьере значительную роль: бытовая мебель, производственное оборудование, станки и машины.</p> <p>Здесь важно обратить внимание на следующие моменты:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• насколько форма по своему характеру, стилевому направлению и прочему способна соседствовать с другими элементами интерьера;</li><li>• варианты возможности в использовании данного изделия или группы предметов, учет требований унификации, согласованности размеров и т.д., в особенности для непосредственно соседствующих друг с другом элементов, например секционной мебели, радио- и телекомплексов, т.е. таких элементов, из которых могут составляться различные композиционные системы и т.п.;</li><li>• к анализу небольших по размерам изделий - пылесосов, электронагревательных приборов, следует подходить с точки зрения того, каково место данного изделия в интерьере и в какой мере оно вообще будет</li></ul> |

Продолжение табл. 2.2

| 1                                                            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -                                                            | <p>участвовать в нем как элемент среды.</p> <p>Для холодильников, стиральных машин, телевизоров вопросы взаимосвязи со средой должны рассматриваться всесторонне, с точки зрения характера формы, ее стилевой направленности, связи этих предметов в одном случае с мебелью, в другом с сантехническим оборудованием и пр.</p> <p>Гораздо сложнее говорить о среде, когда речь идет, скажем, о предметах транспорта. Средой для них является улица, природное окружение и т.д. Постоянная смена среды должна учитываться дизайнером. Здесь возникают свои требования, учет таких вопросов, как масштаб, «заметность» формы, ее информационность и т.п.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>4. Выявление соответствия формы конструктивной основе</b> | <p>Художественно-конструкторский анализ не должен включать рассмотрение конструкции вообще с точки зрения всех ее чисто технических параметров. Конструктивное решение должно интересовать нас постольку, поскольку конструкция определяет способ использования изделия, связана с его эксплуатацией, а также с тем, насколько удалось дизайнеру достигнуть соответствия формы конструктивной основе.</p> <p><b>4.1. Логика развития формы как продолжения структурной организации вещи</b></p> <p>Конструкцию необходимо рассматривать с точки зрения ее структуры. Это может быть «плотная» насыщенная структура, как, например, у часового механизма, когда она как бы уже во всем предопределяет форму предмета. Но может быть и пространственно сложная структура совершенно иного характера. Связи формы и конструкции в этих случаях носят различный характер. Но как в том, так и в другом случаях задачей анализа являются установление соответствия или несоответствия формы конструкции, логичность той формы, которая в конечном счете объединяет структурную «массу» конструкции, «подает» ее потребителю.</p> <p><b>4.2. Выявление в форме тектоники конструкции</b></p> <p>Необходимо рассмотреть форму с точки зрения того, насколько правильно отражена в ней тектоника (тектоническая правдивость формы).</p> |

Продолжение табл. 2.2

| 1                                                                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         | <p>Легкое в основе должно быть раскрыто в форме как легкое, а тяжелое не должно маскироваться под легкое, оболочка тонкая и упругая не должна смотреться, как монолит. Здесь критерием для оценки в значительной мере является правильность в разработке пластики формы, соответствие пластической проработки истинной, объективно обусловленной конструкцией и материалом тектонике предмета.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>5. Анализ соответствия материалов выполняемой ими функции</b></p> | <p>После анализа соответствия формы конструкции можно перейти к более полному рассмотрению всех материалов, чтобы выяснить, насколько они удовлетворяют требованиям технической эстетики, каковы их декоративные качества и пр.</p> <p><b>5.1. Функциональное соответствие материала</b></p> <p>Главным критерием в оценке материала является его соответствие выполняемой функциональной задаче. Анализируя это условие, необходимо рассмотреть материалы с утилитарной точки зрения. Например, проводя анализ настольной лампы с обычной лампой накаливания в качестве источника света, нужно обратить серьезное внимание на материал рефлектора-отражателя, так как это существенно для нормального функционирования изделия. Рассматривая пылесос, нужно решить вопрос о подборе материалов покрытия корпуса и пр. Одним словом, все те материалы, которые попадают в «зону» соприкосновения с человеком, должны быть рассмотрены с указанных позиций.</p> <p><b>5.2. Конструктивное соответствие материала</b> на первый взгляд не имеет отношения к художественно-конструкторскому анализу, однако это не так. Применяя, например, дерево как конструктивный материал там, где оно хотя и работает, но работает нерационально и где с гораздо большим успехом были бы использованы металл или пластмасса, мы поступаем неправильно.</p> <p>Здесь задача анализа не только фиксировать это несоответствие, но и показать, каким материалом следовало бы воспользоваться.</p> |

Продолжение табл. 2.2

| 1                                        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | <p><b>5.3. Декоративные качества</b></p> <p>Здесь инструментом для оценки служит вкус самого дизайнера, т.е. оценка носит гораздо более субъективный характер, чем оценка других качеств.</p> <p>При этом следует иметь в виду, что наилучшей оценки заслуживают те изделия (это общее для любых вещей положение), где дизайнеру удалось обойтись минимумом декоративных материалов.</p> <p>Те изделия, в которых применено большое количество различных материалов, участвующих в качестве не только конструктивных, но и декоративных, требуют внимательного рассмотрения с точки зрения целостности восприятия формы.</p> <p><b>5.4. Степень использования материала</b></p> <p>Материал может быть обработан так, что его хорошие декоративные свойства вообще не раскрыты и, ценный сам по себе, он «не работает» в нужном плане либо он обработан так, что фактически испорчено впечатление от формы.</p> <p>Различные материалы могут обрабатываться многими способами, важно оценить, насколько удачен с этой точки зрения данный прием обработки материала.</p> |
| <p><b>6. Технологичность изделия</b></p> | <p>Изделие может быть технологичным и нетехнологичным.</p> <p>Задача состоит в том, чтобы со всей тщательностью разобраться, что именно в форме предмета вызывает необходимость в дополнительных трудоемких операциях, связанных, например, с ручным трудом сборщика (необходимость доводки вручную, подгонки деталей), а что такой необходимостью не вызывается и лишь усложняет технологический процесс.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>7. Композиция изделия</b></p>      | <p>Конечной фазой анализа должно явиться рассмотрение композиционных качеств предмета, его художественной и образной выразительности.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Продолжение табл. 2.2

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><b>7.1. Целостность формы</b></p> <p>Основным критерием композиционного решения любой формы, насколько бы простой или сложной она не была, является ее целостность.</p> <p>Если объем пространственно сложен, то прежде всего нужно обратить внимание на то, не возникает ли слишком обособленных в композиционном отношении частей, не подчиненных главному. Это особенно ярко проявляется в случаях, когда отдельные части объема имеют самостоятельные слишком сильные композиционные оси или когда форма отдельных деталей не связывается в единое целое с остальными частями формы.</p> <p>Особое значение имеют при этом вопросы конструктивной логики построения формы и ее тектоники.</p> <p>Начав анализ композиционного решения с рассмотрения целостности формы и визуально определив, насколько это удалось или не удалось достичь в предмете, необходимо затем шаг за шагом раскрыть причины композиционных недостатков. Нужно обратиться к тем средствам композиции, которые в том или ином случае позволили достичь целостности формы, и посмотреть, как они были использованы.</p> <p>Пунктами рассмотрения должны явиться и такие вопросы, как масштабность формы в целом и отдельных ее частей. При этом следует иметь в виду, что немасштабность предмета может носить «безобидный» характер, когда нарушаются только связи «предмет - среда». Предмет, как говорят, «выпадает» из общего масштаба. Но немасштабность может быть причиной гораздо более серьезных недостатков, когда нарушаются связи «человек - предмет». Например, органы управления небольших приборов имеют размеры, не учитывающие антропометрических данных, и выбраны не «по человеку». Они становятся, таким образом, неудобными для пользования.</p> <p>Должна быть рассмотрена и система положенных в основу композиции пропорций. При этом не следует подходить к пропорциональным соотношениям формально. Самые лучшие формальные соотношения</p> |

Окончание табл. 2.2

| 1                                            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | <p>(«золотое сечение» и другие) сами по себе еще ни о чем не говорят и обеспечить гармонию не могут.</p> <p>Разбирая пропорции, необходимо связать исследование с конструкцией предмета и посмотреть, как согласуются пропорции с конструктивной схемой, не искажают ли они ее.</p> <p>Из поля зрения дизайнера не должны выпадать и такие средства композиции, как контраст и нюанс, ритм, цветовая гармония и др.</p> <p><b>7.2. Единство характера всех элементов формы</b></p> <p>Необходимо посмотреть на форму и с точки зрения единства ее характера. Это особенно относится к формам, сложным в объёмно-пространственном отношении.</p> <p>Этот пункт анализа тоже в основном связан с общим художественно-профессиональным уровнем анализирующего. Он требует глубокого понимания и чувства формы, ее стилевой характеристики.</p> <p><b>7.3. Соответствие формы стилевой направленности</b></p> <p>Когда речь идет о формах, где особенно остро проявляются черты стиля (не моды, а стиля), необходимо с особым вниманием проанализировать эти черты.</p> |
| <p><b>8. Общее заключение по изделию</b></p> | <p>Наиболее трудным делом при проведении художественно-конструкторского анализа изделий оказывается сохранение строгой системы рассмотрения качеств предмета с целью выявления соответствия формы назначению вещи. Поэтому на систему проведения анализа необходимо обратить особое внимание.</p> <p>После обоснованного вывода о композиции предмета, когда по существу анализ вещи исчерпан, весьма полезно снова просмотреть все заключения, сделанные в ходе анализа. Это дает полезные результаты, поскольку многие первоначальные выводы по разделам после проведения общего рассмотрения наверняка будут уточнены, появится большая взаимосвязь между всеми разделами анализа.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 2.4. Пример художественно-конструкторского анализа

Рассмотрим некоторые вопросы художественно-конструкторского анализа двух изделий-аналогов (автоматических стиральных машин с фронтальной загрузкой: **Бeko WMN 6350 SE/SES Future Line** и **Ariston AVSD 109 S**).

**Автоматические стиральные машины** представляют сегодня почти весь ассортимент машин, имеющийся на рынке.

Бытовые автоматические стиральные машины предназначены для стирки белья по заданной программе. Стирка, замачивание и полоскание осуществляется механическим перемешиванием белья, помещенного в перфорированный барабан в стиральном растворе. Отжим белья осуществляется центрифугированием белья в том же барабане.

Процессы стирки в этих машинах полностью автоматизированы: залив и слив воды для всех операций, ввод моющих средств, замачивание, стирка с нагревом воды с бельем в баке стиральной машины до заданной температуры, полоскание и отжим. Разнообразный выбор программ позволяет стирать белье разной степени загрязненности, прочности, из тканей различной химической структуры качественно и не снижая степени износа.

Для автоматического управления процессами стирки с учетом физико-химических и механических свойств тканей в автоматических стиральных машинах установлен целый ряд приборов контроля и регулирования процессов стирки, осуществляющих взаимодействие органов машин в определенной, заранее заданной последовательности во времени. К ним относят командоаппарат, задающее устройство, датчик-реле уровня стирального раствора и т.п.

Непосредственно процесс стирки осуществляется в барабане стирального бака с помощью исполнительных органов: электромагнитного клапана, электродвигателя привода барабана, электронасоса, электронагревателя.

В автоматических стиральных машинах имеется ряд вспомогательных элементов, обеспечивающих работу исполнительных приборов: общий сетевой выключатель, микровыключатель бло-



кировки крышки, конденсаторы, резисторы, лампа сигнальная.

Что же касается выбора программ стирки, то здесь прогресс в развитии стиральных машин наиболее значителен - применяемые в современных машинах системы управления на основе так называемой «размытой логики» (Fuzzy Logic) дают возможность реализации тысяч возможных вариантов. Специальные датчики контролируют жесткость и температуру воды, концентрацию раствора моющих средств и загрузку белья. Пока машина не может сама определить тип белья, но уже есть предложения снабдить каждый предмет одежды нашивкой со штрих-кодом, а машину - считывающим устройством.

Микропроцессор современной машины определяет наиболее характерный для пользователя тип стирки (температуру, продолжительность) и после нескольких повторов владельцем этой стирки готов выполнить ее «по умолчанию».

Последней тенденцией развития современной бытовой техники, и стиральных машин в частности, стало объединение бытовых приборов в локальную сеть с подключением к сети Интернет. Это позволяет им связываться с сервисным центром, сообщать о случившихся сбоях в работе и снабжать сервисную службу точными данными для подготовки эффективного визита мастера. Сообщаясь между собой, бытовые приборы могут контролировать количество потребляемой ими энергии и при угрозе перегрузки решать, чему отдать приоритет - стиральной машине или духовке.

Независимо от конструкторского решения, единственными выполняемыми вручную операциями остаются следующие:

- загрузка белья в специальную емкость, которая почти у всех машин представляет собой барабан с мелкими отверстиями в стенках;
- загрузка моющего средства и различных добавок в соответствующий отсек распределителя, откуда в соответствующий момент цикла оно автоматически подается в барабан;
- разгрузка стиральной машины после отжима с помощью центрифуги и окончательная сушка на воздухе или в специальной машине.

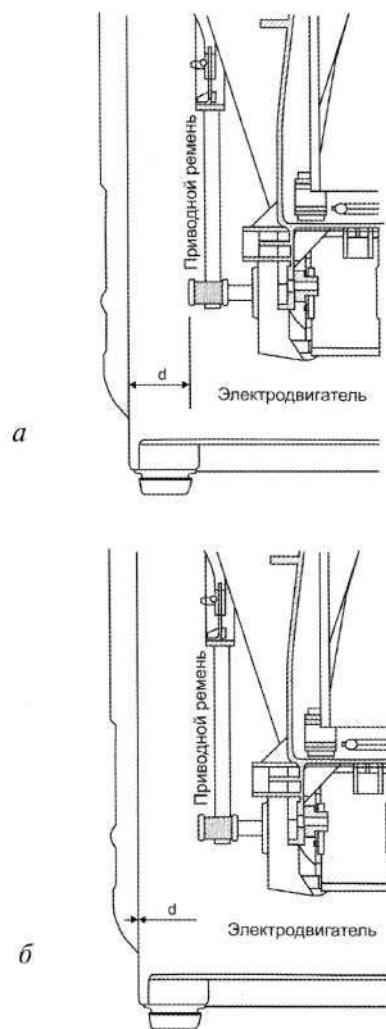


Рис. 2.12. Сравнение зазора  $d$  между валом электродвигателя и задней стенкой:  
 а - стандартной стиральной машины;  
 б - «узкой» стиральной машины

Автоматические стиральные машины отличаются по конструкции, по примененным электрическим схемам и используемым элементам автоматики.

В табл. 2.2 показан общий вид стиральных машин **Beко WMN 6350 SE/SES Future Line** и **Ariston AVSD 109 S** и приведены их основные технические показатели.

Рассмотрим эти показатели.

Выбранные для анализа модели стиральных машин относятся к категории «узких» (корпус машин имеет глубину менее 55 см). Как правило, загрузка белья в такие машины уменьшена по сравнению с полногабаритными стиральными машинами с 5 до 3...3,5 кг. Однако стиральная машина **Ariston AVSD 109 S** имеет большой объем загрузки - 5 кг (максимальный для узкой машины). Объем загрузки машины **Beко WMN 6350 SE/SES Future Line** составляет 4 кг, чего для большой семьи может оказаться недостаточно.

Разрабатывая «узкие» модели, конструкторы стиральных машин рассчитывают на интерес к ним потребителей с ограниченной площадью кухни или ванной комнаты. Проблема дефицита места для установки стиральной машины актуальна для многих россиян, поэтому «узкие» стиральные машины пользуются спросом. Однако в технике меньшие размеры изделия не означают его меньшую цену, чаще бывает наоборот: «узкая» (особенно «очень узкая») машина оказывается дороже машины стандартных размеров.

С технической точки зрения основной проблемой «узких» стиральных машин становятся минимальные зазоры между их механическими компонентами (рис. 2.12).

Малая величина зазора  $d$  приводит к тому, что при вибрациях, неизбежных во время работы стиральной машины, вращающийся вал электродвигателя зацепляет за заднюю стенку машины, в результате чего нередки повреждения стенки и элементов трансмиссии (шкивов и приводного ремня). Для борьбы с этим явлением в конструкцию машин вводятся дистанционирующие элементы, призванные исключить близкое соприкосновение вала или шкива с задней стенкой изделия.

**Таблица 2.2**  
**Технические показатели стиральных машин**  
**Beko WMN 6350 SE/SES Future Line**  
**и Ariston AVSD 109 S**

|                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Общий вид стиральных машин, выбранных для анализа |  |  |
| Марка                                             | Beko                                                                               | Ariston                                                                             |
| Модель                                            | WMN 6350 SE/SES Future Line                                                        | AVSD 109 S                                                                          |
| Страна                                            | Турция                                                                             | Италия                                                                              |
| Габариты (ВхШхГ), см                              | 85x60x35                                                                           | 85x59,5x40                                                                          |
| Максимальная загрузка, кг                         | 4                                                                                  | 5                                                                                   |
| Бак                                               | Карфенон                                                                           | Нержавеющая сталь                                                                   |
| Открытие дверцы загрузочного люка                 | 180 °                                                                              | 180 °                                                                               |
| Расход энергии, кВт/ч                             | 0,81                                                                               | 0,95                                                                                |
| Расход воды, л                                    | 49                                                                                 | 54                                                                                  |

Рассмотрим теперь некоторые вопросы удобства пользования изделием.

**Люк** стиральной машины (с фронтальной загрузкой) предназначен для загрузки белья. Для удобства загрузки конструкторы стиральных машин пытаются, насколько возможно, увеличить диаметр люка, угол разворота его дверцы в открытом положении, а также уровень люка над полом. Обе рассматриваемые нами стиральные машины оснащены дверцей, которая открывается на 180°, а у машины **Бeko WMN 6350 SE/SES Future Line** она имеет еще и достаточно большой внутренний диаметр (30 см), что значительно упрощает загрузку крупногабаритного белья. Кроме этого в машине **Бeko WMN 6350 SE/SES Future Line** дверца может быть переориентирована на другую сторону.

Прозрачное окно люка выполняется из стекла или пластмассы, иногда применяются оба материала: внутреннее стеклянное окно обращено в бак, а с внешней стороны оно дублируется декоративным пластмассовым окном, температура которого даже во время стирки при температуре 90 С остается низкой, исключая ожог при случайном к нему прикосновении.

В целях обеспечения безопасности пользователя во всех современных стиральных машинах предусмотрена блокировка дверцы люка во время выполнения программы. Во многих моделях имеется специальная кнопка открывания люка.

Рассмотрим некоторые из компонентов конструкции автоматических стиральных машин.

На рис. 2.13 показаны основные элементы конструкции автоматической стиральной машины с фронтальной загрузкой.

**Корпус** стиральных машин изготавливается из стального листа и покрывается краской, стойкой к щелочной среде растворов моющих средств. Для снижения шума при работе стиральной машины на панели корпуса изнутри могут наклеиваться листы звукопоглощающего материала (рис. 2.14).

**Бак** стиральной машины может выполняться из стального листа, который во избежание коррозии хромируется (так называемые «нержавеющие» баки) либо эмалируется. В последние десятилетия все большее распространение получают баки из

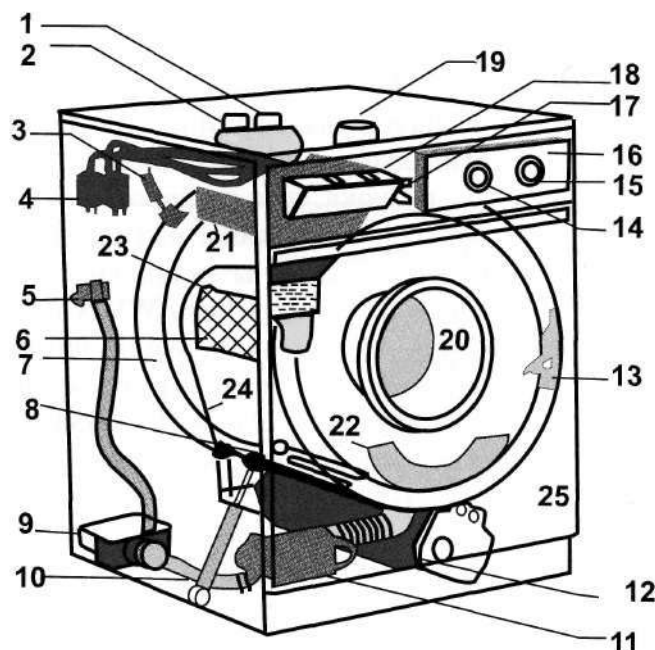


Рис. 2.13. Основные элементы конструкции автоматической стиральной машины

1 - противопопыховый фильтр, 2 - клеммная коробка, 3 - пружина подвески, 4 - блок входных электромагнитных клапанов, 5 - штуцер слива воды, 6 - барабан, 7 - бак, 8 - термо-электро-нагревательный элемент (ТЭН), 9 - сливной насос, 10 - амортизатор, 11 - фильтр, 12 - электродвигатель, 13 - блокиратор дверцы люка, 14 - рукоятка выбора температуры стирки, 15 - рукоятка командоаппарата, 16 - панель управления, 17 - кнопка открывания дверцы люка, 18 - бункер моющих средств, 19 - реле уровня, 20 - люк, 21 - верхний противовес, 22 - нижний противовес, 23 - шкив, 24 - приводной ремень, 25 - корпус

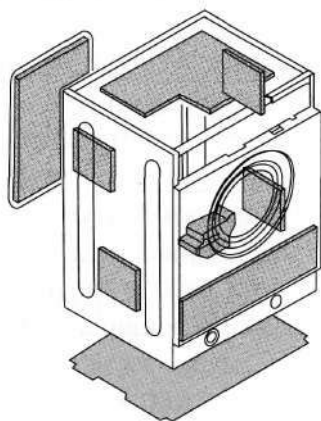


Рис. 2.14. Звукопоглощающие панели корпуса стиральной машины

пластмасс, эти материалы фирмы-производители называют по-разному: poliplex, carboran, polytenax, silitech и т.д.

В Западной Европе первые стиральные машины барабанного типа имели эмалированные баки, которые страдали дефектом протечки воды. Поэтому в сознании массового потребителя укоренилось мнение, что эмалированный бак хуже нержавеющей. Однако у тех фирм, чья технология производства обеспечивает равную плотность швов между обечайкой и днищами бака, различие между нержавеющей и эмалированными баками состоит лишь в стоимости. Примером может служить продукция фирмы Merloni Elettrodomestici (торговые марки Ariston и Indesit): фирма начинала с производства газовых плит, отработала надежную технологию эмалирования и при выпуске стиральных машин обеспечивает качество эмалированных баков, ничуть не уступающее качеству баков нержавеющей.

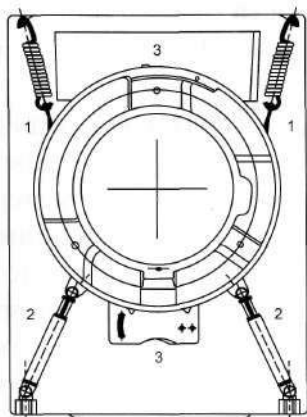


Рис. 2.15. Схема системы подвески:  
1 - пружины, 2 - амортизаторы,  
3 - противовесы

Бак стиральной машины **Beко WMN 6350 SE/SES Future Line** выполнен из карферона, машины **Ariston AVSD 109 S** - из нержавеющей стали. Пластмассовые баки дешевле и технологичнее металлических, стойки к коррозии, их материал обладает более низким по сравнению с металлом коэффициентом теплопроводности, хуже проводит звук, в результате чего уменьшается шум при работе машины и тепловые потери при нагреве воды. Главный недостаток пластмассовых баков - хрупкость, которая приводит к обламыванию крепежных ушек и образованию трещин при сильных ударах во время транспортировки стиральной машины. В стоимостном отношении самыми дорогими являются машины с нержавеющей баками, затем идут машины с эмалированными, и самыми дешевыми (при прочих равных характеристиках) - машины с пластмассовыми баками.

**Барабан** всегда выполняется из нержавеющей материала и представляет собой перфорированный цилиндр, в который при стирке помещается белье. В машинах с фронтальной загрузкой барабан крепится консольно, только на одном конце оси вращения. На внутренних стенках барабана имеются трехгранные выступы, зацепляющие белье при вращении барабана. При прохождении барабаном нижней части бака эти выступы заполняются водой, а затем вода изливается на белье через выполненные в грани отверстия перфорации («эффект орошения»).

**Система подвески бака** стиральной машины включает в себя пружины, которыми бак крепится к верхней раме корпуса, и амортизаторы, которые соединяют бак с нижней рамой корпуса (рис. 2.15). Назначение системы подвески - снизить амплитуду колебаний бака, возникающую при работе стиральной машины из-за дисбаланса белья в барабане. Для этой цели к баку также крепятся утяжеляющие его противовесы. Противовесы могут располагаться над баком, под ним или на передней крышке бака, а общая их масса достигать порядка 20 кг.

Гидравлическая система стиральной машины включает в себя входные электромагнитные клапаны, распределитель моющих средств, сливной насос и набор патрубков, соединяющих эти компоненты с баком стиральной машины, а также шланги налива и слива воды.

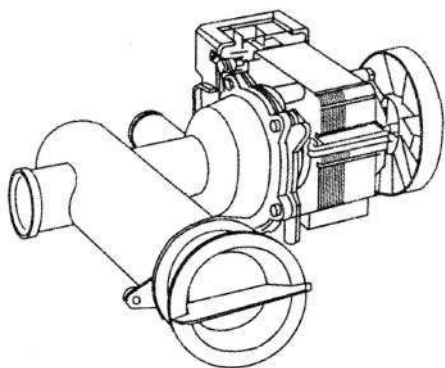


Рис. 2.16. Схема сливного насоса

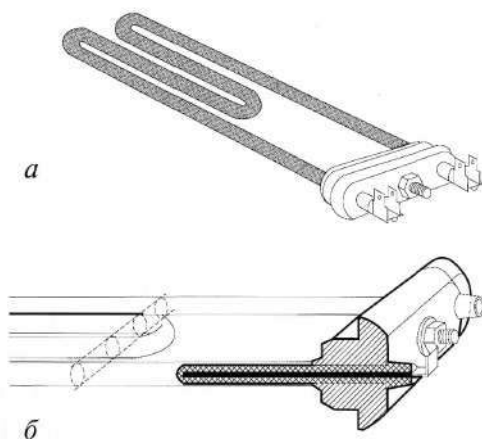


Рис. 2.17. Схема термоэлектронагревательного элемента (ТЭН):  
а - внешний вид, б - разрез

Сливной насос (рис.2.16) часто конструктивно объединяется с фильтром, который улавливает предметы, оторвавшиеся от одежды или выпавшие из ее карманов (пуговицы, монеты и т.д.) и препятствует их попаданию в канализацию. Для извлечения этих предметов из насоса в цокольной части стиральной машины предусматривают крышку, через которую можно произвести очистку насоса.

**Термоэлектронагревательный элемент (ТЭН)** служит для нагрева воды в баке и представляет собой трубчатое омическое сопротивление, заключенное в изолятор из силикатного материала (рис.2.17). Мощность ТЭНа современных стиральных машин составляет порядка 2 кВт и дает наибольший вклад в энергопотребление машины. ТЭНы часто выполняются в сборе с термозащитным предохранителем, разрывающем цепь питания ТЭНа при перегреве, который может возникнуть, например, при сбое в выполнении программы, если ТЭН включится без воды в баке.

Эстетические свойства стиральных машин характеризуются их информационной выразительностью, целостностью композиции, рациональностью формы и совершенством производственного исполнения.

Эстетические свойства современных стиральных машин барабанного типа находятся на более высоком уровне. В них выделен за счет прозрачности дверцы ведущий элемент композиции - стиральный бак с дверцей, окантованной цветной пластмассой. Удачное сочетание цветов обеспечивает лучшую графическую прорисованность частей и целого.

Из эстетических свойств в отечественных стандартах на стиральные машины нормируют лишь некоторые требования к совершенству исполнения покрытий. Так, лакокрасочные покрытия наружных частей машины должны быть не ниже третьей категории с адгезией не ниже двух баллов. Покрытие должно иметь прочное сцепление с металлом и ровный тон по всей поверхности. Шелушение, отслаивание, пузырчатость, наплывы и посторонние включения в покрытиях, ухудшающие товарный вид изделия, не допускаются.

Итак, мы подвергли лишь самому предварительному анализу далеко не все качества рассматриваемых стиральных машин. Здесь необходимо было бы более подробно исследовать изделия со стороны функциональных их качеств (в частности удобства пользования), соответствия материалов, сложности технологического процесса изготовления изделия, а также со стороны других требований, которые необходимо принимать во внимание и о которых говорилось выше.



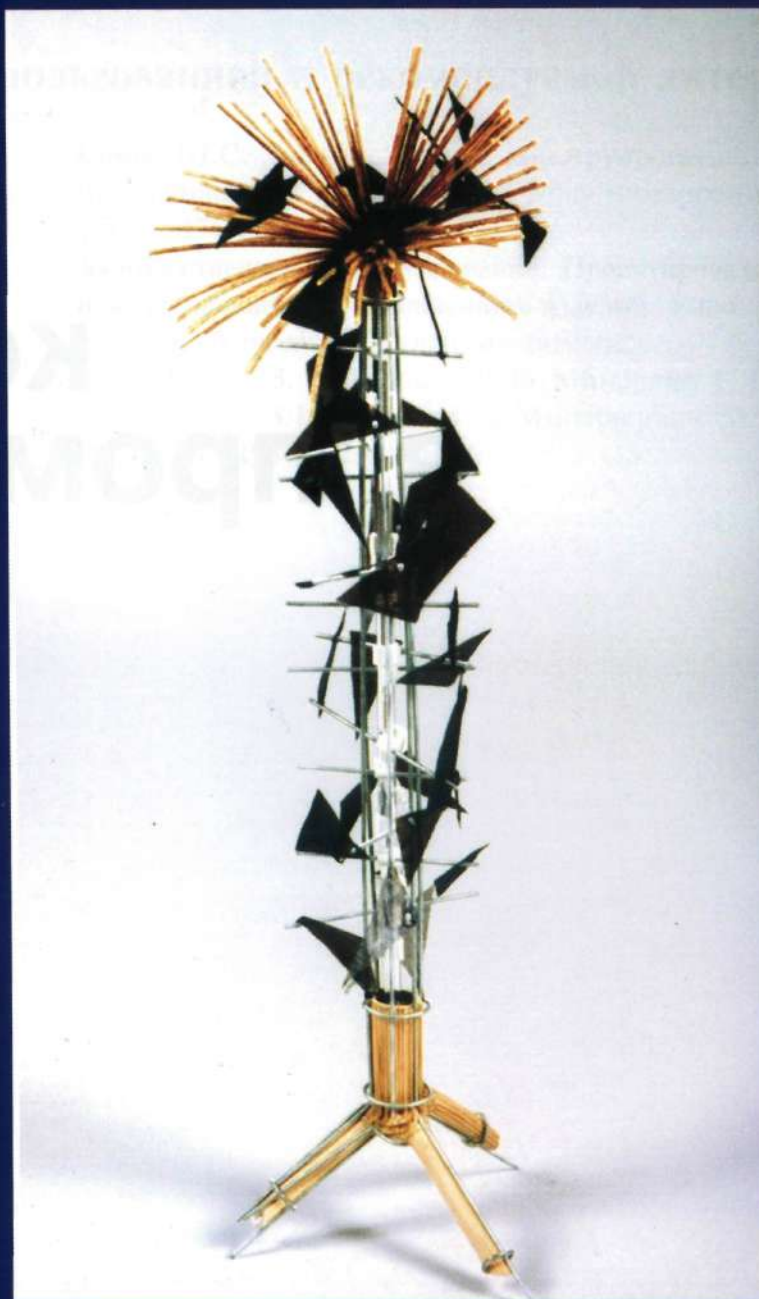
## **Список использованной и рекомендуемой литературы**

1. **Сомов Ю.С.** Художественное конструирование промышленных изделий.- М.: Машиностроение, 1967.- 176 с.
2. **Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий:** Учеб. для студентов художественно -промышл. вузов/Быков З. Н.,Крюков Г. В.,Минервин Г. Б.и др.; Под ред.З.Н.Быкова,Г. Б.Минервина.- М.: Высш.шк., 1986.- 239 с: ил.

# **ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ**

«Стремление к композиционности  
в искусстве есть стремление целно  
воспринимать, видеть и изображать  
разнопространственное и  
разновременное... Привидение  
к целостности зрительного образа  
будет композицией».

В.А. Фаворский



**Композиция** (от лат. compositio - составление, соединение) - это научная дисциплина, которая излагает закономерности и раскрывает специфические приемы и средства, применяемые в процессе работы над художественным образом.

Композиционный поиск (как часть процесса формообразования) обеспечивает достижение единства, целостности формы и наделяет форму особой композиционной функцией и ценностью. Формируемая по законам композиции структура вещи порождает при этом такие функциональные и конструктивные связи, которые наилучшим образом отвечают назначению вещи, обеспечивая достижение гармоничного единства частей и целого. Именно так проявляют себя законы композиции в дизайне.

## 3.1. Категории композиции

Теория композиции в технике базируется на категориях, которые выражают наиболее общие и существенные связи и отношения рассматриваемых явлений. Такими категориями, прежде всего, являются характер объемно-пространственной структуры и тектоника.

### 3.1.1. Характер объемно-пространственной структуры

При проектировании изделий дизайнер имеет дело с предметами, части которых определенным образом соотносятся между собой, а форма изделия так или иначе соотносится с пространством, поэтому в отношении любой формы можно говорить о двух компонентах структуры - объеме и пространстве.

Для промышленных объектов можно наметить пять основных типов объемно-пространственной структуры.

1. Композиции, имеющие целостный объем, без развитого внутреннего пространства. Множество промышленных изделий имеют цельный объем и сравнительно неразвитое внутреннее пространство: посуда, инструменты, сосуды или емкости, целый ряд бытовых предметов.

2. Предметы, которые представляют собой цельный объем и имеют внутреннее пространство, не функционирующее непосредственно для человека. Например, приборы, внутри которых находится какая-то «начинка», связанная с электроникой, с электротехникой, с теплотехникой и т.д. Это один из довольно распространенных типов структуры промышленных изделий. В таких изделиях с точки зрения композиции представляет интерес прежде всего решение основного объема, хотя там есть и внутреннее пространство. Но это пространство представляет для дизайнера интерес только с точки зрения того, как оно определяет общий характер и габариты внешней формы.

3. Изделия с объемно-пространственной структурой, имеющей развитый объем и внутреннее пространство, которым человек может пользоваться непосредственно. Например, автомобиль или любой другой вид транспорта, телефонная будка и т.п.

4. Композиции, имеющие постоянные внутренние и изменяющиеся внешние объемы. Это, как правило, какие-то механизмы, например, дорожные или строительные машины, у которых внешний объем в процессе работы может меняться.

5. Композиции, имеющие только внутреннее пространство, например, отдельные помещения жилых, производственных или общественных зданий. Дизайнер, решая эти композиции, не может не думать о всем здании в целом, но целью его работы является все же отдельно взятое внутреннее пространство одного или нескольких помещений.

Совершенно понятно, что кроме названных типов объемно-пространственной структуры могут быть и какие-то смешанные типы.

Образование той или иной объемно-пространственной структуры зависит от конструкции, основной функции изделия, его связей с человеком и средой, свойств материалов и других факторов, поэтому правильное построение этой структуры является важнейшей задачей и определяется уже в самом начале проектирования.

Как только начинается компоновка изделия, т.е. размещение и взаимоувязка основных его элементов, тут же начинается и рож-

дение соответствующей объемно-пространственной структуры, ее типа и характера. В объемно-пространственной структуре сразу же должен выразиться, таким образом, весь комплекс связей содержания изделия, получаемого в процессе анализа формообразующих факторов. И в соответствии с этим становится ясным, какие общие требования можно предъявить к вновь образуемой объемно-пространственной структуре. Любая объемно-пространственная структура, над которой работает дизайнер, должна обладать рядом постоянных качеств: она должна быть целесообразной и совершенной с точки зрения функционирования; в ней уже должны быть заложены будущие удобства пользования вещью, должны учитываться вопросы экономики и требования, связанные с формальным решением и с эстетикой в целом. Уже на стадии решения объемно-пространственной структуры должна зародиться гармония между содержанием и формой.

### 3.1.2. Тектоника промышленных форм

Рассматривая влияние различных внешних факторов на образование формы промышленных изделий, мы затронули вопросы, связанные с влиянием на форму материалов и конструкции. Отметим, что влияние это неодинаково и зависит от целого ряда условий.

**Тектоника** - это результат познания и пластического выражения в структуре и форме изделия свойств материалов и конструкции, логики их работы. Зрительное ощущение прочности, устойчивости, равновесия, легкости или, наоборот, тяжести - вот что прежде всего имеется в виду, когда речь идет о тектонике.

Однако для дизайнера важно не только зафиксировать факт влияния материала и конструкции на дизайн-форму изделия, но еще и понимать, как при работе над этой формой можно правильно выразить работу материала и конструкции. Способность дизайнера пластически-образно выразить в форме работу материала и конструкции, а также принцип технологического построения изделия связана с понятием тектоники изделия.

Тектоническое формообразование промышленных изделий и технических объектов представляет собой сложную задачу в связи с многообразием их типов, функций, конструкций, применяемых материалов. Дизайнеру приходится иметь дело с большими и маленькими изделиями, подвижными и неподвижными, статичными и динамичными и т.д. По своей тектонической структуре

небольшое промышленное изделие может быть сложнее, чем, например, архитектурное сооружение.

С известной долей условности можно говорить о четырех основных тектонических системах, с которыми приходится иметь дело дизайнеру. Это так называемые монолитные системы, т.е. системы, образованные на базе конструкций из одного определенного материала; решетчатые системы и системы типа оболочки, основанные на пространственных несущих конструкциях; и наконец, каркасные системы, образуемые как монолитными, так и сборными конструкциями из различных материалов (дерева, металла, пластмассы).

Какие же конструкции (или их комбинации), реально встречающиеся в промышленных изделиях, связаны с образованием указанных систем? Некоторые бытовые предметы, например инструмент и посуда, имеют целостный объем и, как правило, монолитную конструкцию, это сказывается на их форме. Она в максимальной степени пластична, поскольку используются преимущественно пластические, а не конструктивные свойства материала. Это позволяет образовывать форму, приспособленную к человеческой руке, и значительно варьировать ее в зависимости от эстетических требований.

В электроинструментах и других технически более сложных изделиях, имеющих нефункционирующие внутренние пространства, сразу же происходит усложнение конструкции и объемно-пространственной структуры, образовывается иная тектоническая структура. Вполне можно себе представить в этом случае сочетание какой-то монолитной формы (сверла, например) с оболочками, внутри которых находится основная конструкция электроинструмента (например, корпус электродрели, составленный из двух оболочек). Именно это обстоятельство и переводит форму данного изделия, с точки зрения тектоники, в другую систему, а именно в систему типа оболочки.

Объемно-пространственная структура таких объектов, как самолет, автомобиль, железнодорожный вагон, шкаф или даже холодильник, имеющих функционирующее внутреннее пространство, образуется, как правило, на основе каркасной конструкции.

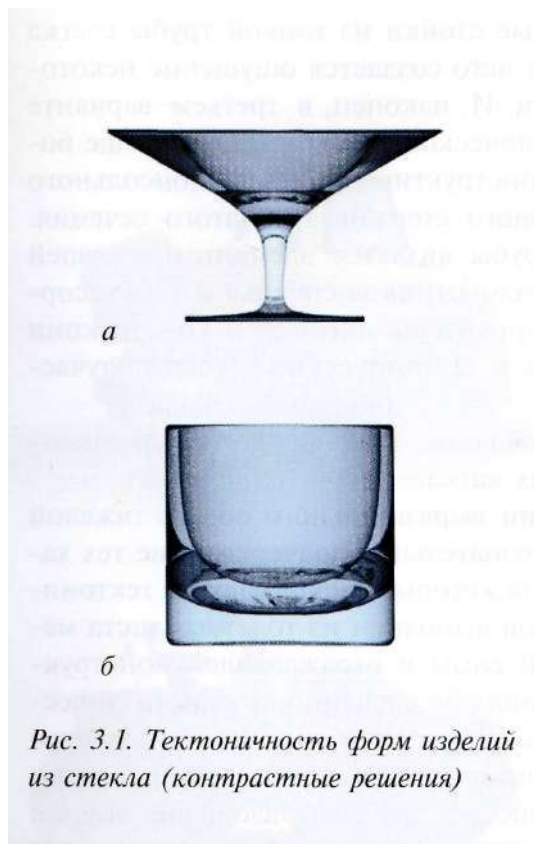


Рис. 3.1. Тектоничность форм изделий из стекла (контрастные решения)

Кроме этого довольно распространенным является сочетание в одном изделии нескольких различных конструкций. В этом случае, очевидно, усложняется и затрудняется выбор и последовательная реализация в пластике внешней формы изделия ведущей тектонической системы.

Далее попытаемся на конкретных примерах выяснить специфику подхода к тектонике промышленных изделий.

Свойства материала, специально отобранные и связанные с определенным конструктивным решением, а также с необходимой для этого технологией изготовления, позволяют создавать различные, иногда резко контрастные решения (несмотря на один и тот же используемый материал).

На рис. 3.1 показаны два изделия: фужер из тонкого стекла и массивный стакан.

В первом случае (рис. 3.1, а) дизайнер, используя прочность стекла, а также подчеркивая его прозрачность, создает легкую форму, где материал работает на пределе. Тончайшие стенки конусного объема, тонкая перемычка в месте перехода к опоре создают тектонически убедительный образ легкого, прозрачного изделия, форма которого как бы растворяется в воздухе. Несмотря на кажущуюся хрупкость, стекло в данной форме работает в соответствии со своими прочностными свойствами и с художественным замыслом.

В другом случае (рис. 3.1, б) при том же материале дизайнер подчеркивает его тяжесть. Монолитная форма массивного стакана проста и устойчива. Стенки к основанию утолщаются и в усиленном монолите дна создается эффект особого преломления и игры света. Материал как бы конденсирует свет. Здесь акцентируются совсем другие свойства стекла. Тектоничность же этого изделия не менее выразительна.

Рассмотрим еще один пример: три варианта конструкции стула (рис. 3.2). Они выполнены во всех случаях из тонкой металлической трубы, но ее свойства и несущая способность в каждом случае выражены различно. В первом случае (рис. 3.2, а) четыре поставленные строго вертикально стойки из тонкой трубки создают ощущение легкости конструкции опорной части стула. В то





же время она прочна, проста и надежно устойчива. Во втором варианте (рис. 3.2, б) три опорные стойки из тонкой трубы слегка раздвинуты и изогнуты, за счет чего создается ощущение некоторой подвижности, рессорности. И, наконец, в третьем варианте гибкие свойства тонкой металлической трубы выражены еще более решительно (рис. 3.2, в). Конструктивная основа консольного типа выполнена из непрерывного стержня трубчатого сечения. Каждый участок изогнутой трубы является элементом несущей конструкции стула: спинки, подлокотников, сиденья и т.д. Рессорные свойства этой системы проявлены активно в конструкции стула и сознательно заложены в тектонический смысл получаемой формы.

В качестве примера из области машиностроения рассмотрим два дорожно-строительных катка.

Ведущей темой в создании выразительного образа тяжелой и сильной машины является сознательное подчеркивание тех характеристик формы и материала, которые раскрывают ее тектоническую сущность. Корпус катков выполнен из толстого листа металла. Он играет роль несущей рамы и ограждающей конструкции. Причем в этих двух решениях не случайно края металлического листа по торцам выведены наружу и обнажены так, что прочитывается не только его толщина, но и по характеру пластики формы корпуса угадывается способ его изготовления. В первом случае (рис. 3.3, а) пластика корпуса катка сильная, упругая. Лист металла плавно огибает корпус. Величину радиуса изгиба диктует

Рис. 3.2. Тектоничность форм стула

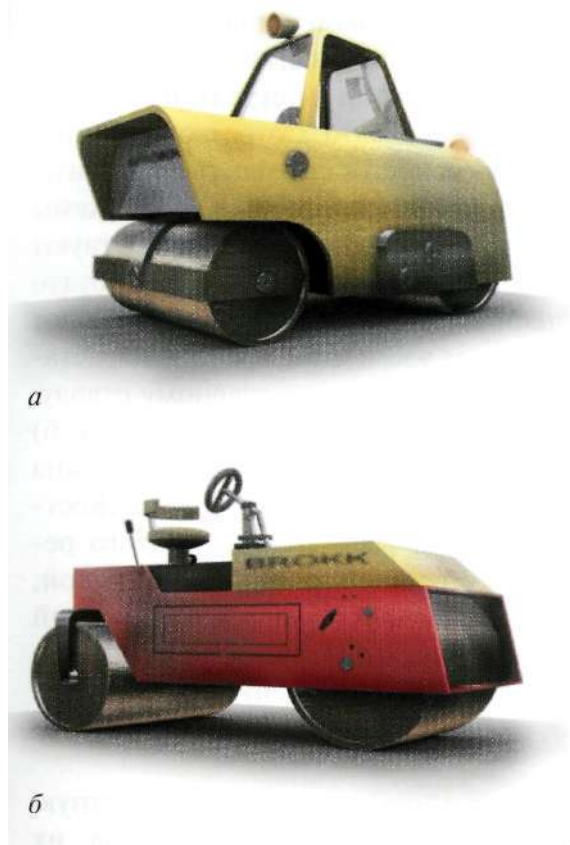


Рис. 3.3. Дорожно-строительные катки

толщина листа. Во втором случае (рис. 3.3, б) - это сварная конструкция, грани корпуса четкие, прямоугольные.

В результате двух различных технологий создаются и различные выразительные возможности одного и того же исходного материала. Эти внешние подробности формы, которые раскрывают материал и работу его в данной конструкции, а также способ изготовления из него данного изделия, формируют своеобразный «технологический язык», который, являясь средством выражения тектонической сущности изделия, в то же время выступает и как художественное средство его образного решения.

При проектировании объектов промышленного производства часто встречаются формы со сложным структурным построением, взаиморасположением частей, сопряжениями, сочленениями, механическими перемещениями, техническими включениями и т.д. Для правильной и убедительной тектонической трактовки сложной конструктивной основы промышленного объекта (например, станка, строительно-дорожной машины, медицинского оборудования, средств транспорта специального назначения и т.д.) дизайнеру необходимо выяснить, как распределяются усилия в элементах системы, какие нагрузки приходятся на долю того или иного элемента. Для этого ему необходимо располагать и некоторыми знаниями (в частности, теоретической механики) и природным чутьем. Тщательно изучив и глубоко проанализировав все внутренние и внешние взаимосвязи этого сложного конструктивного организма, дизайнер может обобщить, индивидуально и образно интерпретировать и художественно разработать свое предложение.

На рис.3.4 показаны два башенных крана. Несмотря на множество сходных параметров (вылет стрелы, грузоподъемность, высота крана, взаиморасположение стрелы, противовеса, кабины, опорной части конструкции), тектоническая трактовка этих двух решений различна. Она построена на выборе различного по профилю основного конструктивного материала. В первом случае (рис. 3.4, а) доминирует тема металлической трубы и элементов круглого сечения из металла. Мощный, круглый опорный ствол как бы собирает все усилия, чтобы потом передать их на четыре

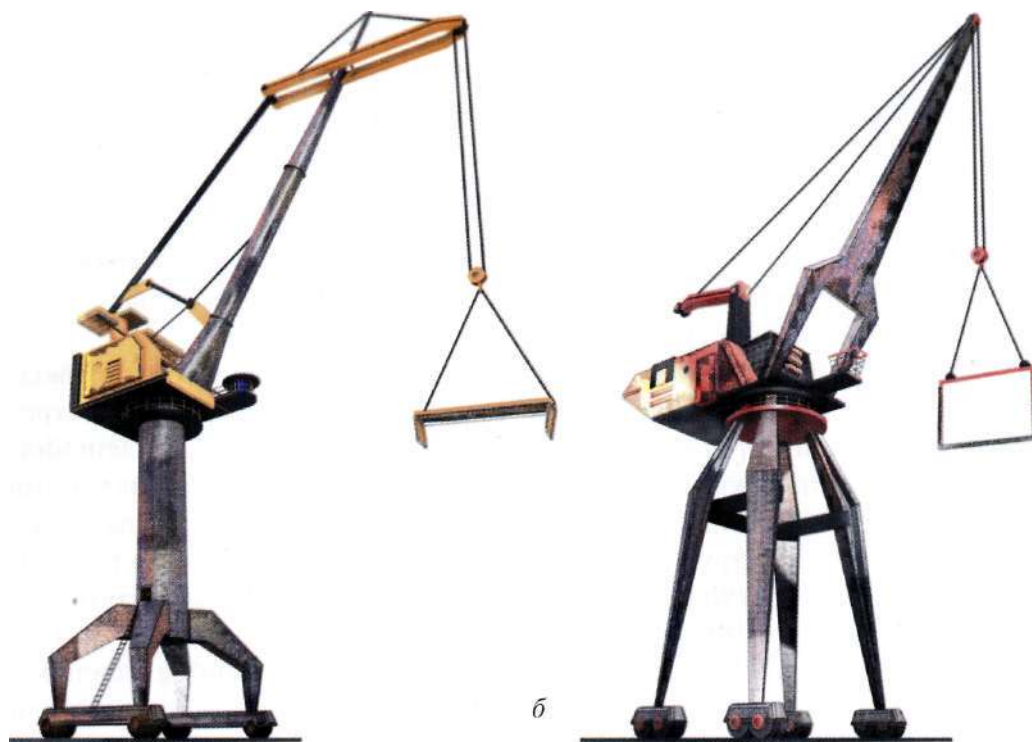


Рис. 3.4. Тектоническая пространственная система

опорных разветвления. Стрела решена также из круглого элемента, но его сечение органично развивается, начиная от опорного узла к среднему звену и окончанию. Неназойливое и постепенное, но закономерное изменение формы стрелы на каждом из перечисленных отрезков не нарушает целостности всего элемента. Все части конструктивной схемы крана зрительно взаимодействуют таким образом, что кажется, будто напряжения от нагрузки перетекают по всем элементам крана, и нарастают от периферии к главному стволу.

Во втором случае (рис. 3.4, б) исходным материалом выбрана сварная металлическая балка. Жесткие грани всех элементов этого решения создают совершенно другой, чем в первом случае, пластический

мотив. Опорная часть стрелы и опорная конструкция всего крана пространственно более развиты. Сечения элементов непостоянны, а постепенно то убывают, то нарастают, чутко передавая состояние своего напряжения.

Все составляющие этого организма образуют целостную структуру, где зрительная уравновешенность элементов и их смысловая иерархия достигнуты не только грамотной конструктивной проработкой, но и художественными средствами. Например, объем, в котором заключен противовес с механизмами, образован с помощью наклонных плоскостей. Он как бы откинулся в сторону, противоположную стреле с грузом. Эта тема поддержана и в решении кабины крановщика.

Решая вопросы, связанные с тектоникой, дизайнеру приходится учитывать роль таких факторов, как целесообразность, экономичность, прочность, долговечность, простота обработки и изго-

товления, использования в максимальной степени полезных свойств материала, особенности влияния техники и т.д.

Специфика тектоники по сравнению с другими средствами выразительности заключается и в том, что на нее оказывает большое влияние тесная связь с наукой, техникой, уровнем развития производительных сил, экономикой, применением новых материалов, усовершенствованием различных технологий и создание новых, накопление и освоение опыта практической, созидательной деятельности человека, применение научных методов в проектировании. Все это изменяет и обновляет представление о сложившихся ранее тектонических системах. В связи с ростом технического оснащения возникают неограниченные возможности для реализации ранее невозможных решений. Происходит процесс постоянного развития, обогащения и обновления выразительных возможностей тектоники.

Таким образом, находить и применять все новые и новые тектонические решения - это задача, которая требует постоянного внимания, изучения и переосмысления. Только такое отношение к тектонике рождает свежие, смелые, интересные идеи и решения.

В заключение необходимо отметить, что объемно-пространственная структура и тектоника, являясь категориями композиции, служат также и важными ее средствами, так как с их помощью закладываются основы качества формы.

Однако только этих средств недостаточно для решения всех задач композиции. Определяя общую композицию изделия, объемно-пространственная структура и тектоника формируют основу и предопределяют успешное использование в дальнейшем других средств композиции.

## **3.2. Свойства и качества композиции**

Композиция любого изделия обладает качествами. Наиболее важные из них определяют форму предмета и являются обязательными. К ним относятся уже упомянутые объемно-пространственная структура и тектоника, а также пропорциональность, масштабность, композиционное равновесие, единство характера формы, колористическое и тональное единство, которые обеспечивают гармоничную целостность формы. К обязательным и важным качествам композиции относят также единство стиля (современность изделия, соответствие его эстетическим запросам общества) и образность.

### **3.2.1. Единство формы и содержания, образность**

Понятие единства складывается из соответствия формы и содержания в функциональном плане, в эксплуатационном плане (т.е. имеется в виду влияние окружающей среды) и соответствия формы и содержания в эмоциональном плане, т.е. создания определенного эмоционального настроения. Если два первых слагаемых являются необходимыми предпосылками для создания образного решения, то третье (т.е. выразительность в сфере эмоционального воздействия) имеет непосредственное отношение к образности.

Для изделий промышленного искусства, функциональная целесообразность которых входит существенным элементом в состав художественно-образного решения, единство формы и содержания прежде всего означает максимальное раскрытие через соответствующую художественную форму функционального назначения объекта, утилитарной сущности изделия, его социальной значимости. В этом главная и специфическая особенность соответствия формы и содержания для изделий промышленного искусства. Несмотря на взаимопроникновение утилитарного и эстетического начала, в большинстве случаев утилитарное здесь остается доминирующим и определяющим форму. Прежде всего вещь, изделие должны быть нужными, полезными, удобными и, конечно, красивыми.

Для некоторых объектов промышленного искусства, таких, как станки, строительно-дорожные машины, медицинское оборудование и др., где функциональные процессы довольно сложны и многоплановы, выбор главной темы в поиске характера формы, выявление наиболее существенных черт и раскрытие основной функции объекта является наиболее сложным и существенным моментом в процессе создания выразительной формы. Когда модернизируется изделие с уже хорошо знакомой функцией или проектируется новое изделие с нетрадиционной утилитарной сущностью, необходимо, чтобы в характере решения ясно прочитывалось, для чего предназначено данное изделие. Определенная прочитываемость функции в изделии является не только основой его эстетических достоинств, но также способствует оптимизации рабочего процесса, стимулирует более качественное выполнение работы, облегчает обращение со сложными техническими объектами. И, наоборот, запутанная, сложная форма зрительно утомляет человека.

Однако в процессе формообразования не только функциональная первопричина влияет на выбор средств художественной выразительности. Не менее важно для приближения к правильному образному решению, для достижения необходимого соответствия формы и содержания выразить в форме изделия особенности его эксплуатации, т.е. выявить влияние на характер формы окружающей обстановки и конкретной среды, в которой данное изделие будет эксплуатироваться. Например, в решении оборудования и интерьера для лабораторных исследований должны как-то отразиться те условия, в которых находится эта лаборатория - в подводной, наземной или космической среде обитания. И хотя характер работы и виды лабораторных исследований могут быть близкими, а ситуация тесного пространства и ограниченного объема помещения ставит ряд общих задач, их решения все-таки должны быть различными. Такие же вопросы встречаются и при проектировании какого-либо оборудования одинакового назначения, но в одном случае стационарного использования, а в другом - перемещающегося в пространстве.



Рис. 3.5. Кресло для парикмахерской:  
 а - в мужском зале;  
 б - в женском зале

И, наконец, когда говорят об образности в художественном конструировании изделий промышленного производства, имеется в виду, что выразительная форма изделия в полной мере соотносится с его содержанием не только в функциональном и эксплуатационном, но и обязательно в эмоциональном плане. В этом случае оно включает в себя эмоционально-эстетическую оценку в свете определенных общественно-эстетических идеалов. Дизайнер при выборе характера формы изделия с целью создания наиболее точного образного решения должен очень четко и максимально полно формулировать проектную задачу. Когда урна для мусора решена так, что напоминает по внешнему виду декоративную вазу, или стеклянная пепельница напоминает розетку для варенья, то все это происходит из-за просчетов дизайнера в правдивой образной трактовке решения.

Формирование такого важного качества формы изделия, как «образность», начинается в первую очередь с создания определенно заданного эмоционального состояния, характерного психологического настроения. Например, как должно выглядеть кресло в парикмахерской? Можно ли допустить, чтобы оно по своему эмоциональному признаку напоминало кресло в стоматологическом кабинете? Ведь рабочие позы у пациента и клиента парикмахерской похожи и регулируемость различных положений кресла также сближает эти два типа кресел. Но решение их не должно совпадать или даже сближаться. Оно в значительной степени должно быть продиктовано принципиально различным характером процедуры и отношением к ней человека. Поэтому создание комфортных условий должно производиться с этих различных позиций. Если продолжить рассмотрение примера с креслом в парикмахерской для мужчин и для женщин и попытаться сформулировать определение различного в эмоциональном плане подхода к их решению, то в мужской парикмахерской кресло, видимо, должно быть более массивное, сдержанное, как бы сильнее и мужественнее, а в женской - более легкое, нарядное, изящное (рис.3.5).

Несмотря на то, что форма изделий промышленного искусства в значительной степени функционально обусловлена, она всегда носит отпечаток творческой индивидуальности автора.



**Бионика** (от греч. *bion* - элемент жизни) - наука об использовании в технике, архитектуре и дизайне знаний о конструкциях и формах, принципах и технологических процессах живой природы. Основу бионики составляют исследования по моделированию живых систем.



Рис. 3.6. Промышленные изделия на основе биоаналогов

Его эмоциональный настрой, отношение к теме, личные способности помогают найти необходимую степень соответствия формы и содержания, меру соотношения объективного и субъективного, рационального и эмоционального начал. Профессиональные знания и опыт позволяют автору определить и выбор средств композиции для выражения соответствующего художественно-образного решения.

В работе над конкретным объектом в зависимости от поставленной задачи, добиваясь определенной выразительности формы и соответственного эмоционального настроения, дизайнер использует весь арсенал средств художественной выразительности. Продуманность композиционного построения формы с использованием различных ритмических и метрических закономерностей, пропорциональных зависимостей, применение принципов контраста, нюанса, целенаправленное использование выразительных качеств цвета, разнообразные возможности тектонических решений, масштабная и стилистическая согласованность с окружающей средой - все это в избирательной совокупности помогает найти и выразить ту характерную особенность формы изделия (в ее материально-конструктивном воплощении), которая обладает необходимым эмоциональным воздействием на человека.

Помимо этого, поскольку мышление дизайнера ассоциативно, в процессе проектирования поиски характера формы и ее выразительности проходят при глубоком изучении и пристальном внимании к объектам живой природы.

Интерес человека к исследованию природных организмов питает многие отрасли знаний и человеческой деятельности. Проблемами использования законов и принципов формообразования объектов живой природы занимается **бионика**.

Особенно ярко прослеживается прямое подражание биологическим системам при изучении полета птиц и конструировании летательных аппаратов. Леонардо да Винчи пытался построить летательный аппарат, подобный птице, с машущим крылом. Его идеи воплотились в наше время в сверхзвуковых самолетах с изменяемой стреловидностью крыла (рис. 3.6).

Изучая и раскрывая гидродинамические секреты природных механизмов, гидробионики находят принципиально новые мето-



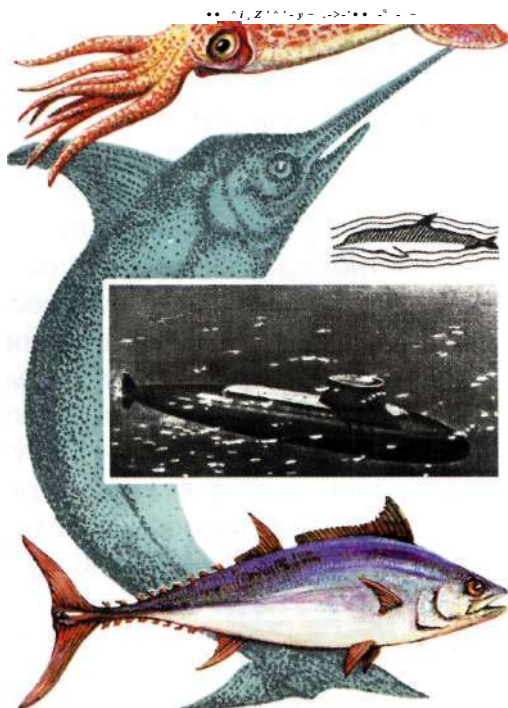


*Рис. 3.7. Промышленные изделия на основе биоаналогов*

ды и способы проектирования кораблей. Например, заимствуют форму для современных подводных лодок (рис.3.7).

Вопросы изучения архитектоники, пропорциональности и гармоничности строения форм природы способствуют созданию эстетически полноценных изделий промышленного производства (рис. 3.8).

Впечатляющая убедительность, неповторимость, яркая образность объектов живой природы, как правило, связаны с правдивым отображением в индивидуальной форме определенного жизненного содержания. Птица, которая добывает себе пищу в полете и преимущественно находится в воздухе, – это совершенный летательный аппарат с обтекаемыми, аэродинамическими формами, созданный природой. Птица, живущая на болоте, имеет другое, биологически приспособленное к ее образу жизни строение тела, лап, клюва, шеи.

Аналогично природным, «образность» промышленных форм немыслима без тесного единства данной формы с ее конкретным содержанием. Однако неправильно думать, будто образное решение всегда связано с поисками «адресного» подобия какой-либо природной форме: жука, стрекозы и т.д. Иногда дизайнеру нужен как бы «ключ» к выходу на образное решение, но и тогда обращение к аналогам из природных форм допустимо и правомерно, когда оно не противоречит правдивому отображению конкретного содержания. В этом случае обращение дизайнера к поискам мотива в природных формах является частным случаем его творческого метода. Слишком натуралистические решения в промышленной форме, как правило, вредят раскрытию ее содержания.

Таким образом, в творческом процессе дизайнера бионический метод выражается в аналитическом исследовании и практическом использовании законов формообразования природных форм, изучении зависимостей строения формы от свойств материала, от функции и от природного окружения. Бионический метод в дизайн-проектировании – это также решение вопросов эстетического освоения богатства и разнообразия природных форм, поиски новых возможностей художественной выразительности и выработка критериев оценки и совершенствование метода распознавания прекрасного и гармоничного.



*Рис. 3.8. Проект дорожно-строительной машины на основе биоаналога*

Итак, в промышленном искусстве единство или соответствие формы и содержания, всеобъемлюще и последовательно отраженное в функциональном, эксплуатационном и эмоциональном аспектах решения формы, приводит к формированию важнейшего качества изделия - образности, включающего в себя широкий диапазон различных качеств изделия как эстетического, так и практического значения.

### **3.2.2. Целостность, композиционное единство**

Кроме образности, характеризующей одну из сторон целостности (единство внутреннего и внешнего), есть и другая сторона целостности художественного произведения, относящаяся целиком к внешнему, - это композиционное единство, структурная целостность его формы.

#### **Целостность, композиционное единство отдельного предмета**

Проектируя тот или иной объект, ту или иную вещь, надо рассматривать их не как случайное скопление отдельных, независимых друг от друга деталей и элементов, а как связный, единый, цельный организм. Связь между отдельными элементами и деталями должна быть не только функциональная, конструктивная, но и композиционная.

В любом промышленном изделии должен быть определенный композиционный замысел, определенный порядок в его построении; должно быть что-то главным, основным, ведущим, что-то второстепенным, подчиненным этому главному; должна быть связь взаимоподчинения частей между собой, их взаимозависимость и обусловленность. Если этого не будет, произведение распадется на отдельные, ничем не связанные самостоятельные части.

Возьмем какой-нибудь механизм или машину. Если отдельные части его будут работать совершенно самостоятельно, без всякой связи и соподчинения, то механизма как такового (как определенной кинематической схемы) не будет. Необходимо, чтобы одни части были главными, ведущими, другие - им подчиненными, зависимыми, ведомыми.

Точно так же должен быть построен этот механизм и в композиционном отношении.

Первое условие достижения целостности, композиционного единства - главное должно решаться более крупно по абсолютным размерам и по масштабному строю; второстепенное, подчиненное - более мелко, более подробно.

Действительно, если взять, например, обложку книги, плакат и т.п., то основная, главная надпись всегда набирается крупным шрифтом, второстепенная - более мелким, третьестепенная - еще мельче и т.д. Но этого условия не всегда достаточно для достижения целостности, композиционного единства.

Сравним композицию передних панелей двух телевизоров (рис.3.9,а,б). В обоих случаях панель состоит из двух частей: большей - кинескопа и меньшей - панели с органами управления. В первом телевизоре панель - единое целое (рис.3.9,а). Это достигнуто за счет того, что кинескоп решен статично, его вертикальная ось - центр композиции всей панели.

Правая часть с органами управления трактуется не как самостоятельная независимая деталь, а как подчиненная; своей асимметричной формой, раскрывающейся в сторону кинескопа, и асимметричным расположением ручек переключения и настройки она активно направлена к главной оси и подчинена кинескопу. Кстати, и левая главная часть также не может существовать самостоятельно, так как она тоже имеет, хотя и меньшую, но все же встречную направленность за счет уширения вправо поля - фона вокруг кинескопа. Таким образом, общая несимметричная форма



а



б

Рис. 3.9. Примеры решения передних панелей телевизора

кривой в этом случае предполагает ее продолжение вправо и предопределяет положение именно с этой стороны и именно такой, а не иной формы панели с органами управления. Таким образом создана органичная целостная структура.

На рис. 3.9, б передняя плоскость в большом телевизоре скомпонована таким образом, что обе части - и кинескоп, и панель с органами управления - решены совершенно независимо одна от другой. Каждая часть, в том числе и второстепенная с органами настройки, имеет свою ось симметрии и поэтому статична, не имеет никакого тяготения к соседней. Их соединение поэтому в одну вещь не органично, а случайно. Это механически приставленные друг к другу два самостоятельных элемента, две вещи в одной раме.

Таким образом, второе условие: главное - в центре композиции; все остальные части не безразличны к главному, они должны иметь направленность, тяготение к нему по расположению, по смещению, по учащающемуся ритму деталей либо по асимметричности формы.

Третье условие достижения целостности, композиционного единства: логичность в построении общей объемно-пространственной структуры предмета, общей формы и форм отдельных его деталей.

На рис. 3.10 изображена дорожно-строительная машина. Появление в этой совершенно законченной симметричной относительно продольной оси композиции кабины справа с точки зрения логики построения целостной вещи абсолютно случайно, выглядит как нарост, как инородное тело. Она нарушает весь симметричный строй и создает зрительную неуравновешенность.

И наконец, четвертое условие достижения целостности, композиционного единства состоит в общности стилистического решения всех элементов. Здесь речь идет о пластическом единстве форм всех частей и деталей, о трактовке их в «одном ключе», т.е. форма предмета может быть решена более жестко, «сухо», строго либо более пластично, мягко, наполненно и т.п. Тот или иной единый характер должен пройти через все произведение, коснуться всех его частей и деталей. Если этого не будет, то при соблюдении



Рис. 3.10. Дорожно-строительная машина



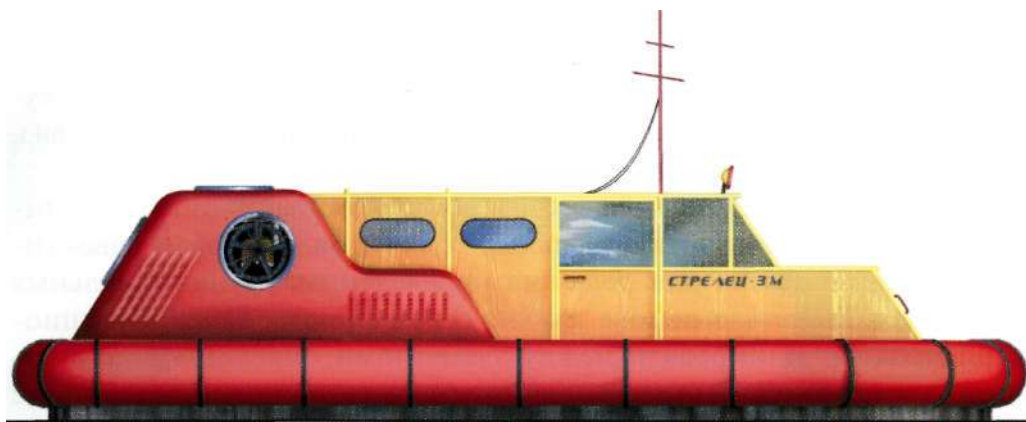


*Рис. 3.11. Судно на воздушной подушке*

**Ансамбль** - наиболее общее определение совокупности отдельных элементов, представляющих вместе стройное, согласованное, гармоническое целое. Понятие «ансамбль» употребляется в различных видах искусства и может относиться как к более широкой общности композиционному единству разнофункциональных элементов, так и к более узкой, включающей элементы однотипного назначения.

всех прочих условий, единства формы, целостности композиции не будет, отдельные части и элементы предмета будут казаться чуждыми друг другу. Это наглядно видно на следующем примере.

На рис. 3.11 изображено судно на воздушной подушке. Оно явно страдает отсутствием единого подхода к пластическому решению отдельных его элементов. Совершенно чуждыми друг другу, несогласованными между собой, как бы частями

от разных проектов смотрятся передняя часть судна из прямолинейных плоскостей и задняя со сложными лекальными поверхностями.

### **Закономерности построения ансамбля**

Выше были рассмотрены закономерности достижения целостности, композиционного единства в построении формы отдельного предмета.

Но любой предмет почти никогда не существует отдельно, а как правило, всегда является частью более крупного целого - той или иной совокупности предметов, а она, в свою очередь, элементом системы более сложного и высокого уровня, например элемент посуды - частью сервировки стола; отдельный предмет мебели - только частью меблировки помещения, а она - частью общего обстановочного комплекса жилой квартиры или общественного здания; отдельная машина, станок - частью поточной линии, сама линия - частью общего технологического оборудования цеха; сам цех - только частью того или иного предприятия; отдельное здание - частью застройки улицы, площади, квартала, а они, в свою очередь, - частью более крупного организма - микрорайона, поселка, города и т.д. и т.п.

Каждая из этих совокупностей на любом уровне должна представлять собой законченное, органическое единство как в

функциональном, так и в композиционно-художественном отношении, т.е. должна образовывать ансамбль.

Для ансамблевых решений некоторых групп предметов существуют свои частные обозначения, такие, как гарнитур, сервиз, комплект, набор.

Понятия ансамбля связано с композиционным единством совокупности отдельных элементов, но любая совокупность создается для решения определенных функциональных задач. То есть в основе любой совокупности лежат функциональные взаимосвязи между элементами, определяющие в известной мере их взаимное расположение. Взаимоположение элементов относительно друг друга в пространстве имеет большое значение в организации не только функциональных, но и композиционных взаимосвязей между элементами ансамбля, в достижении его художественной выразительности, целостности и единства.

В разных случаях роль и значение взаимного расположения и самого пространства в решении ансамбля различны: в одних случаях расположение элементов - постоянный фактор, как, например, расположение машин и станков в цехе или стационарного оборудования на детской игровой площадке и т.п.; в других, например, в наборе посуды ансамбль в той или иной степени изменяемый в процессе эксплуатации самих предметов, в процессе деятельности человека.

В одних случаях взаимное расположение элементов решает задачи функциональной и композиционной организации пространства (оборудование и др.), в других этой задачи нет. Но во всех случаях в определение ансамбля как композиционного единства определенной функционально связанной совокупности элементов непременным условием входит согласованность в их пространственном расположении.

Таким образом, композиционная задача в решении ансамбля распадается на две взаимосвязанные и взаимообусловленные задачи: на решение самих предметов и решение их расстановки в пространстве, а в ряде случаев - организации с их помощью самого пространства.

В любом ансамбле его композиционное единство достигается за счет тех же закономерностей, за счет тех же средств их достижения, что были установлены для отдельных предметов: за счет выявления главного, второстепенного, за счет соподчиненности и гармонического отношения частей между собой и к целому и т.д.

Однако построение ансамбля имеет и свои особенности, свои специфические принципы и закономерности.

Рассмотрим некоторые основные из них. Из самого определения ансамбля следует, что при его решении необходимо:

- за целое принимать не отдельный предмет, а всю совокупность предметов, входящих в ансамбль, а каждый отдельный предмет - за его часть, за деталь;
- композицию ансамбля строить прежде всего между предметами, на отношениях их формы, количества, величины, цвета, материала, положения;
- при решении отдельных предметов ансамбля, их формы, размеров, масштабного строя, цвета и т.п. исходить из общего композиционного замысла с учетом места, значения и роли предмета в этом общем замысле;
- чем более важен элемент по своему функциональному значению в ансамбле, а следовательно, и роли в композиционном замысле, тем он должен быть крупнее по абсолютным размерам (если это целесообразно и возможно), по масштабному строю, выразительнее и «богаче» по форме и силуэту, более напряжен по ритму, более контрастен с окружением; второстепенные элементы ансамбля должны быть более дробны, мелкомасштабны, по форме подчинены главному;
- во взаимном расположении элементов (предметов) в пространстве, в интервалах между предметами, должна быть закономерная направленность - нарастание ритма к главному, к композиционному центру.

В целом ряде случаев, например в интерьерах общественных зданий и др., ведущим элементом ансамбля становятся не предметы в нем, а само пространство, и композиция строится на его соподчинении, определенном чередовании, нарастании к главному, на его восприятии во времени. Обстановочный предметный



комплекс играет сопутствующую роль, но должен быть увязан с этой общей композиционной идеей, должен организовывать это пространство.

Например, как строится ансамбль выставки в интерьере? Вся экспозиция должна быть подчинена общему композиционному замыслу, главной теме, отсюда вытекает и ее композиционный строй. Какой-то зал в этом построении должен быть главным, другие второстепенными, третьестепенными и т.д., должно быть движение к этому главному, нарастание, а затем - развязка. Этому движению, этому построению необходимо подчинить все: и размеры залов, и их конфигурацию, чередование пространств, расстановку экспонатов, оформление, освещение и пр.

В решении форм самих предметов, составляющих ансамбль, также есть специфические особенности.

Если композиция отдельной вещи строится «внутри» самой вещи, на отношениях ее частей между собой и к целому, то в ансамбле композицию необходимо строить прежде всего между предметами, либо группами предметов как частями целого, добиваться их взаимосвязи.

При этом могут быть выявлены и установлены следующие закономерности:

- если отдельный предмет может быть более сложным, богатым по форме, по сочетанию материалов, цвета и др., то предмет, входящий в группу, должен быть проще, лаконичней, ясней; сложность и богатство - в самом сочетании предметов;
- в большом многопредметном ансамбле, построенном на сочетании групп предметов, уже сами эти группы должны быть цельней, однородней, выразительней, определенным образом соотносены друг к другу;
- чем многопредметней группы, входящие в ансамбль, тем сложнее и множественней связи между предметами в них, там образуются свои подгруппы;
- предметы, входящие в ансамбль, должны строиться с учетом закономерностей построения больших и малых форм.

Для того чтобы убедиться в справедливости вышесказанного, рассмотрим несколько примеров.

В отдельном самостоятельном светильнике, изображенном на рис. 3.12, а, композиция строится на пропорциональном отношении двух его частей - на противопоставлении тонкой несущей вертикальной верхней части и несомого наполненного горизонтального объема - нижней. Можно ли из подобных сложных и скомпонованных по отдельности светильников составить единую группу?

Рис. 3.12, б убедительно показывает, что каждый светильник настолько сложен, многообразен и богат по форме, что «живет» самостоятельно, вне всякой композиционной связи с другими светильниками группы. В целом - очень сложное, неясное, никак не задуманное, случайное сочетание богатых форм.

На рис. 3.12, в группа также из трех разных светильников, но составлена она из очень простых, четко читаемых односложных геометрических фигур: конуса, шара, цилиндра. Каждый элемент, входящий в группу, благодаря ясности, четкости и односложности своей формы, подчеркивает форму других соседних элементов.

Композиция группы строится на противопоставлении отдельных геометрических форм друг другу и их гармоническом сочетании в одно целое (размерами, расположением). Здесь целое - группа из трех светильников, композиция - в сочетании отдельных светильников, входящих в группу. Здесь элемент композиции - не деталь светильника, а сам светильник рассматривается как деталь, как часть более крупного целого - группы.



Рис. 3.12. Пример построения ансамблей из предметов различной формы



*Рис. 3.13. Составление композиции из нескольких групп*

Далее посмотрим, возможно ли при составлении композиции из нескольких групп прежнее построение внутри группы. Каждая группа (рис. 3.13) в отдельности внутри себя имеет свой замысел построения и группы разные, но эта разница не сразу улавливается, и хотя светильники и объединены в группы, но сопоставление ведется не между группами, а по-прежнему между отдельными светильниками в группах.

Сравним предыдущую композицию с композицией на рис. 3.14. Каждая группа составлена из однородных геометрических тел: или шаров, или конусов, или цилиндров, и благодаря этому смотрится одним единым элементом, четко прочитывается контраст форм между группами.

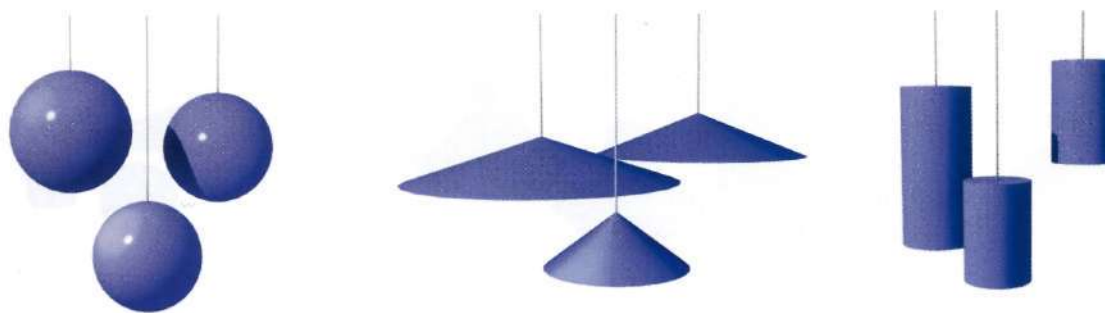


*Рис. 3.14. Составление композиции из нескольких групп*

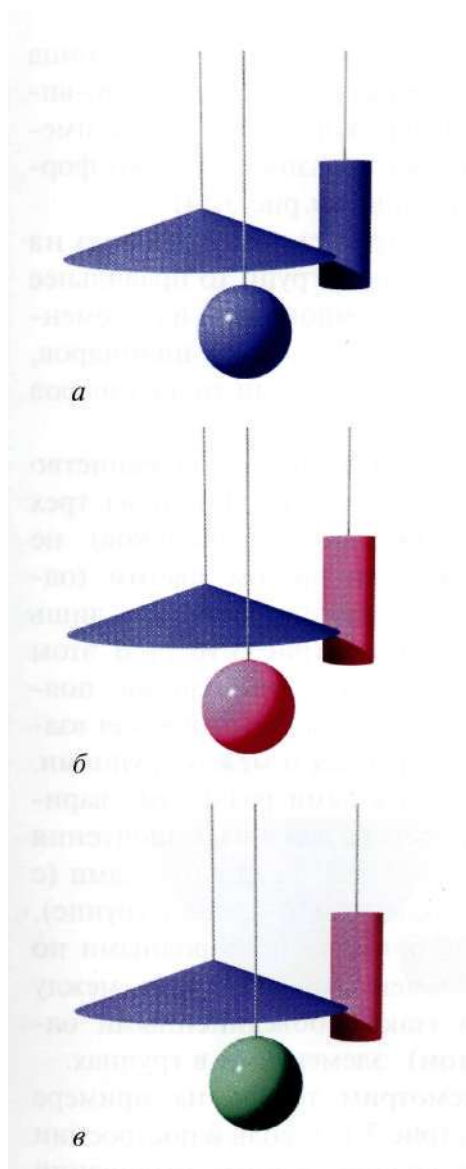


Рис. 3.15. Построение групп из объектов разного цвета

Из рассмотренного примера видно, что когда комплекс состоит из нескольких групп, то композицию надо строить не только внутри каждой группы, а главным образом между группами, рассматривая их как единый элемент, и поэтому каждая группа должна быть более однородной и цельной.

Рассмотрим случай, когда в построение групп внесено некоторое разнообразие за счет цвета (рис. 3.15).

Посмотрим, как будет меняться характер взаимосвязи между элементами внутри групп и между группами.

В первом случае (рис. 3.15, а), когда цвет всех светильников был один, вся группа в целом прочитывалась как единый сложный силуэт. Композиция строилась только на разности (контрасте) форм элементов, составляющих группу. Можно ли помимо различия по форме каждого светильника добавить и их различие по цвету? Если цвет локальный, не разбивает форму, то да. В этой группе, состоящей всего из трех светильников, такой прием возможен (рис. 3.15, б). Он делает композицию богаче, сложнее, но одновременно и более дробной, более мелкомасштабной, так как ослабляется восприятие общего силуэта, целиком группы, и тем сильнее, чем сильнее контраст между светильниками по светлоте. В том случае (рис. 3.15, в), когда на форме имеется еще и рисунок, он ослабляет действие форм, формы воспринимаются не так четко, кроме того, он начинает спорить с основной композиционной темой - сопоставлением форм, отвлекает внимание, начинается сравнение характера рисунка на каждом светильнике.

В приведенном ниже примере с тремя группами светильников (рис. 3.16, а), хотя группы по-прежнему и едины по форме, но целостность, общность восприятия групп из-за разного цвета светильников ослабла в сравнении с композицией на рис. 3.14. Группы стали пестрыми, не локальными, не едиными по цвету. Нет четкого, ясного сопоставления целого.

На рис. 3.16, б каждая группа по-прежнему смотрится единой и по форме и по цвету, но если сравнить общее решение всех групп вместе с первоначальным решением на рис. 3.14, то ясно, что оно стало пестрее по цвету, дробнее и мельче по масштабному строю. В этом случае не знаешь, какой из приемов главный, два

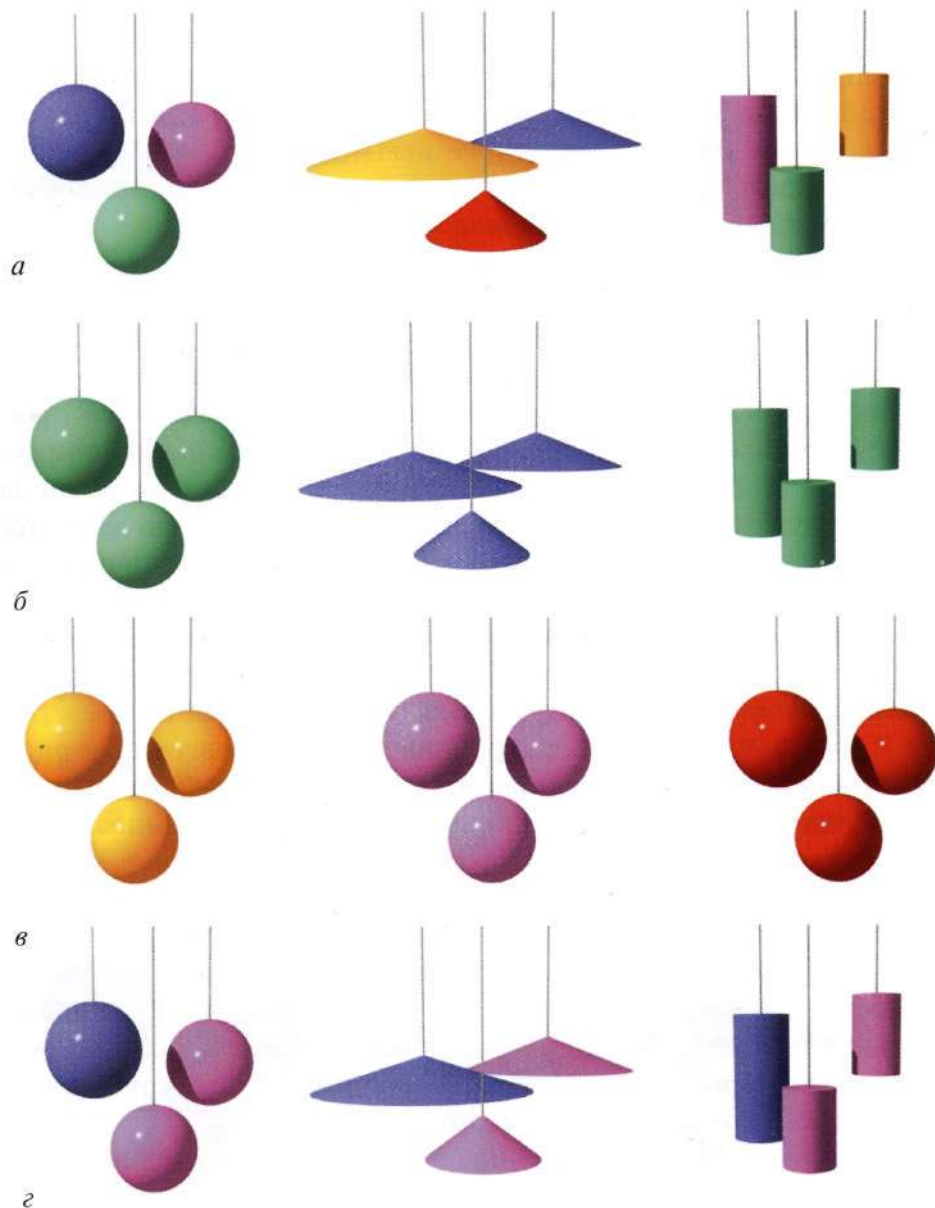


Рис. 3.16. Построение композиции на цветовой разнице групп

приема спорят между собой: разница по форме и разница по цвету. По-видимому, лучше, когда все группы имеют один цвет и разнятся только формой предметов (см.рис.3.14).

Если строить композицию на цветовой разнице групп, то правильнее все группы скомпоновать из элементов одной формы: только цилиндров, или только конусов, или только шаров и т. д. (рис. 3.16, в).

Единство в группах и единство всего комплекса (состоящего из трех групп однородных светильников) не нарушится, если другим цветом (одним) во всех группах выделить лишь один светильник (рис. 3.16, г). В этом случае обогатится композиция, появится более сложная ритмическая взаимосвязь в группах и между группами. Станут возможными различные варианты последовательного прочтения этих взаимосвязей: между группами (с цветным акцентом в каждой группе), между единичными (однородными по цвету) элементами в группах, между парными (также объединенными одним цветом) элементами в группах.

Рассмотрим теперь на примере салатниц (рис.3.17) роль в построении ансамбля количественных отношений между элементами.

На рис. 3.17 показаны наборы из одной большой и одной малой (рис. 3.17, а); из двух больших и четырех ма-

лых салатниц (рис.3.17,б).В том и другом случае единства,гармонии и согласованности ансамбля нет.

В первом случае противопоставлены равные по количеству (по числу),но совершенно не равные по значению предметы,в то время как второстепенных, меньших элементов должно быть больше. Этим подчеркивается их второстепенность. Здесь нет и функциональной логики, так как объем (емкость) одной общей салатницы должен быть рассчитан на большое количество малых, индивидуальных.

Во втором примере значение большой салатницы, как главного элемента, также обеднено, композиционного центра как такового нет, так как два главных элемента не создают единого ядра, вся совокупность предметов распадается на две группы. По-прежнему остаются не спропорционированными, не логичными по величине (по объемам) и количеству большие и малые салатницы. Малые необходимо сделать либо большими по величине, либо увеличить их количество.

Совсем иная картина возникает, когда больших емкостей три (рис. 3.17, в). Это объемная группа, это центр, но он требует



а



б



в

Рис. 3.17. Роль в построении ансамбля количественных отношений между элементами

значительно большего количества малых салатниц, поэтому в количестве элементов, входящих в ансамбль, также должны быть найдены свои пропорции, свои отношения.

Таким образом, проектировать ансамбль предметов - набор, комплект, гарнитур и др., искать его единство и гармонию необходимо, зрительно сопоставляя (в рисунке, чертеже, в макете и т.п.) все элементы ансамбля.

Заблуждением является очень распространенное мнение, что единство ансамблевого решения достигается только за счет однородности - схожести форм, материалов, конструкции, технологии, отделки и др.

Древние греки говорили, что единство не в однообразии, а в многообразии. Степень этого разнообразия в каждом случае должна быть и функционально, и художественно оправдана, логически и интуитивно почувствована. Рецептов на этот счет, как и всегда, когда касается творчества, не может быть дано. В каждом случае должно подсказать чутье дизайнера.

Итак, ансамбль может быть построен на нюансе или контрасте: форм (конфигурации), величин (размеров), пропорций, количества, цвета, материала, фактуры, отделки в различном их сочетании и взаимоотношении.

На рис. 3.18 - 3.22 приведены примеры ансамблевых решений бытовых изделий (посуды), построенных на различных сочетаниях и отношениях отдельных свойств элементов, составляющих ансамбль: на нюансе (схожести, почти подобии) формы и контрасте (резком различии, почти противопоставлении) величины и количества (рис. 3.18); на схожести форм и различии пропорций, величины, количества, материала (рис. 3.19); на схожести форм и различии пропорций (рис. 3.20); на контрасте форм между группами, на контрасте материала двух групп с третьей; на схожести форм, различии пропорций, контрасте цвета внутри групп (рис. 3.21); на общности материала, фактуры, на контрасте форм между группами, близости форм, различии пропорций, контрасте цвета внутри групп (рис. 3.22).



Ансамбли, построенные на подобии или контрасте одной из характеристик, представляют собой простейший случай композиции. Они более элементарны и лапидарны по построению и по восприятию.

Ансамбли, построенные на разнообразии отношений многих характеристик: формы, размеров, цвета, материалов и пр., имеют более сложные, более многогранные композиционные связи; они более богаты - не одноактны по восприятию, раскрываются постепенно во времени, вызывая последовательное возникновение разнообразных эмоций.

Использование того или иного принципа зависит от величины ансамбля, от его характера, от общего художественного замысла.

Рис. 3.18. Ансамбль, построенный на нюансе формы и контрасте величины и количества



Рис. 3.19. Ансамбль, построенный на схожести форм и различии пропорций, величины, количества, материала



Рис. 3.20. Ансамбль, построенный на схожести форм и различии пропорций







Рис. 3.21. Ансамбль, построенный на контрасте форм между группами, на контрасте материала двух групп с третьей



Рис. 3.22. Ансамбль, построенный на общности материала, фактуры, на контрасте форм между группами, близости форм, различии пропорций, контрасте цвета внутри групп

### 3.2.3. Симметрия и асимметрия

**Симметричной** называется всякая фигура, которая состоит из геометрически и физически равных частей, должным образом расположенных относительно друг друга. Под геометрическим равенством подразумевается совместимое (конгруэнтность) либо зеркальное равенство.

Существует три основных вида симметрии: зеркальная, осевая, винтовая. **Зеркальная симметрия** подразумевает наличие оси и зеркальное, т.е. полное, отражение в одну и другую стороны. **Осевая симметрия** обусловлена конгруэнтностью (равенством геометрических фигур в осевых сечениях) и достигается вращением фигуры относительно оси симметрии. Например, можно представить люстру, у которой три рожка. Она симметрична, но здесь нет зеркальности отражениям есть повторяемость, совместимость одной и той же формы через определенный угол. Так, рожек люстры повторяется через 120°. **Винтовая симметрия** достигается в результате вращательного движения линии или плоскости вокруг неподвижной оси с постоянной угловой скоростью и одновременно поступательного движения вдоль оси. Спираль, винты, винтовые лестницы - вот наиболее простые случаи такой симметрии.

Однако в природе абсолютной симметрии нет. Отступления от симметрии неизбежны и в технике, так как они обуславливаются функциональными и конструктивными факторами. Но они вполне допустимы, так как сами по себе не дезорганизуют форму. Однако в этих случаях асимметричные элементы необходимо органически увязать с остальным строем формы, композиционно

Понятие «**центр композиции**» в большинстве случаев трактуется как место сосредоточения основных, важнейших связей между всеми элементами, как правило, это и смысловой центр предмета.

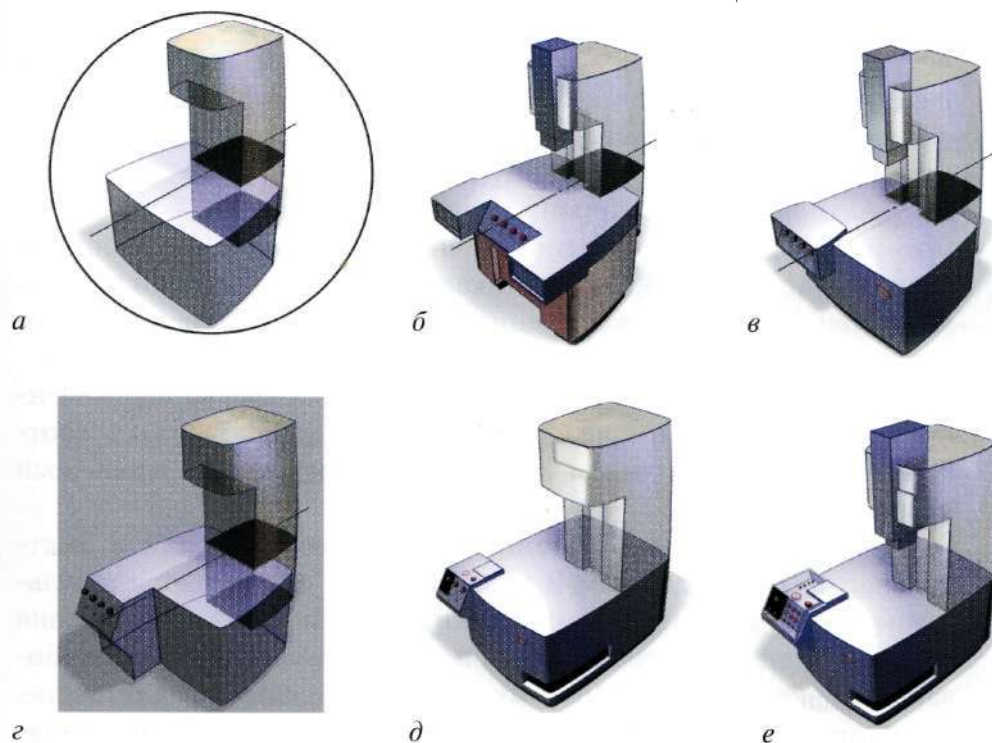


Рис. 3.23. Примеры проявления симметрии и асимметрии в форме станка

уравновесить, и тогда симметричная в своей основе композиция с определенными отступлениями может стать упорядоченной.

При **асимметричной композиции** отдельные элементы лишены своей связующей - оси симметрии, поэтому работа над асимметричной формой сложнее, чем над симметричной. Соподчинение элементов формы в данном случае сводится к соблюдению композиционного равновесия.

Под **композиционным равновесием** понимается такое состояние формы, при котором все элементы сбалансированы между собой. Композиционное равновесие неадекватно простому равенству элементов и зависит от распределения основных масс композиции относительно ее центра.

Оно связано с характером организации материала и пространства, пропорциями, расположением главной и второстепенной осей, с цветовыми и тональными отношениями частей целого.

В качестве примера рассмотрим один из случаев проявления симметрии и асимметрии и покажем особенности достижения гармонии с помощью этих средств композиции.

На рис. 3.23 показаны примеры проявления симметрии и асимметрии и их сосуществование в форме станка. Типичная для многих станков условная модель (рис. 3.23, а) - симметричная. Модель на рис. 3.23, б - развитая исходная форма с усиленной симметрией. На рис. 3.23, в появился асимметричный элемент, который еще не вызывает нарушения симметричной в основе формы станка. На рис. 3.23, г выступ настолько активный, что асимметричное включение перешло неко-

торый допустимый предел и противоречит симметричной основе композиции. Уравновесить композицию с односторонне развитым объемом можно, например, путем уменьшения значимости этого объема и смещения колонны в противоположную сторону. Форма станка на рис. 3.23, д в результате таких операций стала асимметричной. Асимметричность может быть поддержана и развита дополнительными деталями. Но появление в асимметричной композиции достаточно сильной местной оси симметрии может также вызвать противоречие, как это случилось со станком на рис. 3.23, е, в котором верхняя часть стала слишком независимой.

#### 3.2.4. Статичность и динамичность

Статичность - это подчеркнутое выражение состояния покоя, незыблемости, устойчивости формы. Статичны предметы, которые имеют явный центр и ось симметрии. В средствах транспорта статичность исключается, в станках сочетаются статичные и движущиеся элементы.

Динамичной принято считать односторонне и активно направленную форму. Это свойство композиции связано с пропорциями и отношениями элементов формы. При равенстве отношений для нее характерна статичность, а при их контрасте - динамичность.

Статичность и динамичность связаны с характером работы изделия, с особенностями его функционирования (неподвижный или движущийся предмет) и зависят от связи изделия с другими элементами ансамбля, в который он входит.

Активная и односторонне направленная форма - необходимое условие проявления динамичности. Например, куб создает впечатление статичности, а вертикальный параллелепипед - динамичности. Но если параллелепипед положить, исчезает односторонняя направленность формы, и объем становится статичным.

На рис. 3.24 показан пример создания эффекта направленности движения с помощью организации силуэта формы с соответственным нарастанием или убыванием массы вдоль оси движения.

Динамичность свойственна как неподвижным, так и быстродвижущимся предметам. В первом случае она является результатом конструктивной компоновки, следствием взаимодействия различных по размерам элементов, но не обуславливается требованиями эксплуатации. Поэтому для неподвижных предметов динамичность не является качеством, определяющим форму. Динамичность же формы быстродвижущихся предметов, например средств транспорта, обусловлена функционально и определяется законами аэродинамики. В таких случаях она может стать главным качеством композиции, выражать сущность самого предмета.

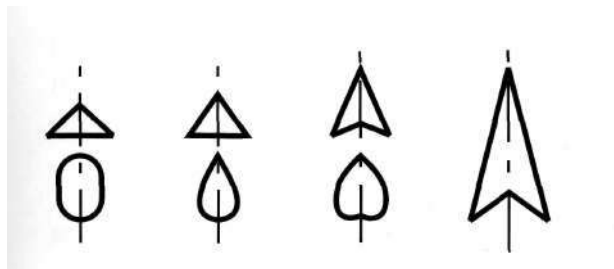


Рис. 3.24. Пример создания эффекта направленности движения

В форме одного предмета очень важно правильно выразить динамичность. В технике встречаются случаи, когда часть предмета, например несущая основа, является статичной, а другая, например подвижный механизм, динамичной. В таком случае выраженные по-разному части находятся в противоречии и гармония композиции нарушается.

Выше были рассмотрены наиболее важные качества композиции. Однако существуют и другие, например, масштабность и пропорциональность, которых мы коснемся ниже, рассматривая основные средства композиции.

### 3.3. Средства композиции

После нахождения объемно-пространственной структуры изделия и выявления ее характера в соответствии с определенным функциональным назначением и используемой для этого конструкцией, после уточнения того, как работают материалы и конструкции и как это отражается в пластике формы изделия, начинается работа над ее гармонизацией. На этом этапе основными являются так называемые средства гармонизации (или средства соразмерности, поскольку формообразующие средства композиции - объемно-пространственная и тектоническая организация формы - также служат целям гармонизации), общие для всех видов художественного творчества. К ним относятся пропорции, модуль, масштаб, контраст, нюанс, ритм, метрические повторы, а также группа средств, основанных на использовании цвета и тона, фактуры и текстуры материала и непосредственно связанной с ними светотеневой структуры формы.

Сам факт наличия большого количества композиционных средств, которыми может распоряжаться дизайнер, предполагает необходимость знать закономерности композиционной работы в дизайне и уметь ими пользоваться, необходимость реально ощущать место и значение каждой из этих закономерностей, каждого из этих средств композиции.

Понятно, что в конкретном произведении все средства, необходимые для решения композиционной задачи, используются комплексно. Рассматривать же связанные с ними закономерности в комплексе не представляется возможным. Поэтому они расчленяются и рассматриваются в отдельности.

### 3.3.1. Метро-ритмические соотношения

Наиболее простым типом является метрический повтор. Это неоднократное повторение какого-либо элемента при одинаковом интервале.

Некоторые наиболее общие закономерности, связанные с метрическим повтором, рассмотрим на условных моделях. На рис. 3.25, а изображены три кубика с равными интервалами, но это фактически еще не метрический ряд, так как число элементов невелико. Если к этим кубикам добавлять новые, то ряд превратится в заверченный, а затем в бесконечный, после чего дальнейшее добавление принципиально уже не изменит характера его восприятия (рис. 3.25, б). В связи с этим важно установить пределы: когда элементы читаются как ряд, а не поштучно, и когда они могут восприниматься как завершенность, а не бесконечность.

Повтор как некий порядок начинает восприниматься с того момента, когда количество элементов не улавливается мгновенно. Пять элементов еще подсознательно считаются, а шесть-семь и более воспринимаются уже как группа. Следовательно, при шести и более элементах на восприятие воздействует закономерность

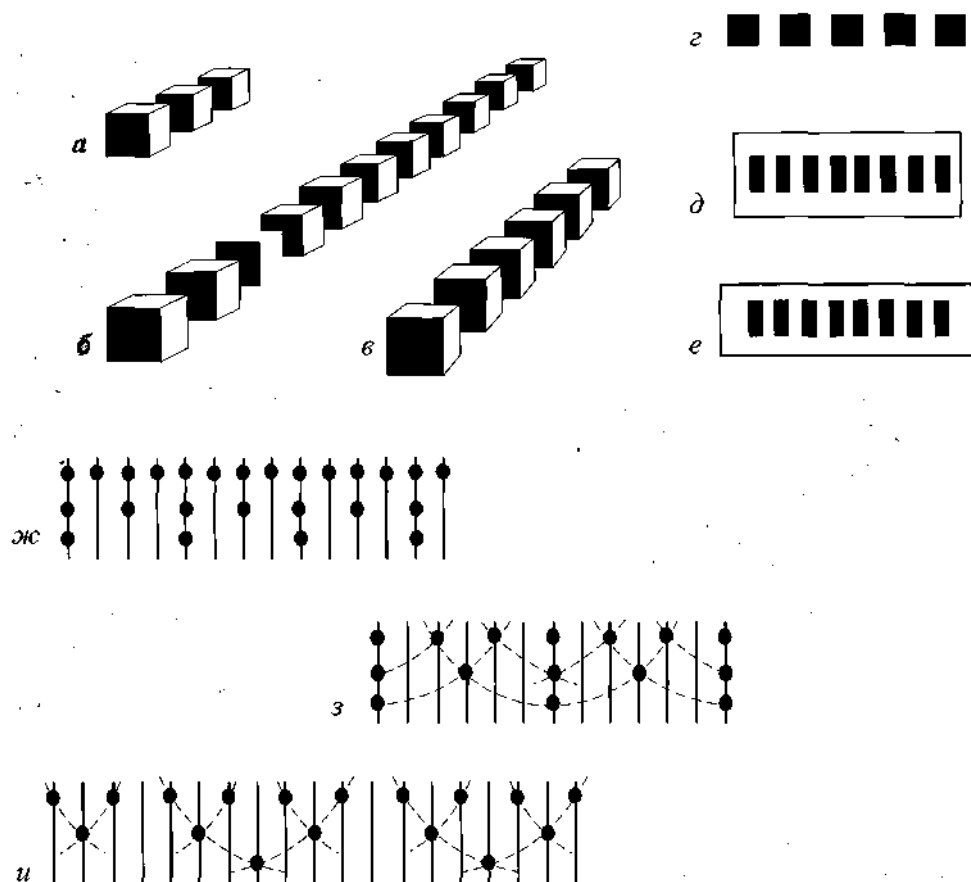


Рис. 3.25. Метрические повторы

Метро-ритмические соотношения - это повторы или чередования, которые могут быть равномерными, убывающими или нарастающими, и повторность эта может быть двух типов: метрическая и ритмическая.

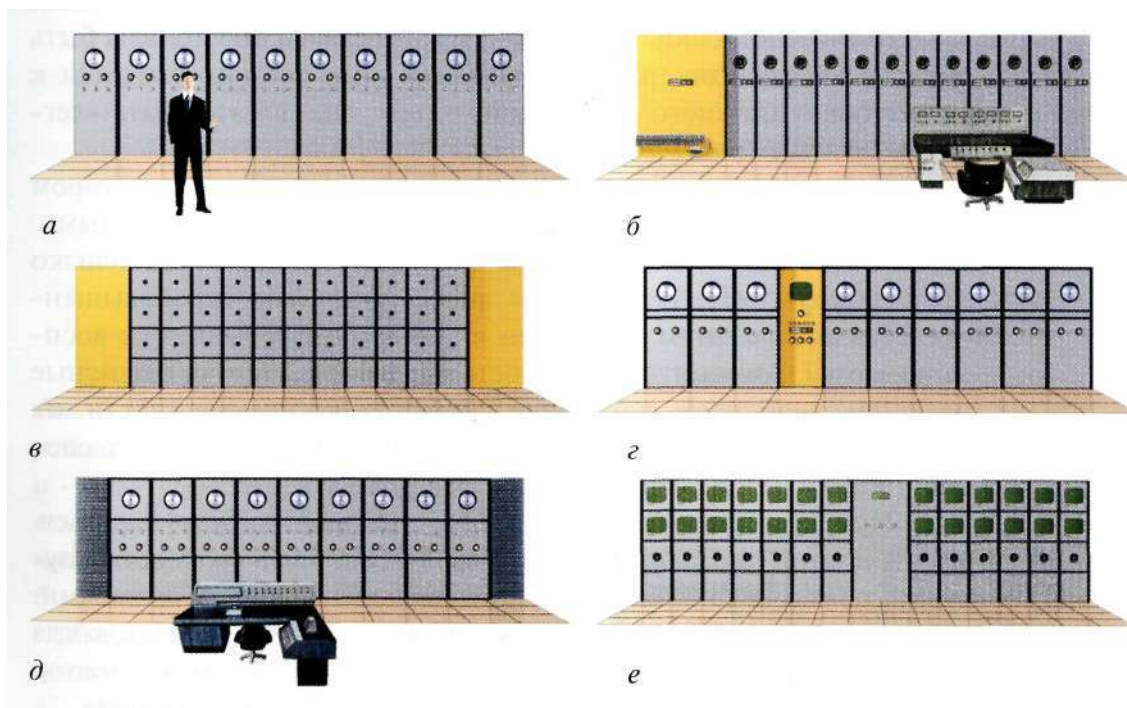


Рис. 3.26. Примеры оформления метрического ряда

многократного повтора. Восприятие метрических повторов зависит от активности самих элементов. Например, объемные элементы прочитываются в перспективе и вызывают ощущение многократного повтора раньше, чем плоскостные (рис. 3.25, в, г).

Труднее определить момент, когда ряд элементов при добавлении к нему новых воспринимается не как целостный, а как бесконечный. Это зависит не только от количества элементов, но и от того, как они оформлены в совокупность. Например, ряд элементов на рис. 3.25, д ограничен полями, которые по величине равны интервалам между элементами, а на рис. 3.25, е - полями более крупными. В первом случае возникает впечатление случайного ограни

чения части ряда, в во втором ряд воспринимается композиционно завершенным.

Метрические ряды могут иметь различную сложность. Простые основаны на одинаковом повторе одного элемента, в более сложных могут сочетаться, например, три ряда, в очень сложных может одновременно развиваться несколько метрических повторов. В последнем случае между системами повторов необходимо находить такие связи и переходы, чтобы композиция не теряла стройности и ясности (рис. 3.25, ж, з, и).

Может оказаться так, что конструкция изделия требует отступления от принятого шага метрического ряда или изменения его элемента. В принципе это допустимо, но необходимо, чтобы такие отступления не были случайными. Для этого их нельзя делать малозаметными. Они должны быть явными, но композиционно обоснованными.



Для того чтобы композиция на основе метрического повтора была завершенной, ряд должен иметь начало и конец. Их можно оформить различными приемами. Например, можно акцентировать крайние или близкие к ним элементы. Если сильный акцент расположен внутри ряда, можно завершить композицию делением ряда в определенном отношении.

На рис. 3.26,а начало и конец метрического ряда не обозначены ^ он может быть продолжен. На рис. 3.26, в,д начало и конец завершены полями, отличными от повторяющихся элементов, при этом поля и элементы могут находиться в разных плоскостях. При одностороннем оформлении ряда (рис. 3.26,б) оформляющий элемент должен удерживать весь ряд композиционно. Если композиционным акцентом ряда служит вставка, она должна быть активнее элементов (рис. 3.26, г). Когда роль вставки сводится к разрежению длинного насыщенного ряда, она должна быть «легче» элементов (рис. 3.26,е).

Количество элементов и размеры пространства, в котором организуется метрическая композиция, могут быть различными. Если повторяющиеся элементы должны располагаться близко друг от друга, метрический ряд может оказаться перенасыщенным. Тогда элементам тесно, фон их не держит и повтор не воспринимается. Сохранить целостность ряда могут помочь нюансные решения элементов, например уменьшение насыщенности их цвета. Использование контрастных приемов, наоборот, будет способствовать перенасыщению композиции.

При разреженной композиции элементы ряда будут теряться. Чтобы повтор как закономерность смог выполнить свою организующую роль, элементы разреженного ряда должны быть сильными, предельно активными. Это особенно важно в тех случаях, когда метрический ряд является основой композиции. Если же повтор играет второстепенную роль, элементы можно не подчеркивать.

Роль метрического повтора особенно велика в тех дизайнерских разработках, где применяются унификация элементов и модульные сетки.

В технике метрический повтор, или метр, больше обуславливается конструктивными особенностями изделия. Но если необ-

ходимо организовать его форму, он может применяться как декоративное средство.

Более сложную картину представляет ритмический повтор. Это закономерность композиции, которая основана на постепенных количественных изменениях в ряду чередующихся элементов (нарастание или убывание объема или площади элементов, сгущение или разрежение структуры и т.д.). Самый простой ритм - это последовательное чередование двух элементов. Более сложный ритмический ряд образуется тогда, когда количество участвующих в нем элементов увеличивается, и порядок их сочетания между собой усложняется. По сравнению с ритмом даже сложный метрический повтор воспринимается проще.

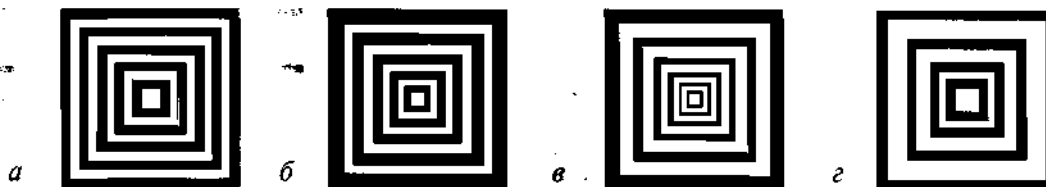
Мотивы ритма, которые находят отражение в технике, показаны на рис. 3.27.

Активность ритма в композиции зависит от силы проявления этой закономерности. Если изменения чередований незначительны, то проявление ритма выражено слабо. Наоборот, при явном чередовании элементов ритм может служить главным началом композиции. Многое зависит также от протяженности ряда. Ритмический ряд предполагает не менее четырех-пяти элементов, так как три еще не создают впечатления закономерного повтора.

При использовании ритма как средства композиции очень важно уметь правильно завершить ряд, иначе может возникнуть

*Рис. 3.27. Закономерности проявления ритма:*

- а - ритм проявляется только в закономерном уменьшении сторон квадратов;*
- б - активность ритма возрастает с убыванием толщины решетки к центру;*
- в - ритм предельно активен;*
- г - ритм нарушен при изменяющемся интервале и неизменных толщинах решеток*





впечатление случайного его обрыва. В этом смысле задача решается сложнее, чем при использовании метрического повтора.

Разная степень учащения элементов ритмического ряда дает разную степень динамики. Например, прямоугольник, разделенный в первом случае на равные части, воспринимается как статичный (рис. 3.28). Во втором случае, сдвигая части влево и соблюдая при этом ритмическую закономерность членения, в прямоугольной форме появляется направленность, эффект движения влево. В третьем случае - активнее учащение ритма членения и потому интенсивней и динамичней эффект направленности и движения. В четвертом случае при том же ритмическом делении прямоугольника впечатление направленности больше, динамический эффект усилен нарастающим тональным соотношением. В процессе проектирования эти особенности могут встретиться, как частный случай, в общем круге задач композиционного решения (например, при членении корпуса какого-либо транспортного средства или при организации элементов на плоскости прибор-

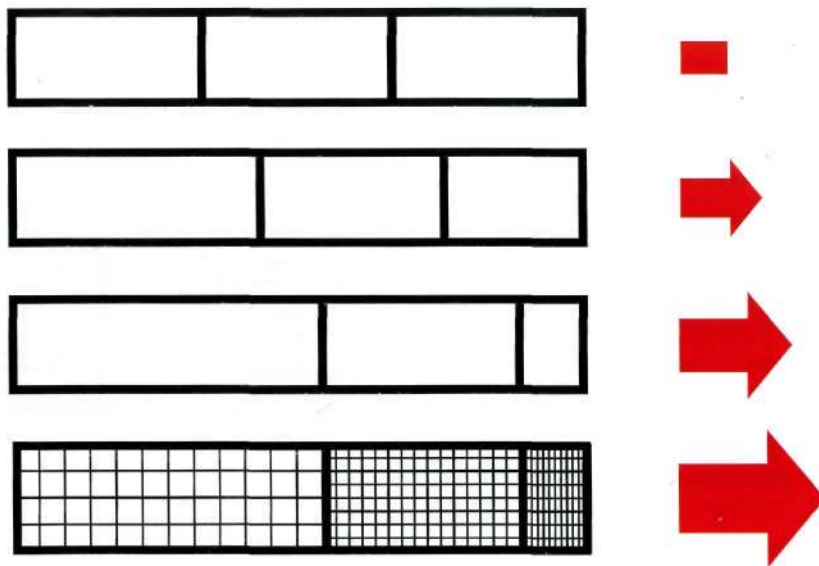


*Рис. 3.28. Пример использования ритмического членения формы для создания направленности и динамичности*

ной панели, т.е. там, где нужно ориентировать форму в каком-либо направлении или расположить и организовать элементы формы с ритмической направленностью к главной оси, к композиционному центру).

Применение ритма как средства композиции в значительной мере обуславливается объективными факторами. Так, ритм используется в тех случаях, когда его предопределяет конструктивная основа или когда он сопутствует применению тона, цвета, элементов пластики.

Метр и ритм обычно выступают в неразрывном единстве друг с другом, а также с другими средствами композиции. Поскольку метр и ритм связаны с соотношениями элементов предмета, то они всегда связаны и с его пропорциональным строем (см. ниже) - соответствуют или не соответствуют какому-то определенному пропорциональному ряду. Важно отметить, что метр и ритм могут быть связаны, с одной стороны, с пропорциями, а с другой - с модульной сеткой. В дизайне в ряде случаев эта зависимость определяется жесткой связью метрических рядов с конструктивной системой. В средствах транспорта, например, возникает обусловленная их структурой конструктивная сетка, которая является своеобразным модулем, и от него уже зависят все метро-ритмические соотношения других элементов, находящихся внутри салона.

Метро-ритмические ряды способствуют выделению главного в композиции, выявлению характерных, особенно для динамических композиций, акцентов и их закономерного чередования с пассивными интервалами, служащими как бы фоном.

### 3.3.2. Модульная система

В дизайне понятие «модуль» встречается в основном там, где деятельность дизайнера так или иначе связана с оборудованием каких-то помещений или изготовлением самого оборудования из унифицированных элементов.

Оборудование и мебель для жилища, например, необходимо проектировать на основе единого модуля, который зависит от мо-

Под **модулем** (лат. «modulos» - мера) понимается величина, размер, принимаемый за основу расчета размеров какого-то предмета, машины или сооружения. Совокупность правил расчета и модулей, используемых для этого расчета, носит название **модульной системы**.

дуля архитектурного. Модульная координация находит применение также в приборостроении и в станкостроении, особенно там, где используются унификация и агрегатирование.

### 3.3.3. Пропорции и пропорционирование

**Пропорционирование** - это использование с целью получения искомой целостности предмета закономерных соотношений различных величин или частей предмета между собой

Пропорция означает соразмерность, определенное соотношение отдельных частей и предметов между собой. Размерные отношения элементов формы изделий служат той основой, на которой строится вся композиция.

В математической пропорции  $A:B=C:D=\dots=K$  каждый из членов тесно связан определенными соотношениями с остальными. Отсюда и возникает строгая согласованность входящих в пропорцию отдельных членов, возникает их взаимосвязь и их взаимобусловленность. И это обстоятельство широко используется не только в архитектуре и дизайне, но и во всех видах художественной деятельности, в которых так или иначе можно вести речь о соотношении каких-то элементов, соотношении каких-то линейных или объемных величин.

Как образуется самая элементарная пропорция? Из математики известно, что если взять две подобные фигуры, то соотношение аналогичных элементов в этих фигурах дает пропорциональный ряд (рис. 3.29).

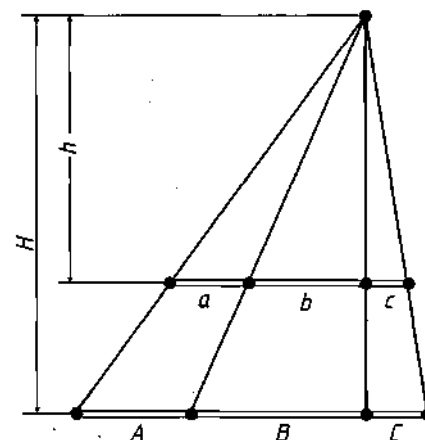
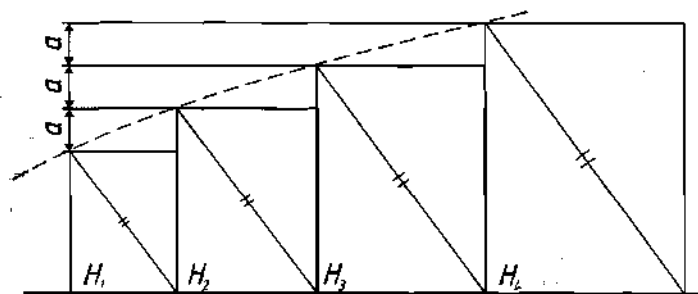


Рис. 3.29. Подобие фигур

Когда говорят о пропорциях применительно к художественной деятельности, то имеют в виду прежде всего сопоставление вертикальных и горизонтальных элементов в пределах определенной плоскости. Сложный предмет обычно заключают в какую-то простую фигуру-схему, скажем, параллелепипед, основные линейные величины которого и должны соотноситься, создавать какой-то определенный пропорциональный ряд. В этом и заключается их соразмерность.

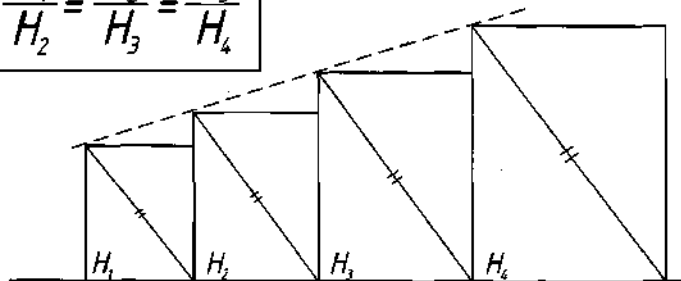
Сочетание различных геометрически подобных элементов дает различные виды пропорциональных отношений (рис. 3.30). Это прежде всего арифметические пропорции типа  $H_2 - H_1 = H_3 - H_2$  и т. д. (рис. 3.30, а) и геометрические пропорции, или пропорции, которые иногда называются непрерывными (рис. 3.30, б). Такое название они получили потому, что один из членов одного ряда обязательно повторяется в другом, скажем,  $H_1 : H_2 = H_2 : H_3$  и т. д.,  $H_2$  является здесь средней пропорциональной величиной.

$$H_2 - H_1 = H_3 - H_2 = H_4 - H_3$$



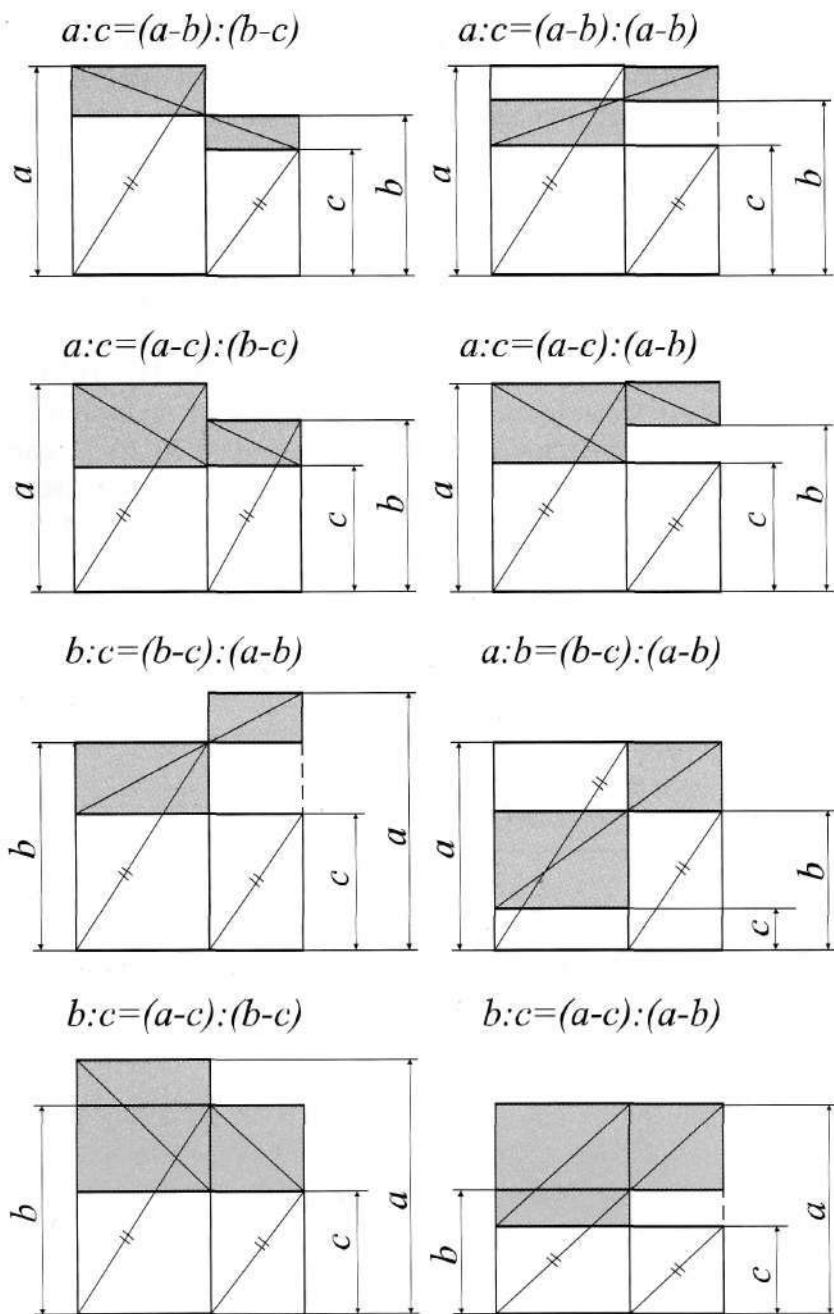
а

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{H_2}{H_3} = \frac{H_3}{H_4}$$



б

Рис. 3.30. Арифметические и геометрические пропорции



Среди геометрических пропорций существуют так называемые гармонические пропорции, которые впервые были описаны великим математиком Евклидом еще в III в. до н. э. Это довольно сложная комбинация элементов и их разностей, типа  $A:C=(A-B):(B-C)$  и т.д. Всего таких комбинаций восемь (рис. 3.31).

Существуют, таким образом, различные виды пропорциональных отношений, начиная от самых простых арифметических пропорций и кончая довольно сложными геометрическими пропорциями. Их очень много, но все они являются результатом подобия различных типов геометрических фигур, т. е. сочетания каких-то трех линейных величин этих фигур.

Немного особняком стоит геометрическая пропорция, которая получила название «золотого сечения». Его формулируют следующим образом: деление целого на неравные части пропорционально, когда меньшая часть целого так относится к большей, как большая часть к целому и обратно - целое так относится к большей части, как большая к меньшей, т. е.  $a:b=b:(a+b)$ .

Это равенство образуется при сочетании всего лишь двух величин, причем отношение между ними постоянное, выражающееся бесконечной десятичной дробью, где больший отрезок равен 0,618, меньший - 0,382.

Рис. 3.31. Графическое построение восьми гармонических пропорций Евклида

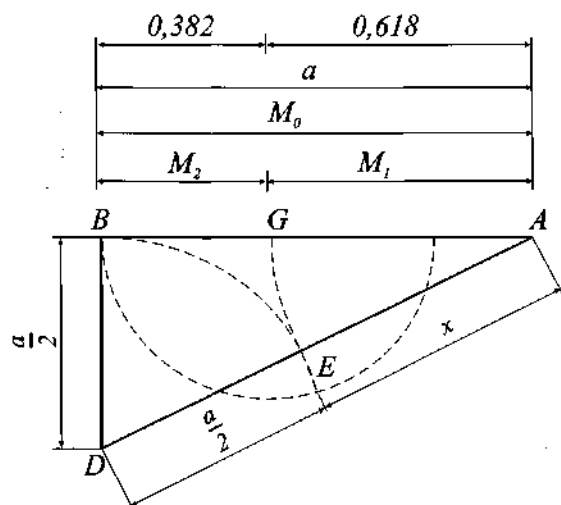


Рис. 3.32. Графическое построение членения пропорций «золотого сечения»

Золотое сечение выражается также геометрическим путем соответствующих построений. Один из геометрических способов - это деление отрезка в золотом сечении. Оно осуществляется при помощи прямоугольного треугольника с соотношением катетов 1:2 (рис.3.32):

$$x = \frac{a}{2}(\sqrt{5} - 1); \quad a = AB = M_0 = 1,0;$$

$$x = \frac{1}{2}(\sqrt{5} - 1); \quad M_1 = x = \frac{1}{2}(\sqrt{5} - 1) = 0,61803398;$$

$$M_2 = a - x = \frac{1}{2}(3 - \sqrt{5}) = 0,381966.$$

Затем в золотом сечении  $M_2$  делится на  $M_3=0,236$  ;  $M_4=0,146$  ;  $M_5=0,009$  и т. д.

Пропорции золотого сечения могут образовать математический ряд иррациональных чисел. Но для того, чтобы этими пропорциями золотого сечения было проще пользоваться, желательно отобразить их в целых числах. Для это пользуются так называемым рядом Фибоначчи, который состоит из целых чисел и максимально приближается к ряду золотого сечения. Цифры этого ряда (3,5,8,13,21,34,55 и т. д.) образуются как сумма двух предыдущих чисел. Их отношения  $3/5$ ,  $5/8$ ,  $8/13$  и т. д. близки к ряду золотого сечения. В образовании пропорции могут участвовать различные математические отношения, использующие ряды как целых, так и иррациональных чисел. Используются иррациональные отношения, в частности, образованные на числах ряда  $\sqrt{5}$  (пентагональная система),  $\sqrt{3}$  и  $\sqrt{2}$ .

Если говорить о натуральном ряде чисел, то можно представить себе такое рациональное их сочетание в единой модульной системе (расчленение тех же прямоугольников), которое строится на подобии их элементов и соотношения которых являются кратными (1:2, 1:3 и т. д.), т.е. основаны на натуральных числах. Иррациональные числа -  $\sqrt{2}$  или 1,414;  $\sqrt{3}$  или 1,732;  $\sqrt{5}$  или 2,236, как уже говорилось, обычно никогда в чистом виде не используются.

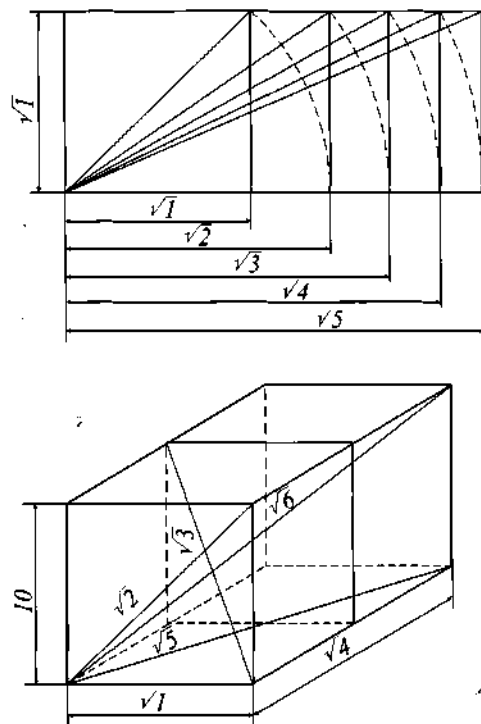


Рис. 3.33. Система прямоугольников от квадрата до прямоугольника

Используются или отношения, образованные иррациональными числами, или сочетание целых чисел с иррациональными.

Графическое построение геометрических фигур, в которых имеет место сочетание целых чисел с иррациональными, производится довольно просто. Берется основание квадрата, потом его диагональ - соотношение диагонали квадрата с целым числом дает  $\sqrt{2}$ ; потом диагональ этой фигуры, еще раз положенная в основание, - сочетание опять с единицей квадрата дает соотношение  $\sqrt{3}$ ; следующая диагональ этого прямоугольника, опять превращенная в основание, в соотношении дает  $\sqrt{5}$  (рис. 3.33). Таким образом, полученные прямоугольники есть соотношение единицы и  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$ ,  $\sqrt{4}$  и  $\sqrt{5}$ . Это сочетание, в свою очередь, образует отношение золотого сечения.

Дизайнеру необходимо не только знать принципы построения пропорций, но и уметь правильно использовать их для гармонизации формы предмета. Использование пропорциональных соотношений является очень сильным средством для получения целостной формы, так как создает твердую соразмерность отдельных линейных и объемных частей изделия. Но пропорциональность служит и решению главных, функциональных задач. Простой пример - стол. Если это стол, за которым сидят со всех сторон, то, наверное, удобнее всего квадрат. Если это письменный стол, за которым сидит один человек, то квадратная форма вряд ли целесообразна, то есть пропорции этого стола связаны с его функцией.

Можно выделить два приема пропорционирования промышленных изделий: соподчинение и расчленение (рис. 3.34).

Соподчинение используется тогда, когда к какому-то элементу пристраивается другой, который находится в смысле соразмерности в подчинении к этому основному элементу. Расчленение используется тогда, когда имеется какой-то объект (самый простой случай - прямоугольник) и эту основную форму или плоскость надо разбить на более мелкие элементы.

В дизайне основным является прием расчленения, потому что дизайнер имеет дело обычно сначала с общими габаритами вещи и уже внутри них ищет соотношение отдельных элементов между собой (рис. 3.35).

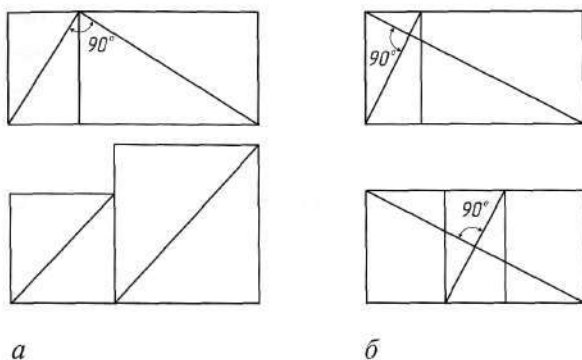


Рис. 3.34. Приемы пропорционирования:  
а - соподчинение;  
б - расчленение

Однако соблюдение пропорций еще не гарантирует качества композиции. Важно найти гармоническое согласование, связи пропорционирования с другими средствами композиции.

Пропорциональные отношения могут оказывать непосредственное влияние на композицию, так как соподчинение элементов формы во многом зависит от размерных отношений. Так, пропорции выражают связи формы и конструкции, т. е. обуславливают тектонику и характер объемно-пространственной структуры. С пропорциями связаны такие важнейшие качества, как статичность и динамичность формы, ее зрительная устойчивость. На пропорциональных отношениях могут строиться контраст и нюанс соотносимых величин, ритм и метрический повтор.

Таким образом, нет и не может быть какой-то пропорции, которая всегда хороша. Не всякое математическое соотношение, не всякая пропорция имеет художественную ценность и не каждая пропорция, даже имеющая художественное значение для одного случая, приемлема для другого.

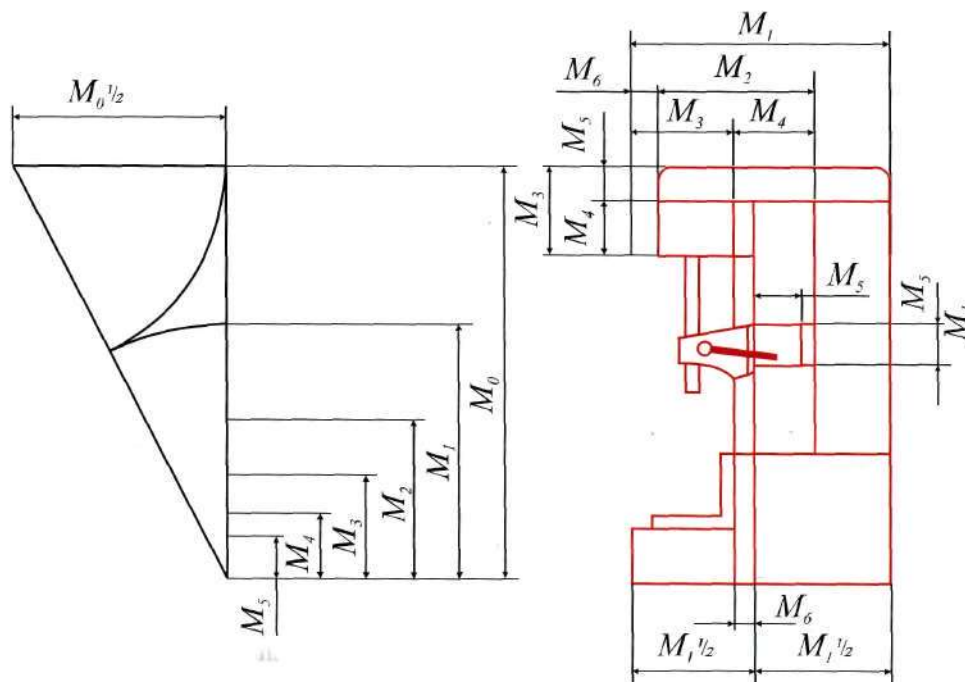


Рис. 3.35. Согласование размеров изделия (сверлильного станка) с использованием ряда шкалы «золотого сечения»



Правильно найденные пропорции способствуют не только достижению гармоничной формы, но и улучшению функциональных и конструктивных показателей изделия. Поэтому при проектировании технических объектов поиск системы пропорций необходимо вести уже на ранних этапах работы.

### 3.3.4. Масштаб и масштабность

Под масштабностью предметного мира понимается соразмерность или относительное соответствие формы предмета размерам человека, соответствие размеров предмета действительно необходимым.

Важным условием достижения гармоничности композиции является нахождение правильной масштабности.

Масштабом характеризуется любая вещь, но не каждая может быть масштабной. Дизайнеру масштаб нужен для того, чтобы сделать вещь соразмерной человеку и окружающей среде.

Ощущения масштаба связаны с представлениями о целесообразности и удобстве пользования изделием. Выявление масштабности обусловливается соответствием формы предмета его назначению, конструкции, материалам, а также правильным использованием других средств гармонизации, в первую очередь пропорционирования.

Масштаб любого сооружения или технического объекта не определяется его величиной. Маленькое здание или предмет могут иметь крупный масштаб, а большие – наоборот мелкий. Поэтому при проектировании здания рядом с фасадом архитектор изображает фигуру человека в масштабе чертежа. Она служит для соотнесения с ней всех элементов здания. К сожалению, технические объекты далеко не всегда соотносятся с размерами человека. Правда, масштаб механизмов задается техническими условиями, кинематикой, конструкцией. Однако для технических объектов имеется немало средств достижения масштабности.

На рис. 3.36, а, в, д изображены предметы, назначение и размеры которых пока неизвестны. Для уточнения их величины рядом приводится фигура человека или рука так, как показано на рис. 3.36, б, г, е. Все три предмета являются небольшими настольными приборами примерно одинакового размера (рис. 3.36, г), но воспринимаются они по-разному. Это объясняется следующим.



Рис. 3.36. Примеры выражения масштаба изделий

Строй композиции показанного на рис. 3.36, а прибора характерен для крупного станка. Форма прибора сложная и дробная. Верхняя часть изрезана вертикальными членениями, мелкие выступы еще больше усложняют объем, а маленькие детали регулировки и настройки ассоциируются с элементами управления большого станка. Весь прибор имеет ряд сильных горизонтальных перепадов. Впечатление немасштабности усиливает массивное ступенчатое основание, которое как бы предназначено для восприятия значительных нагрузок. Ложное выражение тектоники прибора искажает его масштаб и заставляет малое воспринимать как уменьшенное большое.

Форма прибора на рис. 3.36, в свойственна действительно маленькой вещи. Композиционный строй соответствует его величине. Головка поддерживается легкой стойкой, что отвечает истинным нагрузкам. Хорошо найден и масштаб мелких деталей. Например, верхняя регулировочная головка точно соответствует размерам руки. Такая деталь придает прибору правильную масштабность, так как позволяет соотнести его размеры с размерами человека. В целом прибор получил необходимую зрительную весомость.

Прибор на рис. 3.36, д производит двойственное впечатление. Если отнять ручку с тыльной стороны, он покажется больше своих истинных размеров. Форма стойки напряженная, и создается впечатление, что консоль на ней предназначена нести значительные нагрузки от фрезы или сверла большого диаметра. Это ощущение усиливает форма основания, передней части подставки и столика, выполненных в «силовом» характере. Принятому масштабу противоречит пластмассовая ручка на тыльной стороне, которая служит для поддержания прибора рукой. Ее масштаб возвращает нас к истинным размерам предмета. Таким образом, наличие двух разных масштабов нарушило целостность вещи.

Из приведенных примеров видно, что масштабность изделия придают элементы, которые позволяют соотнести его с размерами человека. Прямое влияние на масштабность оказывают все те размеры, которые связаны с человеком, определяют удобство пользования. В архитектуре это размеры дверных проемов,

лестничных ступеней и т. п. В вещах и предметах это элементы, также связанные определенным образом с размерами человеческого тела: высота стола, стула, размер сиденья, величина различных ручек, рукояток, переключателей и т. п.

Технические и бытовые объекты часто наделяются многократно повторяющимися элементами, что обуславливает необходимость применять в практике проектирования систему модульной координации на основе соизмеримого с человеком пропорционального ряда. С целью увязки масштабных соотношений с модулем и пропорциональными отношениями, а также с размерами человека Ле Корбюзье создал математическую шкалу «Модульор»

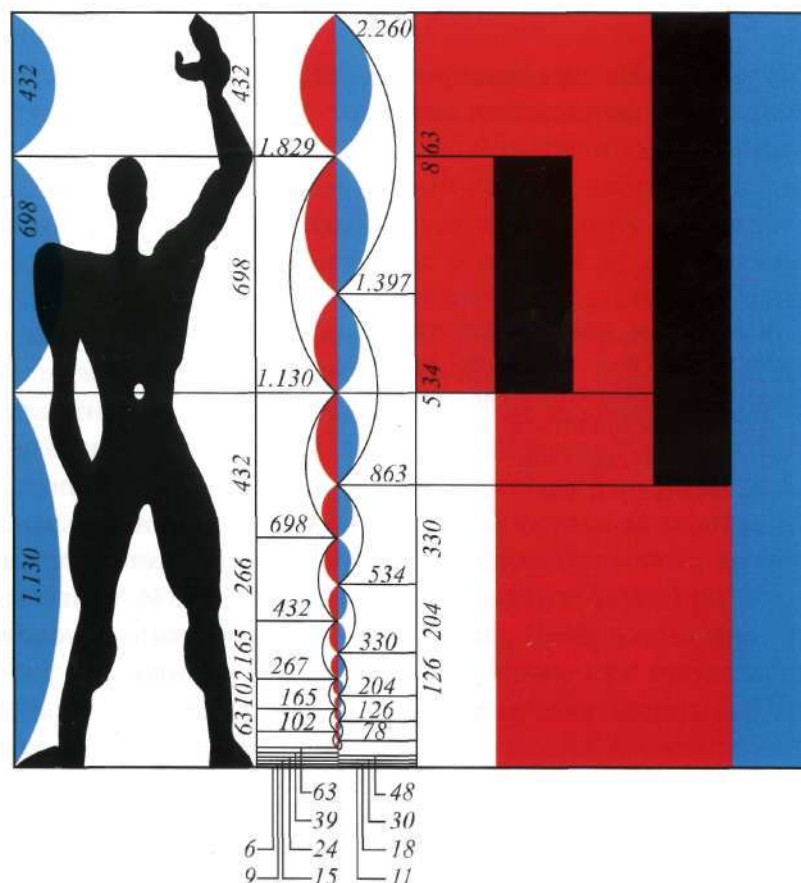


Рис. 3.37. «Модульор»  
Ле Корбюзье



расты могут привести к нарушению целостности формы. Это относится не только к организации производственной среды, но и к проектированию технических изделий и изделий культурно-бытового назначения.

Приемы использования контраста в технике можно разделить на две большие группы: 1) обусловленные объективно, т.е. тектоникой или объемно-пространственной структурой; эффект использования таких контрастов достигается лишь при тесном контакте инженера и дизайнера еще на ранних этапах проектирования; 2) в значительной мере зависящие от дизайнера, например контрасты в отделочных материалах, обработке поверхностей, окраске, декоративных элементах и т.д. В композиции одного изделия могут одновременно совмещаться оба приема использования контрастов.

В композиции контраст неразрывно связан с нюансом. Если контраст не дополняется тонкими нюансными переходами, он может не только огрубить форму, но и разрушить ее целостность.

Нюанс - это последовательный переход, например, от тяжелого к легкому, от темного к светлому, от большого к малому, от простого к сложному и т.д. Если нюанс усиливать, он может перейти в контраст. Если же его сильно ослабить, он окажется зрительно неразличимым, т.е. станет тождеством. Следовательно, нюансировка - самое тонкое из всех средств композиции, а ее использование представляет сложную задачу и требует от дизайнера высокой квалификации. Если контраст часто обуславливается функцией или конструкцией изделия, то нюанс не определяет ни то, ни другое. Он связан с художественным осмыслением формы, материала, цвета и в значительной степени зависит от индивидуальности дизайнера.

Нюансировка играет особенно важную роль при конструировании изделий бытового назначения. Необходима она при работе над композицией малых форм, а также при проектировании крупных технических изделий. Нюансировка формы во многом связана с технологией производства изделия и свойствами применяемых материалов. Дизайнер должен тонко чувствовать особенности материала и уметь правильно их использовать.

**Нюанс** означает отклонение, небольшие, слабо выраженные различия свойств.

**Пластика формы** характеризует особенности объемно-пространственной структуры, определяет ее рельефность, насыщенность тенями и светом.

Нюанс проявляется в пропорциях, ритме, цвете, пластике, декоре, фактуре поверхности и т.д. Формы, построенные на нюансах, всегда спокойны и раскрываются не сразу (в отличие от форм, построенных на контрастах). Поэтому в работе над формой одного изделия могут использоваться многие нюансы. На них порой строится даже вся композиция изделия. Особенно велика роль нюанса при разработке интерьеров, в которых всегда необходимо связывать отдельные элементы.

**Тождество** используется в тех случаях, когда имеют место повторы одинаковых элементов, поэтому оно связано с такими средствами композиции, которые основаны на повторах.

### 3.3.6. Тени и пластика

Пластичная форма имеет мягкие переходы образующих линий, а при недостатке этих свойств она становится сухой и аскетичной.

Свет и тени не являются компонентами формы изделия, так как зависят от освещения и места расположения источника света. В то же время характер распределения света и теней, их глубина определяются особенностями объемно-пространственной структуры, ее пластического решения. В силу этого свет и тени в известной степени можно считать самостоятельным средством организации формы изделий. Светотеневая структура может определять целостность композиции, выявлять строй формы и другие ее качества.

Если форма элементарно проста, возможности использовать свет и тени незначительны. Поэтому дизайнер иногда специально усложняет форму, чтобы сделать ее более пластичной, полнее использовать взаимодействие теней со светом и такими приемами обеспечить интересную композицию.

Пластика и тени тесно связаны, при этом светотеневая структура зависит от пластического решения формы, т.е. от того, что материально определяет поверхность. Поэтому тени как средство композиции рассматриваются не независимо, а вместе с пластикой.

Роль теней и света в композиции не всегда одинакова. Например, когда простая форма организована крупными плоскостями, приобретают значение легкие тени, которые членят объем. Они контрастируют с большими освещенными поверхностями и придают объему графическую остроту и выразительность. Если же форма сложная и часть элементов ее находится в зоне глубоких теней, основная роль в композиции принадлежит правильно организованному свету.

Пластика и светотеневая структура имеют особенно важное значение при достижении целостности малых и миниатюрных форм. В данном случае эти средства композиции наряду с нюансом становятся важнее всех остальных. При этом они тесно между собой переплетаются.

На рис. 3.39 показаны наручные часы, отличающиеся между собой характером формы и пластической проработкой.

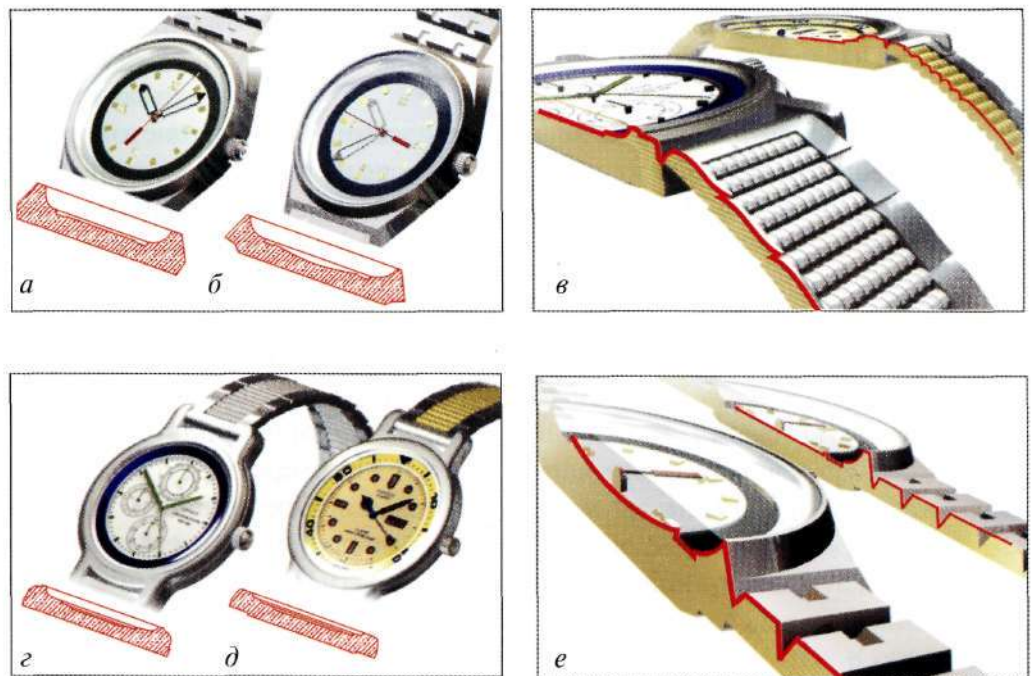


Рис.3.39. Проявление характера формы и пластики в часах



В часах на рис.3.39,а,б верхняя часть komponуется на основании, выполненном в виде четко граненой плитки. Стенки кольца верхней части в четырех местах переходят в наклонные стенки нижней части. Циферблат лежит глубоко, а светлый диск его отделен от стенок впадины темным кольцом. Характер формы часов на рис. 3.39, а, б отличается лишь пластической проработкой. Он поддерживается и характером браслета (рис. 3.39,в).

Рельеф формы часов на рис.3.39,г,д мелкий,и пластика развивается не в глубину, как в предыдущих часах, а строится на плавных переходах формообразующих линий. Мелкий рельеф часов поддерживает и браслет с мелкоструктурной дорожкой (рис.3.39, е).

### 3.3.7. Цвет

Важные характеристики поверхности материальной формы предмета связаны также с ее цветом, фактурой (внешней структурой поверхности) и текстурой (своеобразным рисунком, отражающим структуру покрывающего поверхность материала).

Цвет - это одно из самых субъективных средств композиции. Поэтому цветовое решение предмета зависит лишь от интуиции и вкуса дизайнера. Но этого недостаточно, если проектируются сложные машины, насыщенный интерьер или когда необходимо учитывать психофизиологическое восприятие цвета. Поэтому выбор цветового решения зависит от назначения изделий и условий их эксплуатации. Так, цвет станков, машин, приборов во многом определяется эргономическими требованиями (см. гл. 5). При цветовом решении изделий культурно-бытового назначения возрастает роль создания гармоничного ансамбля всего жилого интерьера.

Особенности восприятия цвета и применения его в промышленности показаны в гл.4.

Цвет всегда должен быть увязан с объемно-пространственной структурой предмета, со всеми средствами соразмерности, а через них, естественно, и с его функцией, обеспечивающейся тем или иным техническим (конструктивным) решением. С помощью

цвета можно акцентировать и, наоборот, ослабить влияние на композицию тех или иных элементов структуры, тех или иных членений и деталей, можно скорректировать пропорции или тектоническое решение, увеличить образность вещи, изменив общий характер восприятия формы.

Подводя общий итог, можно сказать, что правильное построение объемно-пространственной структуры и нахождение тектонических характеристик сооружения или предмета позволяют создать целостную вещь, отдельные элементы которой находятся в известном единстве с содержанием, и это создает ощущение или уравновешенности, устойчивости и главенствования, или, наоборот, динамичности и подчиненности, в соответствии с ее назначением и реальным использованием. В отличие от этого, соразмерность вещи и ее пластическая отработка позволяют идти дальше по пути придания ей наибольшей выразительности, характеризующей принадлежность этой вещи к определенной культуре, к определенной предметной среде, к конкретному потребителю с его конкретными требованиями к свойствам вещи, ее внешнему виду и возможностям ее использования.

В разд. 3.5 приведены графические формальные упражнения, на примере которых студенты осваивают композиционные средства выразительности, применяя простейшие формы (точки, линии, пятна).

### **3.4. Соответствие окружающей среде**

Одним из принципов дизайн-проектирования является обязательный учет конкретных условий окружающей среды.

Вещи, создаваемые человеком, не могут существовать сами по себе, изолированно от других предметов, вне окружения. Все они будут находиться в определенных конкретных условиях, в определенной среде: вывески, рекламы - на фасадах зданий; мебель, осветительная арматура, декоративные ткани и др. - в определенном жилом или общественном интерьере и т. д.

В каждом конкретном случае эта среда различна и будет сказываться на решении находящихся в ней предметов.

Окружающая среда и конкретные условия будут влиять на общий характер объемно-пространственного решения предмета; размеры предмета и масштаб его детализовки; выбор материала, отделку и характер обработки поверхности; цветовое решение; образный и стилевой характер.

### 3.4.1. Влияние окружающей среды и конкретных условий на общий характер объемно-пространственного решения предмета

**Объемно-пространственное решение предмета, его форма зависят от положения предмета в пространстве.**

Предмет высокий, воспринимаемый в основном на силуэт на фоне неба или каком-либо другом фоне (мачта фонаря, подъемного крана, опора электропередачи и т.д.), должен иметь особенно хорошо проработанный рисунок по вертикали. И наоборот, для предмета низкого, воспринимаемого с высоты (плоский фонтан - бассейн, блюдо или пепельница на низком журнальном столике и т.п.), решающее значение будет иметь его плановое решение.

**Объемно-пространственное решение предмета, его форма зависят от формы и размеров окружающего пространства.** Например, подвесная осветительная арматура общего освещения в высоком помещении композиционно строится по вертикали на длинном подвесе или подставке; в помещении низком, наоборот, она должна быть плоской, прижатой к потолку или встроенной в него (рис. 3.40).

Форма предмета в затесненном малом пространстве всегда более компактна, находится в большей зависимости от его конфигурации; предмет в большом пространстве может решаться более независимо, более свободно.

**Объемно-пространственное решение предмета, его форма зависят от формы, размеров и количества компонентов [предметов], составляющих окружение.**

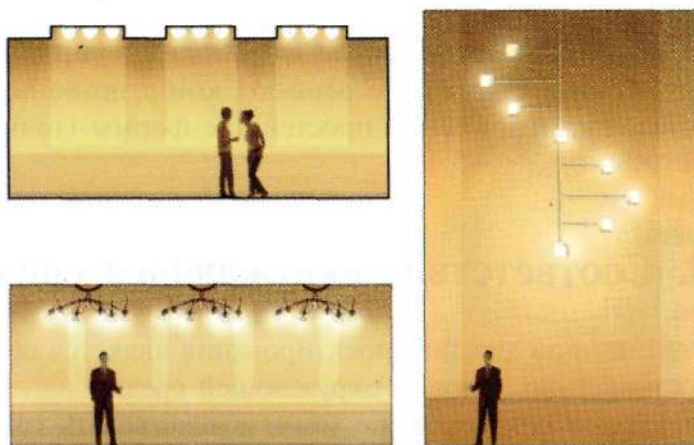
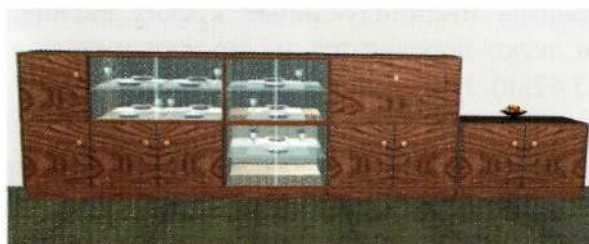


Рис. 3.40. Высота помещения и форма светильника общего освещения



а



б

Рис. 3.41. Взаимосвязь формы, размеров элементов секционной мебели

Тесной взаимосвязи требуют такие предметы, как, например, элементы оборудования кухни (мойка, плита, рабочий стол, холодильник и др.). Форма и размеры этих предметов не могут решаться отдельно, независимо друг от друга. Форма и габариты по глубине и высоте каждого из них обусловлены возможной их блокировкой и поэтому должны быть взаимоувязаны (рис. 3.41, а).

Ту же взаимосвязь и взаимообусловленность необходимо учитывать и при конструировании большинства измерительных и вычислительных приборов, радио-и телеаппаратуры, различных видов промышленного, торгового оборудования, секционной мебели (рис. 3.41, б) и т.д. Форма и конфигурация отдельных предметов каждой группы до известной степени определяется необходимостью стыковки их между собой по горизонтали или по вертикали в один общий блок, панель или секцию.

Форма одиночных предметов может быть более сложной, в составе группы предметов должна быть более простой.

**Объемно-пространственное решение предмета, его форма зависят от конкретных условий применения, уточняющих функциональные и другие требования к предмету.** Например, в здании авиационного вокзала, казалось бы, можно применить для пассажиров одну и ту же мебель, например кресло для всех пассажирских помещений вокзала, так как функциональное назначение у предмета одно - это место для сидения. Но стоит только «привязать» этот предмет к условиям каких-либо конкретных помещений, например операционного зала или зала ожидания, как сразу эти конкретные условия накладывают свои дополнительные, специфические требования к функциональному назначению предмета, уточняют их, а следовательно, делают отличной, отвечающей этим условиям и форму предмета.

Так, мебель в операционном зале должна служить для кратковременного пребывания пассажира. Сюда больше подходит мебель типа скамей с общими сиденьями или с отдельными сиденьями, но на общем основании. Не отдельные легкие предметы для одного человека, а на группу, чтобы их нельзя было свободно двигать по помещению и не нарушать графика движения большого потока людей, поскольку в этом зале пассажир еще находит-



ся с вещами, то ему необходимо создать удобства и для пользования ими, т.е. здесь должны быть подставки - скамьи или другие предметы для чемоданов, на которые пассажир мог бы их поставить, раскрыть, упаковать и т.п. Неуместны здесь и журнальные столики (рис. 3.42, а, б).

Совсем другие конкретные условия в зале ожидания. Здесь уже необходимо создавать все условия для длительного пребывания пассажира. Мебель должна быть мягкой и удобной для отдыха, должны быть и столики с журналами, авиационными и туристскими проспектами, газетами и другой литературой. Тут должны преобладать различной формы индивидуальные кресла, легкие, позволяющие пассажирам легко передвигать их по желанию, для чтения, бесед и т.п. (рис. 3.42, в). Но не вся мебель в зале может быть такой легкоподвижной. В частях зала, близких к выходу на посадку и к путям движения, она должна быть не индивидуальной, допускающей свободную группировку и передвижение, а групповой, стационарной, т.е. уже типа диванов и т.п. (рис. 3.42, г).

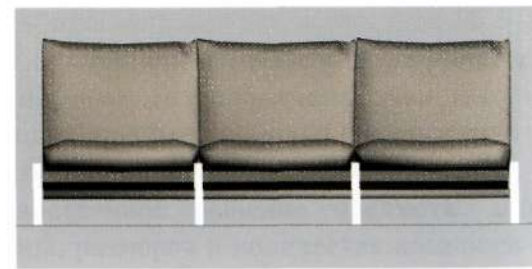
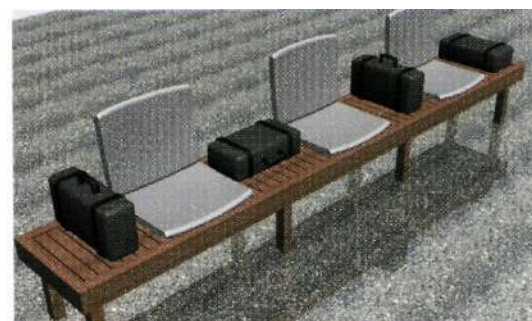


Рис. 3.42. Схемы мебели  
для помещений аэровокзала

### 3.4.2. Влияние окружающей среды и конкретных условий на размеры предмета и масштаб его детализировки

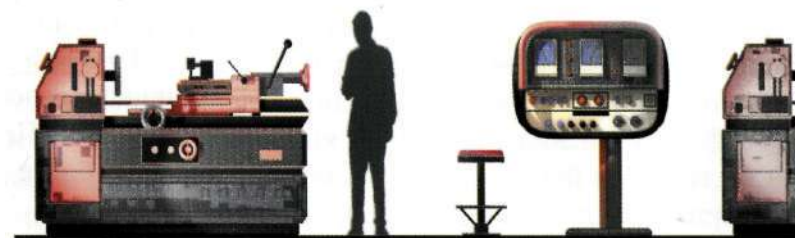
Размеры предмета и масштаб его детализировки зависят от величины окружающего пространства. Например, кашпо и вазы для цветов в жилой комнате будут одного размера и масштаба; для вестибюля или зала общественного здания - уже другого размера - больше; на улице или городской площади - еще больше и крупномасштабнее.

Размеры предмета и масштаб его детализировки зависят от размера и масштаба предметов, составляющих окружение.

Пульт управления в технологической линии с крупногабаритными мощными станками (рис. 3.43, а) решен крупномасштабно сильно, в соответствии с оборудованием; такого же размера пульт в цехе с небольшими «тонкими» станками (рис. 3.43, б) имеет совсем иную трактовку формы: он соответственно более дробный и легкий.



а



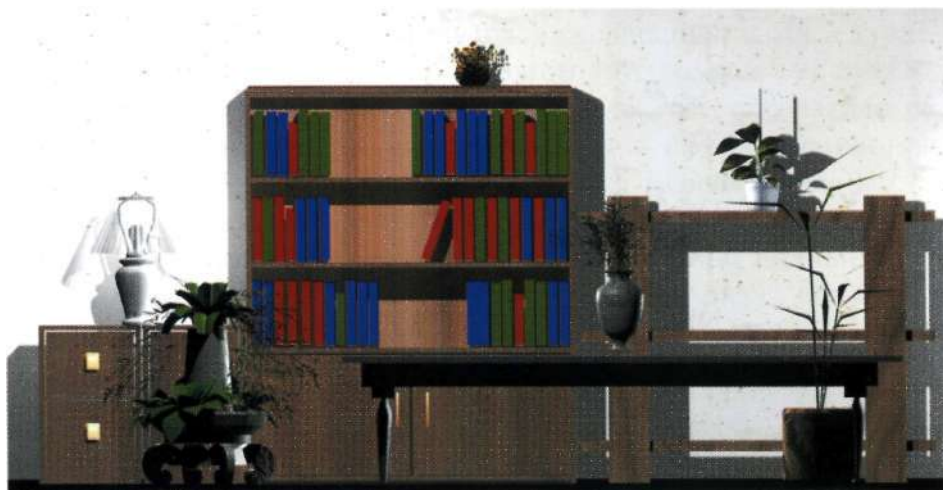
б

Рис. 3.43. Примеры решения пультов управления

**Размеры предмета и масштаб его детализировки зависят от местоположения к окружающей среде.**

Декоративная ваза на столе или на серванте - в масштабе к плоскости стола, к размерам серванта; на полу - в масштабе ко всей площади или его участку как по общей величине, так и по трактовке деталей: на столе и серванте - более дробно и тонко решенные, на полу - более крупно, цельно, грубо (рис. 3.44).

*Рис. 3.44. Пример зависимости размеров предмета от местоположения к окружающей среде*



Можно говорить в известной мере о том, что чем ближе предмет к земле, тем крупнее, грубее и проще разработка его формы, чем выше - тем мельче, тоньше, легче.

**Размеры предмета и масштаб его детализировки зависят от функционального значения и роли предмета в общем композиционном смысле.** Предметы, играющие главную роль в композиции, решаются более крупно и цельно, второстепенную - более мелко, дробно.

Функционально более важные основные приборы, надписи, органы регулировки и другие элементы на панелях пультов управления, приборных щитах и досках должны решаться более крупно как по общим абсолютным размерам, так и по масштабу, по детализировке формы.

### **3.4.3. Влияние окружающей среды и конкретных условий на выбор материала, отделку и характер обработки поверхности**

**Выбор материала, отделки и характер обработки поверхности предмета зависят от условий эксплуатации** (на улице или в помещении; на суше, на воде или под водой; летом, зимой и т.д.). Возьмем предметы для экстерьера и предметы для интерьера. В общем случае, как правило, первые должны быть проще, бедней по материалу и отделке, так как будут находиться в более грубом и суровом окружении наружного пространства и могут подвергаться воздействию атмосферных осадков, резким колебаниям температуры и т.д. Вторые - совсем в других условиях, как температурных, влажностных и др., так и в иной по характеру архитектурной среде интерьера здания, и потому применяемые для них материалы и отделка должны быть тоньше, нежнее, богаче.

**Выбор материала, отделки и характер обработки поверхности предмета зависят от «образного» содержания и характера окружающей среды.** Пластмассовая, керамическая, алюминиевая и эмалированная посуда, например, вполне естественна на даче, в столовой турбазы и т.д. И совершенно очевидно, что эти материалы совсем не подходят, скажем, для посуды банкетов. Здесь будут уместны тонкий фарфор, стекло, хрусталь и др.

**Выбор материала, отделки и характер обработки поверхности предмета зависят от местоположения в окружающей среде.** Рассмотрим в качестве примера декоративные ткани для интерьера. Ковер для пола должен быть грубой сильной фактуры, на нем стоит мебель, по нему ходят - он должен служить для всего этого общим основанием. Обивочная ткань для мебели тоже фактурная, сильная, но менее грубая, чем для пола; по ней не ходят, на ней не стоит мебель, но на ней все же сидят. Ткань для скатерти - еще более «тонкая», на ней стоит только посуда и т.д.

**Выбор материала, отделки и характер обработки поверхности предмета зависят от эксплуатационных и других требований, выдвигаемых конкретными условиями** (требования герметичности, жаростойкости, теплоизоляции или теплопроводности, легкости, повышенной прочности, кислотоупорности, шумопогло-



щения и др.). Материалы, их отделка (защитные покрытия), применяемые, скажем, для изделий, используемых в тропическом климате, или в умеренном поясе, или за полярным кругом и т.д., не могут быть одинаковыми, как и сама компоновка изделий. Поэтому проектировать так называемое типовое изделие без учета географии его использования (климатических условий) нельзя.

Например, посуда для бортового питания в самолете. Основные требования, предъявляемые условиями эксплуатации, - легкость (минимальный вес) и прочность (посуда должна быть небьющаяся и позволять производить мойку в моечных машинах). Эти эксплуатационные требования определили и выбор материала для ее производства: все авиакомпании мира используют для авиационной посуды преимущественно различные виды пищевых пластмасс.

При изготовлении и отделке лицевых поверхностей различных аппаратов, приборов, пультов управления, рабочей зоны любого оборудования одним из важных условий, с которым необходимо считаться, являются физиологические требования, например отсутствие на поверхностях, попадающих в зону зрения работающего человека, бликов, увеличивающих напряжение мышц глаза и повышающих его утомляемость. Поэтому отделка должна исключать блеск поверхностей и быть матовой.

#### **3.4.4. Влияние окружающей среды и конкретных условий на цветовое решение предмета**

**Цветовое решение предмета зависит от общей цветовой гаммы окружающей среды.** При цветовом решении средств водного транспорта необходимо исходить из сине-голубого, иногда серо-синего или голубовато-зеленого фона воды и неба, на которых они воспринимаются. Поэтому их цвета, как правило, либо белые, желтые или оранжевые и не могут быть сине-голубыми или зелеными, так как сольются с цветом окружающей среды - воды, неба, берегов. Военные же суда в целях маскировки, наоборот, серые, серо-зеленые - под цвет воды, дыма, туч.

Цвет дорожных строительных и сельскохозяйственных машин может и должен быть разным в зависимости от преобладающего цвета той среды, в которой преимущественно они будут работать; цвет хлебоуборочного комбайна, жнейки или молотилки должен гармонично сочетаться с золотом поспевающих хлебов и ярко-синим небом, а цвет таких орудий, как плуги, бороны, культиваторы, - с цветом черной земли и молодой яркой зелени всходов.

Очевидно, что машины, работающие в условиях песков пустынь могут быть одинаковыми по цвету с такими же машинами, работающими в снегах за полярным кругом, и не только из-за климатических (температурных) условий, но и из-за цветовых различий среды окружения.

Торговое оборудование для выкладки и продажи товаров: прилавки, стеллажи, полки, стенды, тара - также должны различаться по цвету в зависимости от конкретных условий. Для ярких цветных товаров: овощей, фруктов, книг, тканей и т. п., чтобы не спорить с предметами торговли, а, наоборот, подчеркивать, выявлять их, - это оборудование должно быть ахроматичным, как правило, белым, серым, черным; для сравнительно бесцветных товаров: муки, крупы, сахара, картофеля, молочных продуктов и др. применение яркой, цветной тары и оборудования вполне возможно, а в некоторых случаях и даже более целесообразно.

**Цветовое решение предмета зависит от роли предмета в общем композиционном замысле.** Предмет, играющий важную роль в общей композиции ансамбля, может быть выделен контрастной покраской по отношению к окружающей предметной среде. И наоборот, предметы второстепенные не должны на себя акцентировать внимание, отвлекать от главного, поэтому они должны быть более близкими, «нейтральными» по цвету и по тону, и по светлоте к общему окружению, не выделяться из него.

**Цветовое решение предмета зависит от роли, места и значения предмета в общем технологическом процессе.** Более важные предметы в организации функционального процесса, а также требующие по различным причинам большей фиксации на них внимания могут быть выделены не только размерами, формой, но и цветом.

Например, сигнальная и предупреждающая окраска в цехе опасных мест, подвижных транспортных устройств, манипуляторов пожарного оборудования и т.д. всегда броская, напряженная, контрастная.

**Цветовое решение предмета зависит от характера и «образного» содержания среды.** В качестве примера рассмотрим столы и стулья для помещений, имеющих почти одно и то же функциональное назначение, но разное «образное» содержание - для кафе и для банкетного зала. В кафе мебель может быть яркой, «броской», даже пестрой, чистых и насыщенных тонов. В банкетном зале, наоборот, она должна быть очень строгих и сдержанных (приглушенных) тонов. Это положение в полной мере относится и к костюмам людей, находящихся в этих помещениях, и ко всем другим элементам оборудования и сервировки. Больше того, даже если взять два кафе: одно в общественном здании - в учреждении, а другое в зоне отдыха - на пляже, то совершенно очевидно, что эмоциональное воздействие от цветового решения этих двух помещений (от интерьеров и оборудования) должно быть разным.

В первом случае - более сдержанное и спокойное, способствующее отдыху, но не выпадающему из делового ритма учреждения, во втором - соответствующее общему настроению, царящему в зоне отдыха и на пляже - веселью и радости, ощущению простора, солнца и т.п.

**Цветовое решение предмета зависит от психофизиологических требований, обусловленных конкретными условиями** (климатом, освещением, температурным и влажностным режимами, шумом и др.). Интерьеры помещений и оборудование производств, связанных с выделением больших количеств теплоты (плавильных и литейных цехов, котельных и т.п.) для создания психофизиологического ощущения снижения температуры, рекомендуется красить в «холодные» (сине-голубые, голубовато-зеленые) тона. И наоборот, по тем же причинам оборудование и цехи, связанные с низкими температурами, должны краситься в так называемые теплые и горячие тона - желто-зеленые, желтые, оранжевые и красные.

Общеизвестно, например, что голубовато-зеленая и желто-зеленая (средневолнистая) часть спектра наиболее подходит для окраски рабочей зоны на предприятиях, так как именно эти цвета благоприятно (успокаивающе) действуют на работающего. Но этот вывод правилен лишь в общем случае. Часто конкретные условия и окружающая среда требуют иного решения. Например, для производства с однообразным характером операций, с монотонным шумом и другими аналогичными условиями, вызывающими сонливость, видимо, надо выбирать окраску, не успокаивающе действующую на человека, а наоборот, возбуждающе. Точно так же необходимо учитывать, что для производств, где требуется большая затрата мышечных усилий, необходим один цвет, где умственная работа - другой.

Ограждающие конструкции - полы, потолки, стены, а также оборудование и все остальные предметы в помещениях, хорошо освещенных естественным светом и выходящих на юг и юго-восток, могут иметь более темную и более холодную окраску, чем в помещениях, плохо освещенных, ориентированных на северо-запад и запад. В окраске последних должны преобладать для получения большей освещенности очень светлые тона, с большим коэффициентом отражения, а для создания более «солнечной» обстановки - теплые цвета.

**Цветовое решение предмета зависит от размеров окружающего пространства.** В небольшом помещении (в цехе, конторе, жилой комнате), насыщенном оборудованием или мебелью, можно с помощью цвета или усилить ощущение малых размеров помещения и его загроможденности и тесноты, или до некоторой степени его ослабить, создать видимость большего простора и свободы. Так, например, если окрасить стены в насыщенные «выступающие» цвета, а оборудование по светлоте и цвету очень контрастно с фоном, помещение и без того небольшое станет казаться еще меньше, а оборудование еще больше привлекать внимание. В данном конкретном случае как раз надо применять окраску не интенсивную и не в «корпусные» тона (желтые, оранжевые, красные), а в «отступающие» (голубые, голубовато-зеленые, голубовато-серые, серые), а оборудование дать по цветовой гамме, по насыщенности

и светлоте очень близким к фону. Как правило, маленькое пространство - меньше цвета, большое - можно больше, и по количеству цветов, и по интенсивности (насыщенности), и по контрасту.

#### **3.4.5. Влияние окружающей среды на образный характер предмета**

**Образный характер предмета зависит от образно-эмоционального содержания среды.** Пульт управления производственными процессами на атомной электростанции и на кондитерском производстве; или студийная, и концертная и бытовая радиоэлектронная аппаратура и т.д. Функции в каждом примере идентичны, но «образный» строй и характер форм предметов должен быть соответственно различен.

**Образный характер предмета зависит от естественного характера среды** (в воздухе, в воде, под землей и т.д.). Безусловно, характер этой среды должен образно-ассоциативно отражаться на форме предмета. Самолет ассоциируется с птицей, подводная лодка - с рыбой, подземная землеройная машина - с кротом и т.д.

#### **3.4.6. Влияние окружающей среды на стилевой характер предмета**

**Стилевой характер предмета зависит от характера взаимосвязи со средой.** Например, в любой исторической городской среде современные витрины, реклама, киоски, средства транспорта, указатели подчеркивают ее жизненные функции и связь с деятельностью населяющих людей.

**Стилевой характер предмета зависит от места и роли в предметной среде.** Как правило, любой проектируемый предмет должен быть увязан со стилевым характером предметного окружения, среды.

Например, в современном интерьере с современной обстановкой мебелью могут быть старинной работы часы или старый уникальный рояль, редкое музейное кресло, картины в резных рамках. Точно так же сюда могут «вписаться» и кустарные изде-

лия народных промыслов. Но этих разнохарактерных и разнотильных предметов должно быть не много. Если же они будут все уникальны, разнотильны, то это будет скорее напоминать склад, комиссионный магазин или музей, а не жилую функциональную среду. Если в современный гарнитур добавить одну-две также современные вещи - шкаф, кресло, но другого стилового характера, то это будет выглядеть совершенно случайным, чужеродным. Их выделение ничем не оправдано: ни их исторической ценностью, ни ценностью ручного труда в них заложенного, ни «сувенирностью» - ценностью как память о чем-то важном, интересном и т.д. Это будет без всякого видимого смысла случайный, хаотический подбор вещей.

Из всего вышесказанного следует: между предметом и средой возникают сложные, самые различные функциональные, композиционные и другие взаимосвязи, поэтому нельзя проектировать то или иное изделие отвлеченно, оторванно, изолированно от окружения, от конкретных условий его применения; изделие, запроектированное без учета этих взаимосвязей, хорошее само по себе, может оказаться совершенно непригодным для тех конкретных условий, где оно должно применяться.

Понятно, что учесть конкретные условия и окружающую среду возможно и нужно, когда предмет или вещь проектируются индивидуально для конкретного случая, для определенного существующего или проектируемого объекта: определенного интерьера, обстановки и т.п. Но вполне правомерен вопрос: а можно ли и каким образом учесть конкретные условия при проектировании изделий не индивидуального заказа, а так называемых типовых, рассчитанных на массовое производство? Можно ли в данном случае руководствоваться принципом увязки со средой? Можно и нужно. Для этого необходимо выявить и рассмотреть те конкретные ситуации и условия, которые могут встретиться при эксплуатации изделия и только после того приступить к его проектированию.

В результате учета всех выявленных требований может появиться универсальное изделие, подходящее для всех случаев (что редко) или потребуются создать ряд изделий (что чаще) для оп-

ределенных конкретных ситуаций. В том и другом случае изделия будут спроектированы не «вообще» отвлеченно, а иметь определенный «адрес» и потребитель сможет подобрать подходящие для своего конкретного случая и условий.

Приведем пример. Рассмотрим проектирование осветительной арматуры для жилья.

Проектирование осветительных приборов для жилья - это проектирование прежде всего системы освещения, поэтому и процесс проектирования должен складываться соответствующим образом: необходимо взять ряд различных типов существующих и проектируемых на будущее одно-, двух- и трехкомнатных квартир; просмотреть возможные варианты их заселения (молодые супруги с ребенком, без ребенка, пожилые люди и т.д.); варианты по характеру и роду занятий; произвести (на планах и развертках) для всех этих случаев во всех помещениях расстановку мебели - как средства организации жизненного процесса.

Только после этой подготовительной работы можно приступить к проектированию систем освещения и далее - самих осветительных приборов. Работа начинается со схем (в развертках и планах) распределения света в помещениях.

В соответствии с функциональными процессами в каждом помещении определяются зоны освещения, намечаются схемы светильников, их типы, обеспечивающие нужное распределение света и его качество: силу света, освещенность, характер освещения - прямой, рассеянный и др.

На следующем, основном для дизайнера этапе проектирования при поиске и разработке конкретных форм светильников по помещениям необходимо соблюсти следующие условия: светильники в каждом помещении должны быть увязаны с его «образным» характером и функциональным значением, местом и значением этого помещения в общей системе жилого интерьера. Так, светильник в передней - в первом после улицы помещении жилой квартиры (помещении проходном) должен быть значительно скромней, утилитарней, чем в жилой комнате - общей или спальне; все светильники для жилой квартиры должны находиться в композиционной и стилиевой увязке друг с другом, т.е. должны

быть решены как единый ансамбль; должно быть спроектировано несколько наборов, в разном эмоциональном «ключе», в увязке с возможным различным «стилевым» характером предметной среды.

В результате такого системного метода проектирования можно получить большое разнообразие светильников, при этом не отдельных, не разрозненных, а объединенных еще в процессе их создания в ансамбли, максимально учитывающие многообразие как функциональных, так и эстетических ситуаций.

Продаваться осветительная арматура может как комплектами разного состава, так и отдельными изделиями, и потребитель всегда может составить необходимый ему по функциональным и эстетическим требованиям набор - ансамбль.

Подводя итог, важно отметить, что все композиционные закономерности не имеют точного математического выражения. Они лишь устанавливают наличие определенных устойчивых, повторяющихся при однотипных условиях, объективно существующих зависимостей между свойствами формы, ее художественными качествами и различными факторами. Это означает, что дизайнер в своем творчестве не должен идти наперекор этим объективно существующим зависимостям, он должен искать творческое решение в рамках этих зависимостей, решение, правильно отражающее в той или иной конкретной художественной форме эти зависимости.

Поэтому изучение и знание композиционных закономерностей, умение их применять на практике - очень важный момент и в процессе обучения, и в самом творчестве дизайнера.



### 3.5 Примеры графических формальных упражнений

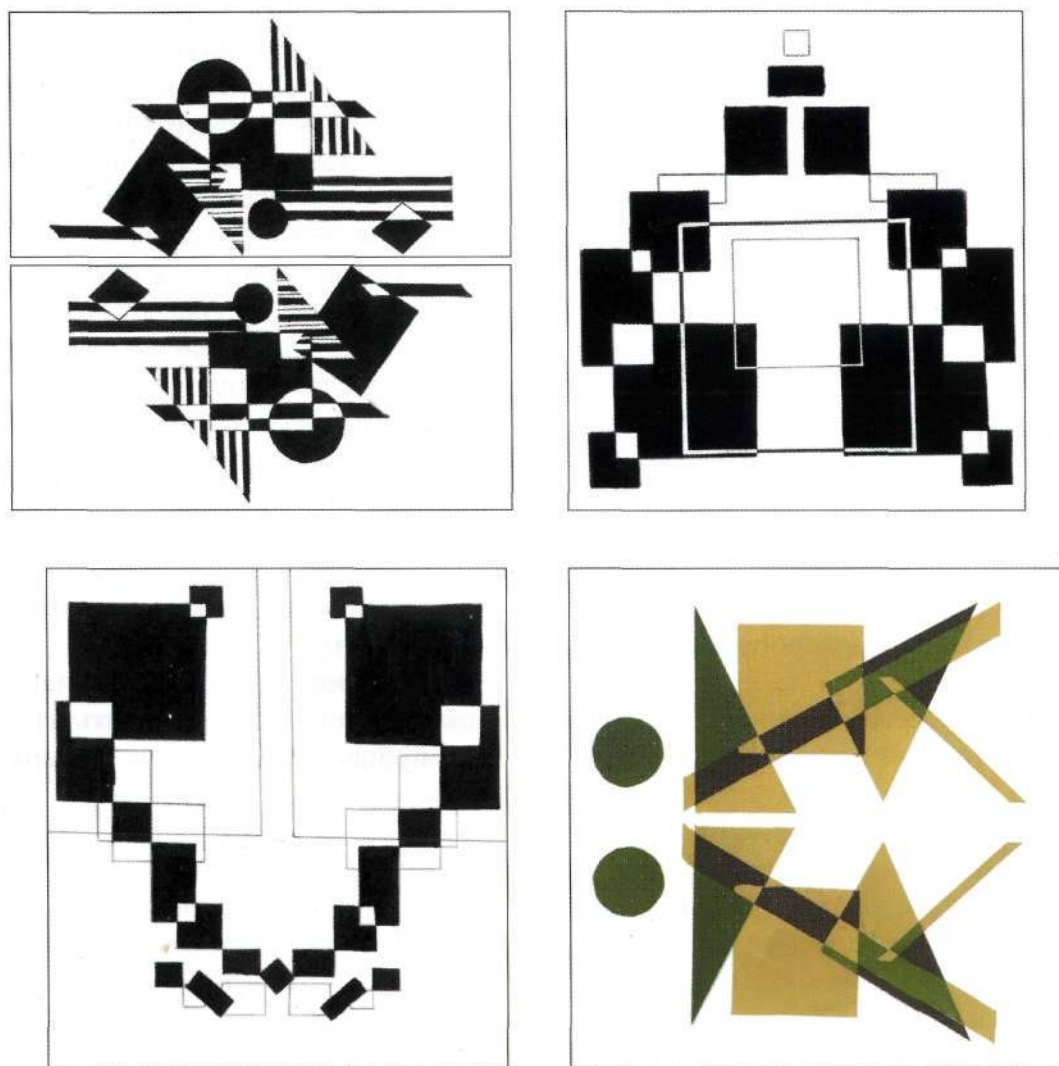


Рис. 3.45. Упражнения на тему  
«Зеркальная симметрия»

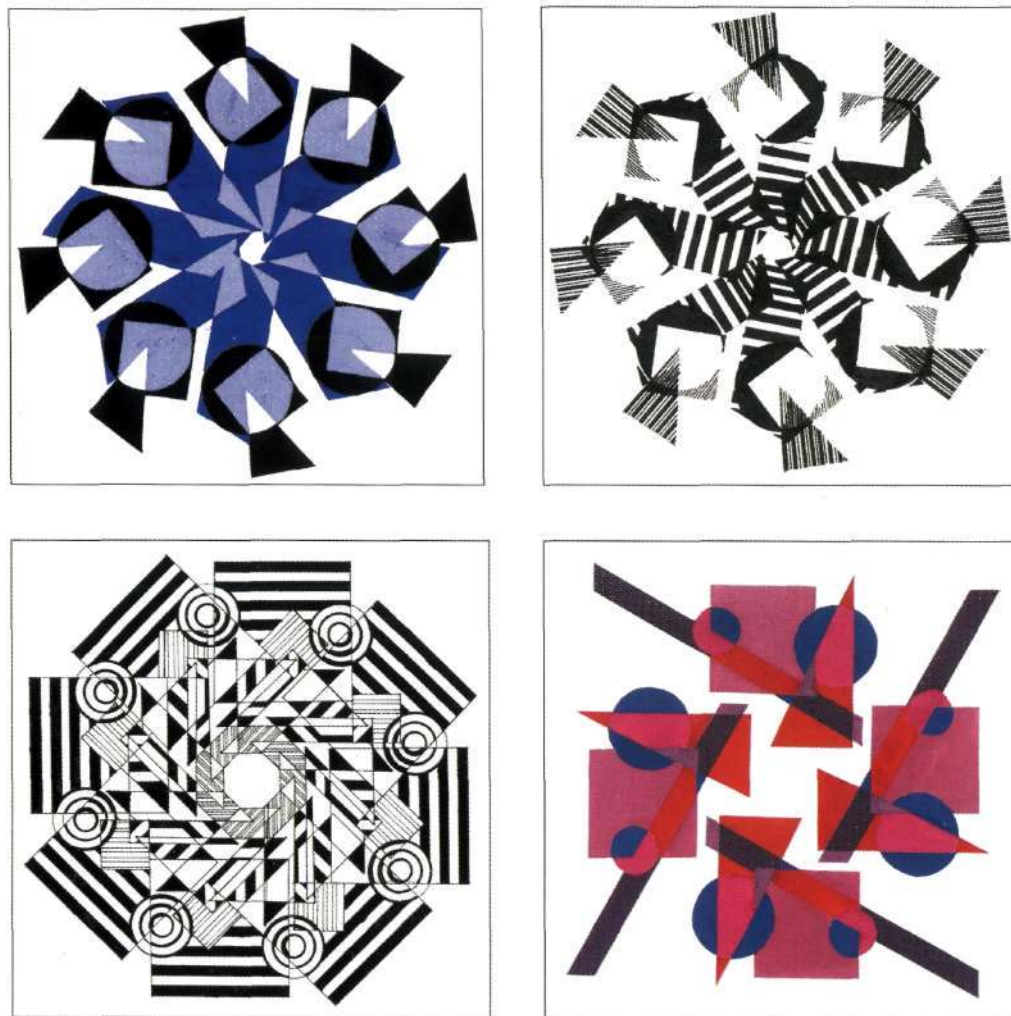


Рис. 3.46. Упражнения на тему  
«Осевая симметрия»

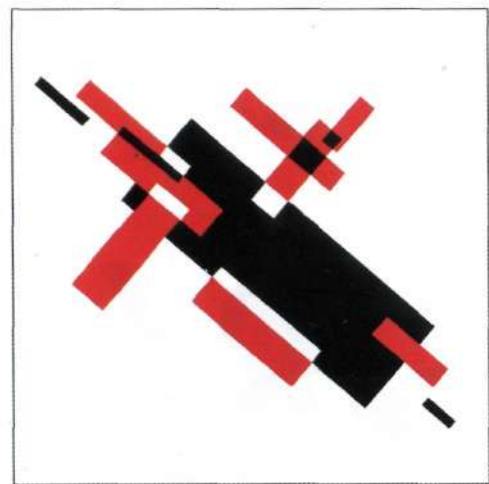
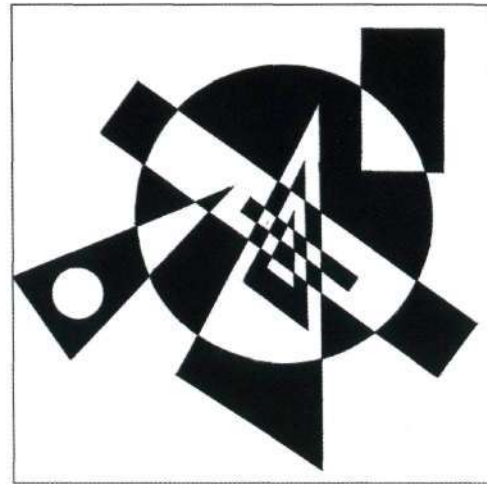
*а**б*

*Рис. 3.47. Комбинаторные упражнения:*

*а - статика;*

*б - динамика*



Рис. 3.48. Примеры статичных (а) и динамичных (б) композиций с линиями разного характера

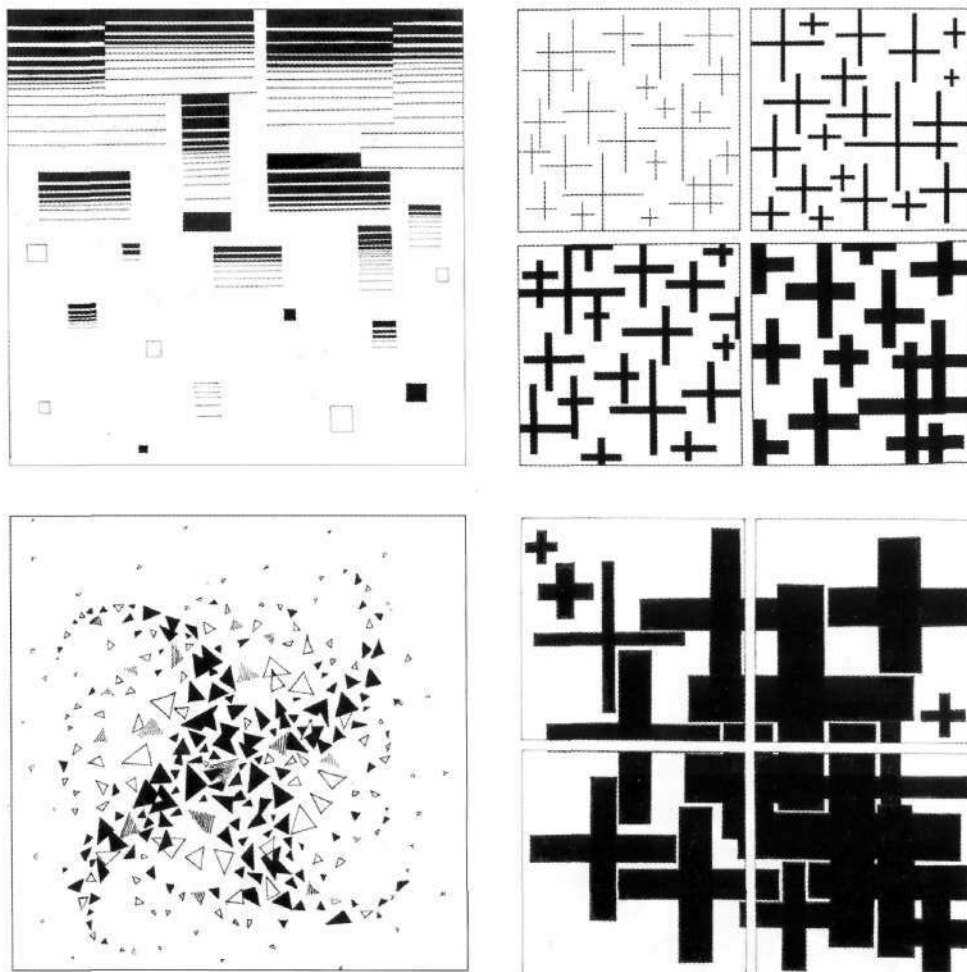


Рис. 3.49. Варианты ритмических композиций



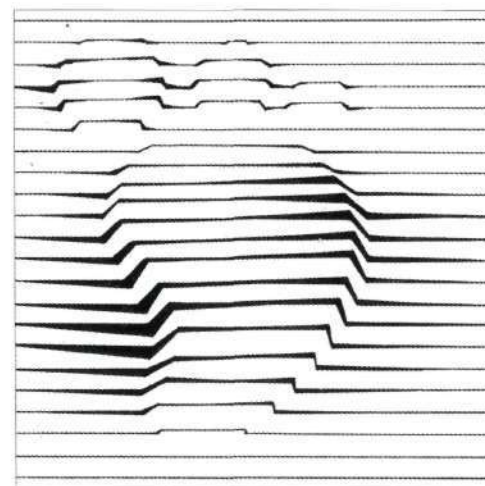
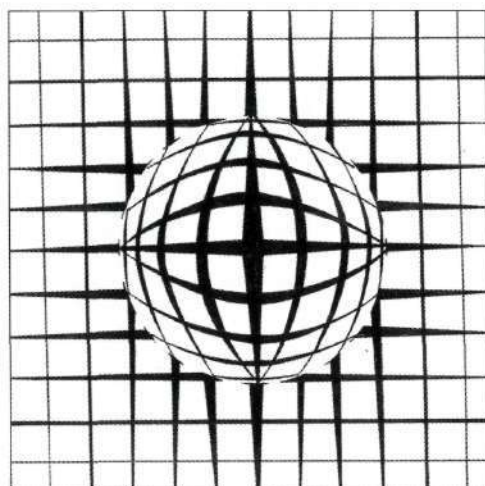


Рис. 3.50. Иллюзорные композиции, изображающие рельеф, объем

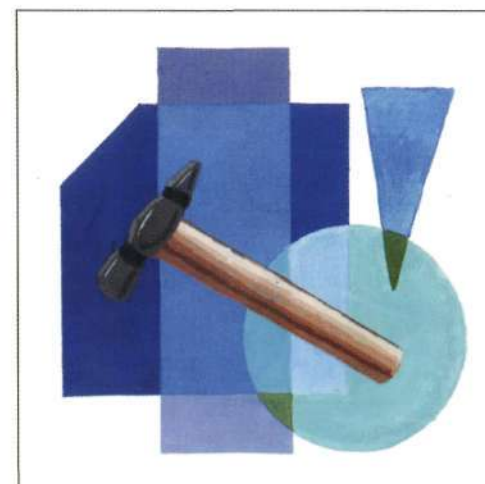


Рис. 3.51. Примеры композиций из геометрических тел и линий различного характера с использованием реальных объектов и шрифта

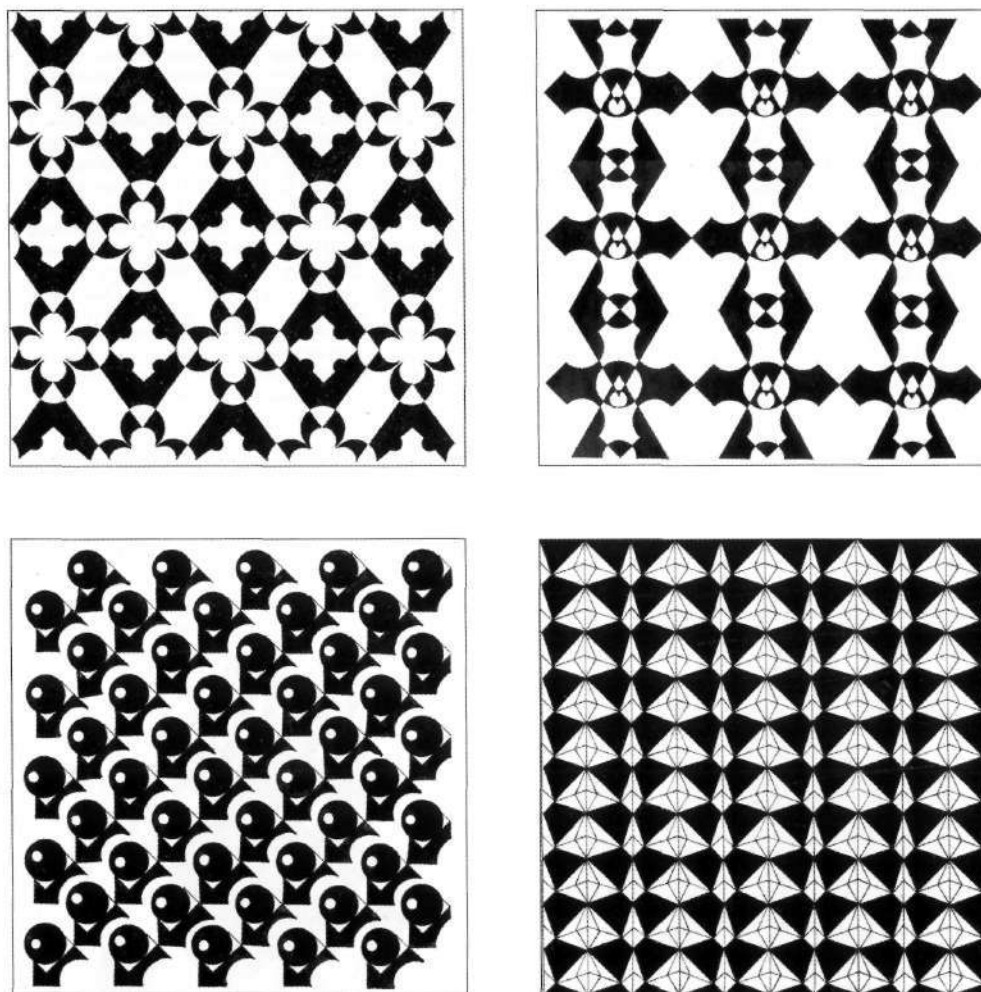


Рис. 3.52. Варианты модульных структур

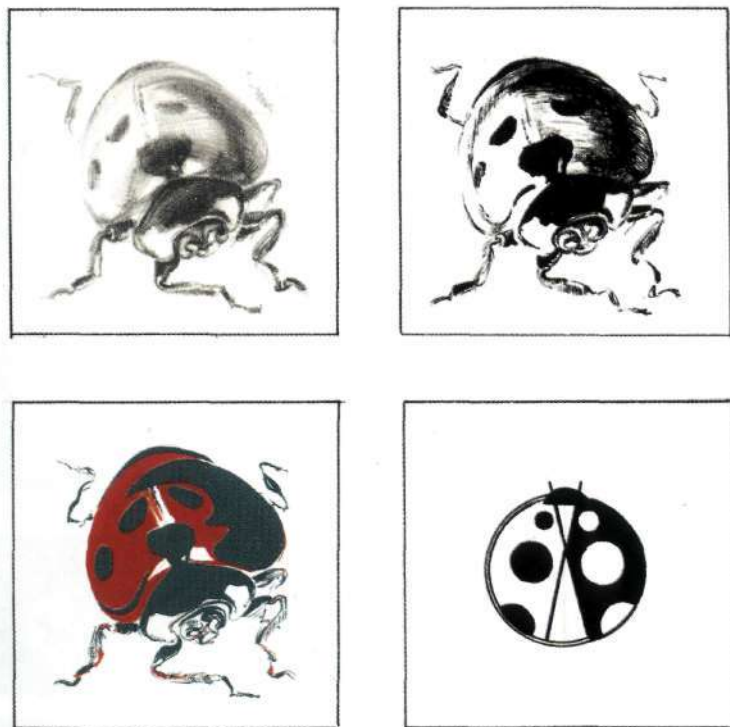


Рис. 3.53. Поиск и разработка знакового изображения биоформы





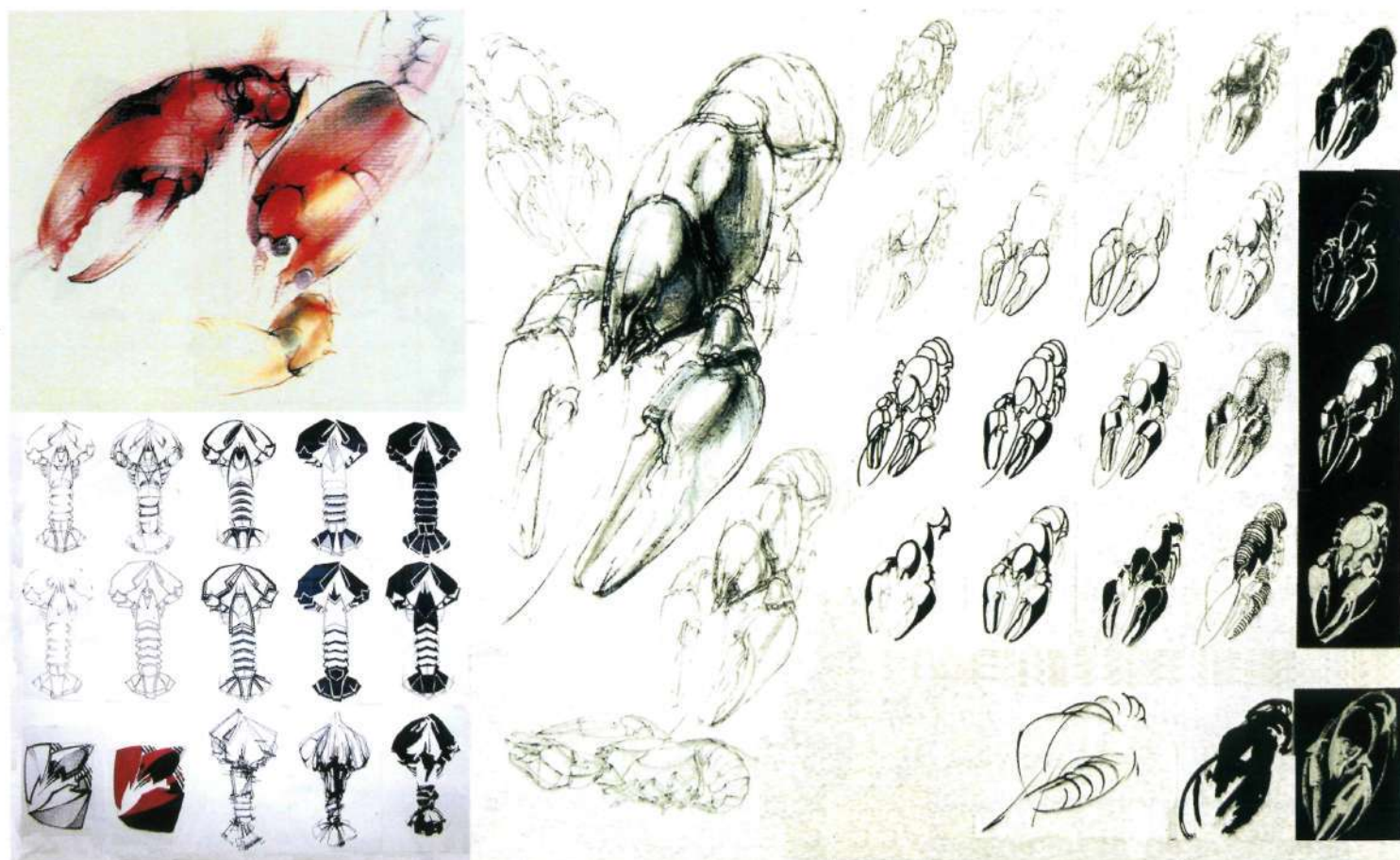
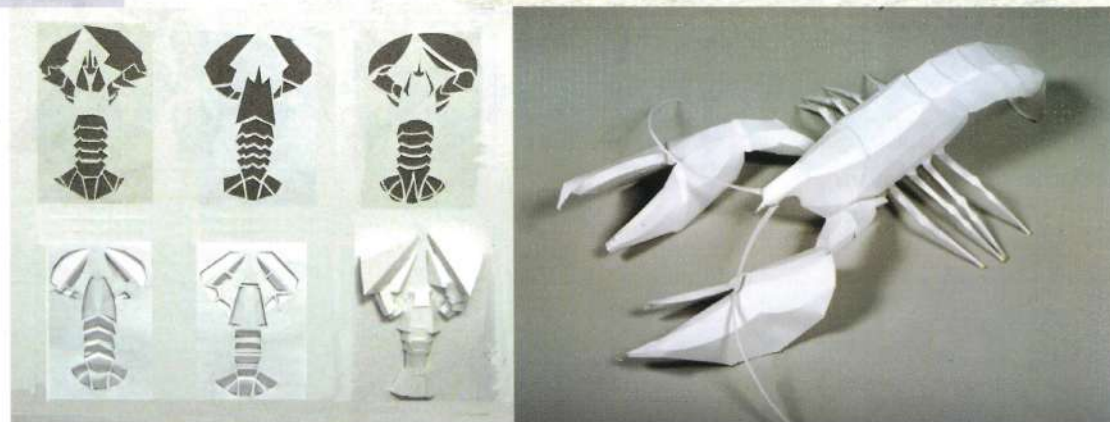
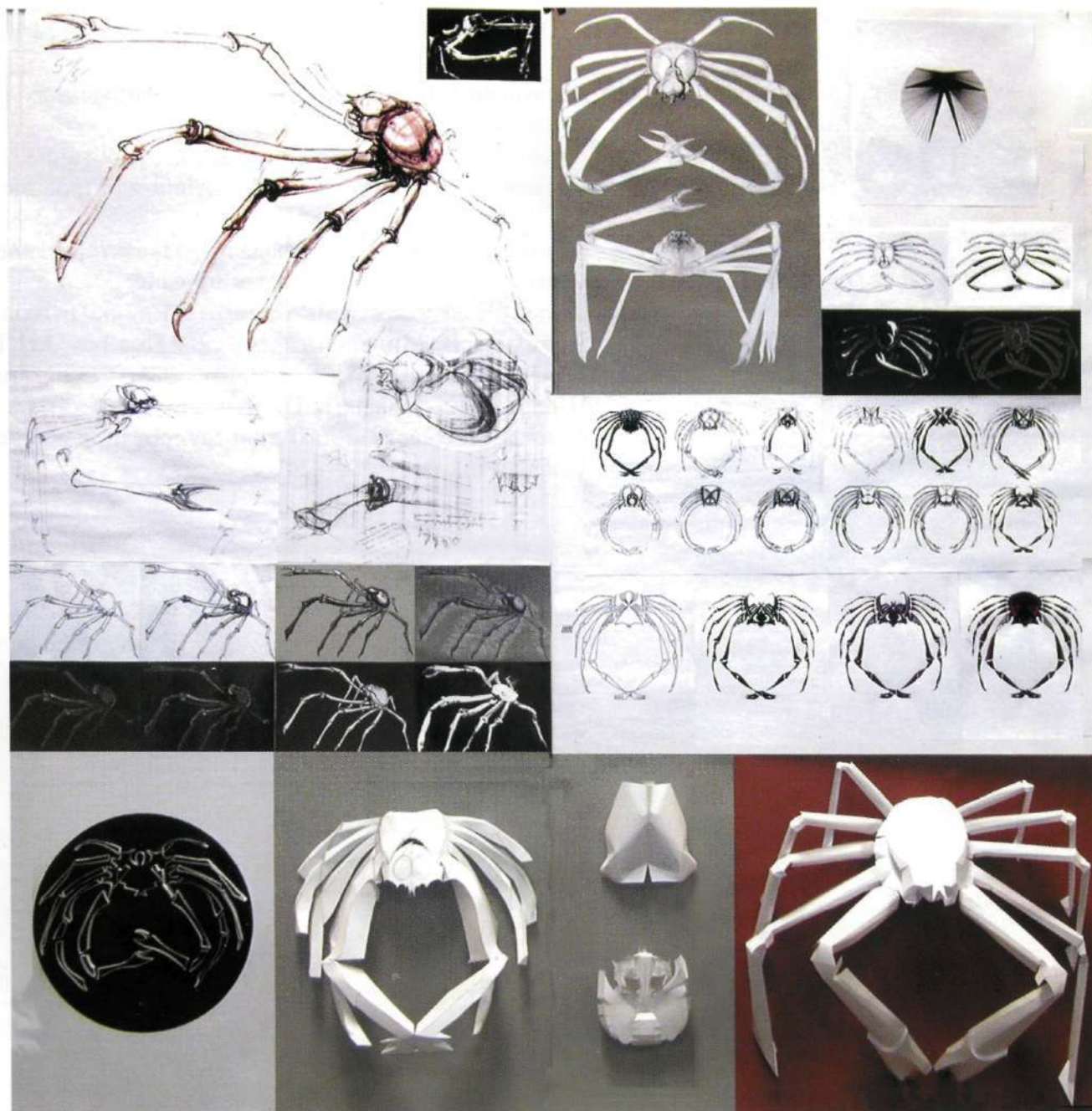


Рис. 3.54. Упражнения, направленные на изучение основных средств выразительности на примере биоформы методом графического анализа, рельефного формообразования и объемного моделирования





### Список использованной и рекомендуемой литературы

1. **Минервин Г.Б.** Архитектура промышленных форм.- М.: ВНИИТЭ,1974.- Вып.2.- 179 с.
2. **Сомов Ю.С.** Художественное конструирование промышленных изделий. - М.: Машиностроение, 1967.- 176 с.
3. **Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий:** Учеб.для студентов художественно-промышл.вузов/Быков З.Н., Крюков Г.В.,Минервин Г.Б.и др.; Под ред.З.Н.Быкова, Г.Б.Минервина.- М.: Высш.шк., 1986.- 239 с: ил.
3. **Шпара П.Е., Шпара И.П.** Техническая эстетика и основы художественного конструирования.- Киев: Высшая школа, 1989.- 247 с.

# **ГЛАВА 4**

## **Цветоведение и колористика**



«Цвет характеризует и  
дифференцирует предметы, он  
усиливает и подчеркивает, он  
чрезвычайно способствует  
декоративным эффектам».

Ф. Ходлер



Все окружающее человека имеет какой-либо цвет. В природе нет ни одного бесцветного предмета. Исключительно велика роль цвета в жизни и деятельности каждого отдельного человека и общества в целом: в промышленности, транспорте, искусстве, современной технике передачи информации и т.д.

Природу цвета пытались объяснить с древних времен, однако до 60-х годов XVII в. эти попытки рождали самые неправдоподобные теории. Важный вклад в науку о цвете был сделан И.Ньютоном и М.В.Ломоносовым, позже Г.Гельмгольцем, Д.Максвеллом и др.

Воздействие цвета на человека многогранно. Цвет способен изменять настроение человека, рождать у него ощущение бодрости или угнетения, радости или печали, может усиливать ощущение тяжести, зрительно изменять пропорции и размеры пространства и предметов, влиять на ощущение тепла и холода и т.д. Поэтому понимание того, что на самом деле представляет собой цвет, психология его восприятия и механизмы воздействия на цветовые рецепторы нашего глаза очень важно для правильного применения его на практике.

Поскольку понятие цвета и его восприятие чрезвычайно сложны, **цветоведение** охватывает вопросы, тесно связанные с физикой, физиологией, психологией, светотехникой, медициной, наукой, техникой и искусством.

**Колористика** - наука о цвете, включающая знания о природе цвета, основных, составных и дополнительных цветах, основных характеристиках цвета, цветовых контрастах, смешении цветов, колорите, цветовой гармонии, цветовом языке и цветовой культуре.

В отличие от скульптора или живописца, дизайнер создает вещи, которые не просто будут служить украшением или нести «идею в массы», а ими будут пользоваться. Создать комфортность пользования - первейшая задача дизайнера.

## 4.1. Характеристика цвета

**Цвет** - свойство света вызывать определенное зрительное ощущение в соответствии со спектральным составом отражаемого или испускаемого излучения.

**Цвет** - одно из свойств объектов материального мира, воспринимаемое как осознанное зрительное ощущение. Тот или иной цвет «присваивается» человеком объектам в процессе их зрительного восприятия. Восприятие цвета может частично меняться в зависимости от психофизиологического состояния наблюдателя, например, усиливаться в опасных ситуациях, уменьшаться при усталости.

В подавляющем большинстве случаев цветовое ощущение возникает в результате воздействия на глаз потоков электромагнитного излучения из диапазона длин волн, в котором это излучение воспринимается глазом (видимый диапазон - длины волн от 380 до 760 нм). Различные цветовые ощущения вызывают разноокрашенные предметы, их разноосвещенные участки, а также источники света и создаваемое ими освещение. При этом восприятия цветов могут различаться (даже при одинаковом относительном спектральном составе потоков излучения) в зависимости от того, попадает ли в глаз излучение от источников света или от несамосветящихся объектов. Основную долю предметов, вызывающих цветовые ощущения, составляют несамосветящиеся тела, которые лишь отражают или пропускают свет, излучаемый источниками. В общем случае цвет предмета обусловлен следующими факторами: его окраской и свойствами его поверхности; оптическими свойствами источников света и среды, через которую свет распространяется; свойствами зрительного анализатора и особенностями еще недостаточно изученного психофизиологического процесса переработки зрительных впечатлений в мозговых центрах.

Цвет предметов возникает главным образом в процессе поглощения волн. Красный сосуд выглядит красным потому, что он поглощает все остальные цвета светового луча и отражает только красный. При этом предмет сам по себе не имеет никакого цвета, цвет создается при его освещении.

Таким образом, для того чтобы «увидеть» цвет, нужны три вещи (рис.4.1):



Рис. 4.1. Основные участники процесса восприятия цвета

Единица длины волны оптической части спектра - **нанометр** (нм). Нанометр равен миллиардной доле метра:  $1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м}$ .

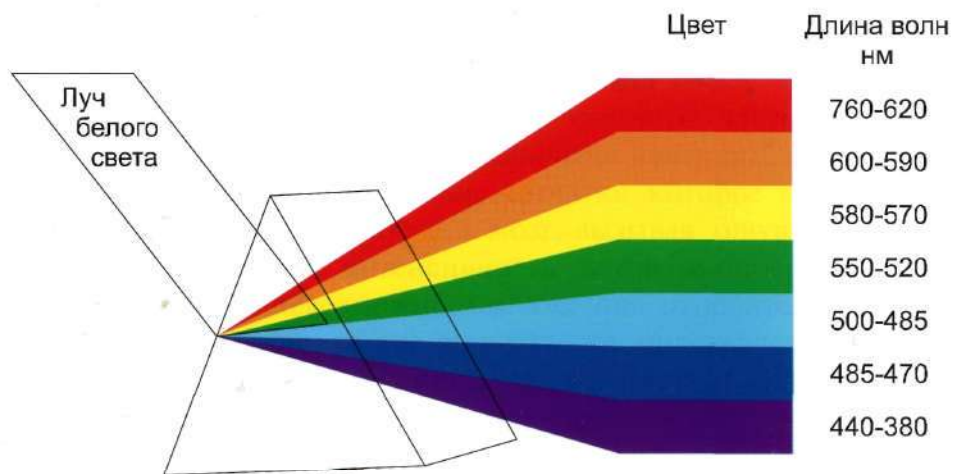
Рис. 4.2. Состав видимого спектра света

- источник света;
- объект;
- глаз (приемник излучения).

Непременным условием визуального восприятия цвета является наличие света. Из курса элементарной физики известно, что белый свет вне зависимости от его источника - солнце, лампочка - в действительности представляет собой смесь цветов. Если пропустить луч белого света через простую призму, он разложится на цветной спектр. Цвета этого спектра, называемого видимым спектром света, условно классифицируют как красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Любой из них, в свою очередь, представляет собой электромагнитное излучение, перекрывающее достаточно широкий диапазон длин волн видимого спектра (рис. 4.2).

Для нашего глаза каждый кусочек этого видимого спектра обладает своими уникальными характеристиками, которые и называются цветом. Поскольку в видимом спектре содержатся миллионы цветов, то различие между двумя соседними цветами практически неощутимо.

Все, что мы видим в окружающем нас пространстве, либо излучает свет, либо его отражает.





**Излученный свет** - это свет, испускаемый активным источником. Примерами таких источников могут служить солнце, лампочка или экран монитора. В основе их действия обычно лежит нагревание металлических тел либо химические или термоядерные реакции. Цвет любого излучателя зависит от спектрального состава излучения. Если источник излучает световые волны во всем видимом диапазоне, то его цвет будет восприниматься нашим глазом как белый. Преобладание в его спектральном составе длин волн определенного диапазона (например, 400-450 нм) даст нам ощущение доминирующего в нем цвета (в данном случае сине-фиолетового). И наконец, присутствие в излучаемом свете световых компонент из разных областей видимого спектра (например, красной и зеленой) дает восприятие нами результирующего цвета (в данном случае желтого). Но при этом в любом случае попадающий в наш глаз излучаемый цвет сохраняет в себе все цвета, из которых он был создан.

**Отраженный свет** возникает при отражении некоторым предметом (вернее, его поверхностью) световых волн, падающих на него от источника света.

Восприятие предметов как цветных зависит от их способности к отражению световых лучей.

Существуют два основных типа отражения: **зеркальное** и **диффузное**. При зеркальном отражении угол падения равен углу отражения. При диффузном отражении луч отражается во всех направлениях. Существуют и другие более сложные отражения и поглощения - ремиссия, рефракция, полное отражение и абсорбция (поглощение).

Механизм отражения цвета зависит от цветового типа поверхности, которые можно условно разделить на две группы: **ахроматические** и **хроматические**.

Первую группу составляют **ахроматические** (иначе бесцветные) цвета: черный, белый и все серые (от самого темного до самого светлого). Их часто называют нейтральными. В предельном случае такие поверхности либо отражают все падающие на них лучи, ничего не поглощая (идеально белая поверхность), либо полностью лучи поглощают, ничего не отражая (идеальная черная по-

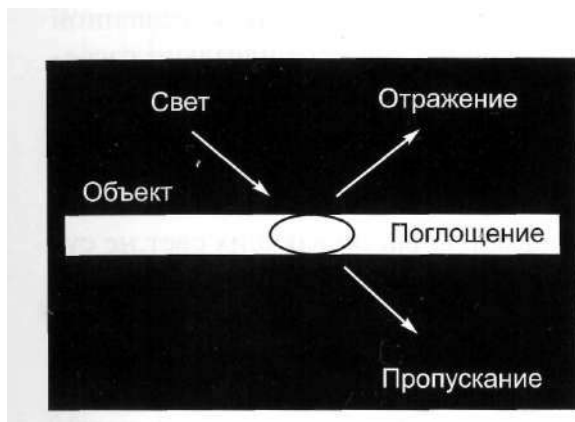


*Рис. 4.3. Процессы отражения, поглощения и пропускания света объектом*

верхность). Все остальные варианты (серые поверхности) равномерно поглощают световые волны разной длины. Отраженный от них цвет не меняет своего спектрального состава, изменяется только его интенсивность.

Вторую группу образуют поверхности, окрашенные в хроматические цвета, которые по-разному отражают свет с разной длиной волны.

Кроме этого процесс отражения света сопровождается не только связанным с ним процессом поглощения в приповерхностном слое. При наличии полупрозрачных предметов часть падающего света проходит через них (рис. 4.3).

Ахроматические цвета отличаются друг от друга только светлотой.

**Светлота** - результат зрительного ощущения, характеризуется отношением отраженного светового потока к падающему и оценивается коэффициентом отражения  $\rho$ . Чем больше  $\rho$ , тем более светлой кажется поверхность.

**Коэффициент отражения** определяет соотношение световых потоков, но не показывает их распределения в пространстве. Отраженный световой поток зависит от интенсивности источника освещения и свойств поверхности. Он фиксируется глазом человека, вызывает световое раздражение и определяет яркость поверхности. За единицу яркости поверхностей принята кандела на квадратный метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ), характеризующая яркость светящейся поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$  при силе света  $1 \text{ кд}$ .

Между понятиями яркости и светлоты часто не делают различия, хотя они отражают различные явления. Свет, действуя на глаз, вызывает раздражение сетчатки, которое передается в зрительные нервы и затем в мозг, вызывая ощущение света. Светлота определяет интенсивность светового ощущения. Однако измерить ее невозможно, так как она относится к разряду психологических явлений. Яркость же определяет интенсивность светового раздражения, есть величина объективная, и ее можно измерить прибором. Таким образом, светлота есть мера ощущения яркости.

**Яркость** поверхности  $B$  находится в прямой зависимости от освещенности  $E$  (лк) и коэффициента яркости  $r_a$ :

$$B = \frac{E \cdot r_a}{\pi}.$$

**Коэффициент яркости** есть отношение яркости освещенной поверхности  $B_a$  в данном направлении к яркости идеально рассеивающей свет поверхности  $B_{u.p.}$  находящейся в тех же условиях:

$$r_a = \frac{B_a}{B_{u.p.}}.$$

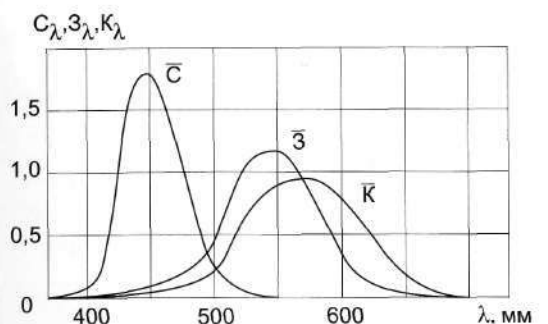
В природе поверхностей, идеально рассеивающих свет, не существует. Наибольшие коэффициенты яркости имеют поверхности углекислого магния ( $r_a=0,96-0,99$ ) и сернокислого бария ( $r_a=0,95-0,97$ )), используемые в качестве эталонов. Наименьший коэффициент яркости у черного бархата,  $r_a=0,003$ .

**Хроматические поверхности** характеризуются тоном, насыщенностью и светлотой.

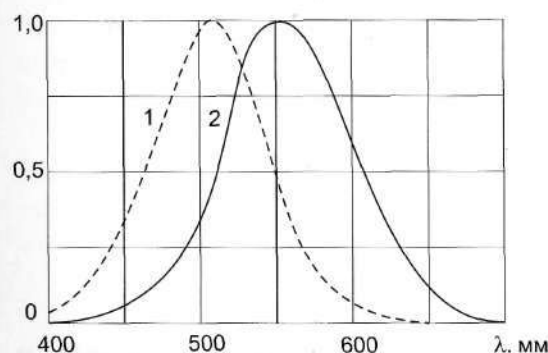
**Цветовой тон** определяется длиной волны  $\lambda$ , которая соответствует преобладающему монохроматическому излучению, и является основной характеристикой цвета. Между цветовым тоном и длиной волны однородного излучения существует связь, подобная связи между светлотой и яркостью.

Насыщенность, являющаяся свойством зрительного восприятия, характеризуется чистотой  $P$ , т.е. долей монохроматического цвета в смеси с белым при постоянной яркости смеси. Иначе ее можно характеризовать степенью разбавленности чистого хроматического цвета белым. Чистота цвета выражается через объективный показатель - яркость, и поэтому также является объективной характеристикой. Как ощущение яркости называется светлотой, так насыщенность цвета можно считать ощущением его чистоты.

В спектре разложения белого света доминирующими цветами являются красный, зеленый и синий, которые получили название основных. Путем смешения этих трех взаимонезависимых цветов, взятых в определенных пропорциях, можно получить все цвета.



а



б

Рис. 4.4. Кривые спектральной чувствительности:

а - КЗС-приемников;

б - палочек (1) и совокупности колбочек (2)

Свет попадает в глаз через зрачок и с помощью глазной линзы, т. е. хрусталика, фокусируется на сетчатке - внутренней светочувствительной поверхности глаза. Последний слой ее состоит из светочувствительных клеток - колбочек и палочек. Светочувствительные вещества палочек (родопсин) отличаются максимальным светопоглощением, иначе - максимальной чувствительностью к излучению при длине световой волны  $\lambda = 510$  нм, но они не чувствительны к цветам. Светочувствительные вещества колбочек (йодопсин) состоят из красно-, зелено- и синеощущающих (КЗС-приемников). Каждая из них имеет максимальную чувствительность соответственно в длинно-, средне- и коротковолновой зонах спектра. Относительные спектральные чувствительности КЗС-приемников ( $\bar{K}_\lambda$ ,  $\bar{Z}_\lambda$ ,  $\bar{C}_\lambda$ ) показаны на рис. 4.4, а. Совокупность КЗС-приемников имеет максимальную чувствительность при  $\lambda = 555$  нм (рис. 4.4, б).

В сетчатке каждого глаза имеются около 130 млн палочек и 6-7 млн колбочек. Зрительный нерв имеет около 1 млн нервных волокон. К каждому из них палочки присоединены целыми группами, а колбочки - по одной или несколько. В месте перехода зрительного нерва из сетчатки в глаз светочувствительные элементы отсутствуют (слепое пятно). Другой конец зрительного нерва находится в коре головного мозга.

В центре сетчатки имеется небольшое пятно - центральная ямка, угловой размер которой всего  $1,5^\circ$ . При внимательном рассматривании предмета хрусталик устанавливается в такое положение, чтобы изображение приходилось на центральную ямку. В этом случае оно наиболее четкое.

В центральной ямке имеются лишь колбочки. К ней примыкает так называемое желтое пятно (угловой размер  $6-8^\circ$ ), содержащее колбочки и палочки (рис. 4.5). Оно обеспечивает относительно четкое изображение. К периферии концентрация колбочек резко уменьшается, а палочек увеличивается.

Наш глаз, таким образом, является оптической системой, позволяющей различать предметы под большим углом. Однако центральная ямка сетчатки дает четкое изображение, а периферийная часть - только контурное.

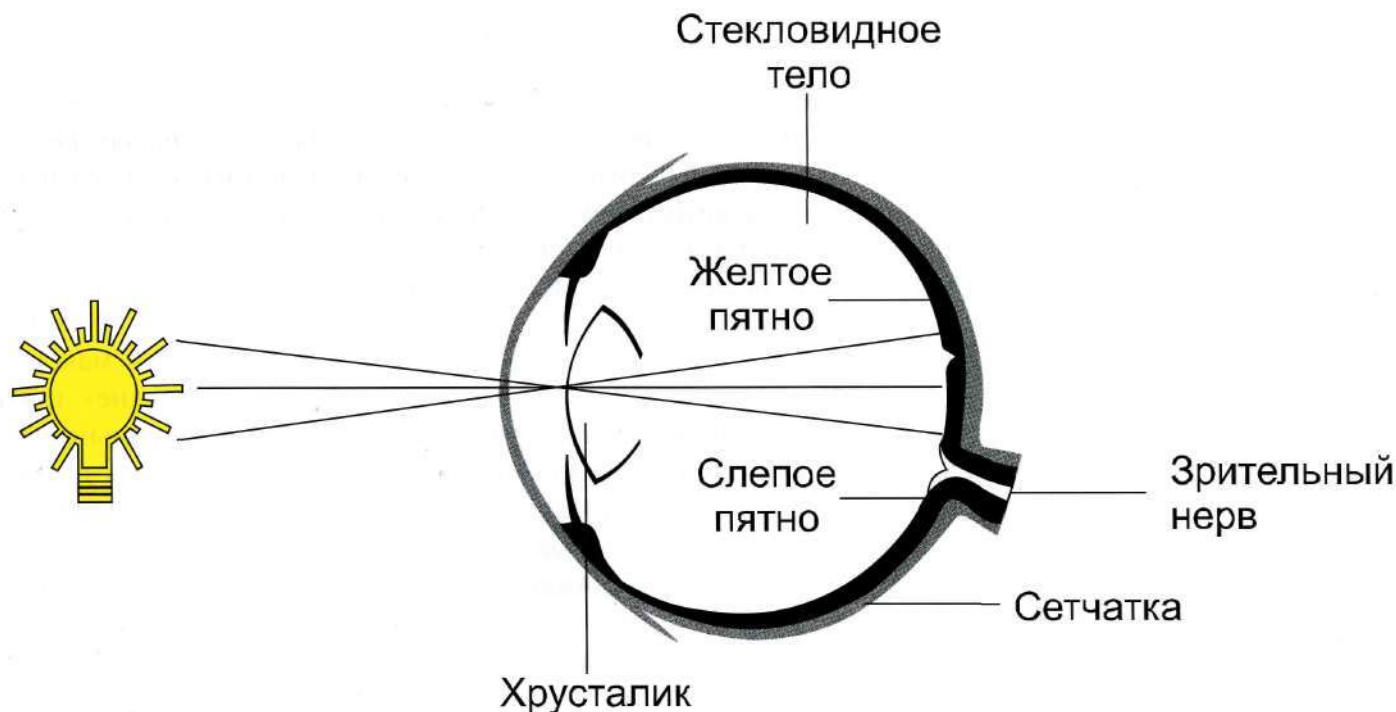


Рис. 4.5. Схема функционирования человеческого глаза

Глаз человека отличается высокой чувствительностью и большим ее диапазоном. Максимальный лучистый поток, который способен выдержать глаз, в 1000 млрд раз превышает минимальный порог чувствительности.

При попадании света в глаз светочувствительное вещество палочек и колбочек распадается на положительные и отрицательные ионы, и когда концентрация их, т.е. электрический заряд, достигает определенного значения, по нервным волокнам в мозг передаются электрические импульсы, воспринимаемые как свет, цвет, контраст и т.д.

Распад родопсина в палочках идет интенсивно уже при малых яркостях. При яркости  $0,1 \text{ кд/м}^2$  (яркость белой поверхности при полной луне равна  $0,07 \text{ кд/м}^2$ ) распад происходит быстрее, чем восстановление, которое, как правило, идет медленно. Поэтому при яркости в несколько кандел на квадратный метр палочки «ослепле-

ны» и не участвуют в зрении. Чувствительность колбочек значительно меньше, чем палочек, а восстановление иодопсина в них идет быстро. Поэтому при малых яркостях в зрении участвуют палочки (ночное зрение), а при больших - колбочки (дневное зрение). В результате при ночном зрении все цвета нам кажутся серыми.

Переход от палочкового к колбочковому зрению и наоборот происходит постепенно. Так, при выходе днем из темного помещения на улицу зрачок автоматически уменьшается до минимальных размеров (примерно от 8 до 2 мм), и при ярком освещении, пока идет приспособление глаза, человек 2-3 мин испытывает болезненные ощущения. При переходе из ярко освещенного в темное помещение первое время мы вообще ничего не видим. Через 5-10 мин, когда зрачок увеличивается до максимальных размеров, начинаем различать предметы, и лишь после длительного, до часа, пребывания приспосабливаемся к темноте. Разница в продолжительности приспособления к большой яркости и к темноте показывает разницу во времени восстановления светочувствительного вещества соответственно в колбочках и палочках.

Причиной цветового зрения, таким образом, является наличие в глазу трех групп колбочек. В зависимости от соотношения попадаемых в глаз световых потоков мы ощущаем тот или иной цвет. Если попадает только красный свет, на него реагируют красно-ощущающие колбочки, и мы видим такой цвет. На зеленый свет реагирует своя группа колбочек. При равном возбуждении КЗ С-приемников мы ощущаем ахроматический цвет, так как именно он образуется при сложении красных, зеленых и синих лучей. При неравном возбуждении ощущается какой-либо хроматический цвет.

При смешении двух ахроматических цветов получается такой  $\lambda^{\wedge}$ , но с другой яркостью. Если смешиваются два чистых спектральных цвета, то результирующий получается уже с меньшей чистотой. Например, смешение зеленого цвета ( $\lambda_x = 540$  нм,  $P_x = 100$  %) с синим ( $\lambda_2 = 470$  нм,  $P_2 = 100$  %) дает голубой цвет ( $\lambda = 498$  нм,  $P = 63$  %). Но если смешиваются чистые цвета со значением  $\lambda$  в пределах 575-700 нм, то их результирующий получается также чистым.

Установлено, что определенные пары хроматических цветов при смешении в соответствующих пропорциях образуют ахроматические цвета. Такие два цвета называют дополнительными. Например, для синего цвета с  $\lambda = 450$  нм дополнительным является желто-зеленый с  $\lambda = 570$  нм, для красного с  $\lambda = 680$  нм - голубой цвет с  $\lambda = 495$  нм и т.д.

Способы получения цветов подразделяются на два основных вида - аддитивный и субтрактивный. При **аддитивном**, т.е. сложительном способе, излучения трех основных цветов направляются на одно место сетчатки и создают ощущение того или иного цвета. При **субтрактивном** способе из белого света вычитается один или несколько спектральных цветов таким образом, чтобы оставшиеся дали необходимый. Например, требуется получить желтый цвет. На пути белого света ставится светофильтр, пропускающий красные и зеленые лучи и поглощающий синие. Для получения красного цвета из белого света необходимо вычесть зеленый и синий. Если два цвета являются дополнительными, то, вычитая из белого один из них, получим другой. Субтрактивный, т.е. вычитательный, способ образования цветов широко применяется при получении красок, в цветном кино, цветной фотографии.

Человеческий глаз способен различать огромное количество цветов и оттенков. Только по цветовому тону пороговых различий (т.е. минимальной разности длин волн, при которой цвета становятся различимыми) насчитывают 130, а вместе с пурпурными цветами (пурпурные цвета представляют собой результат смешения красных и фиолетовых или синих в разной пропорции, они не являются спектральными) - 150. Каждый цвет различается также по насыщенности и светлоте, и общее число возможных цветов, оттенков, которые различает человек, достигает нескольких десятков тысяч. Это обуславливает необходимость точной количественной оценки цветов, чем занимается раздел экспериментальной оптики, называемый колориметрией (от лат. color - цвет и греч. тегео - мераю).

Для определения цвета, которое необходимо в самых разнообразных областях техники, существуют приборы, называемые колориметрами. Зрительные колориметры (аддитивные и субтрактивные) основаны на глазомерном уравнивании цвета двух рас-

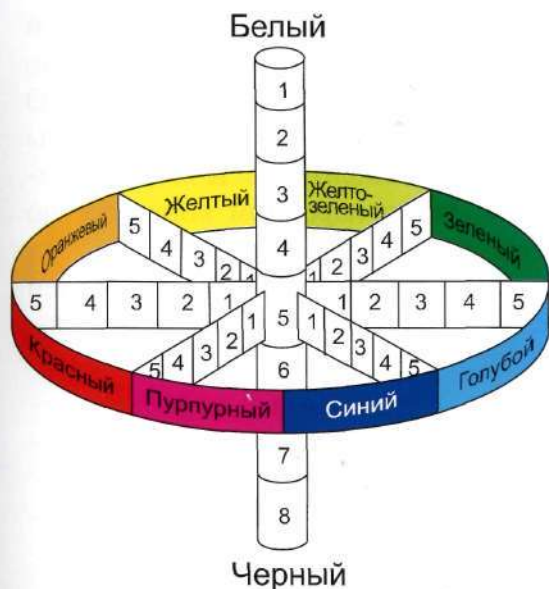


Рис. 4.6. Схема построения цветового тела

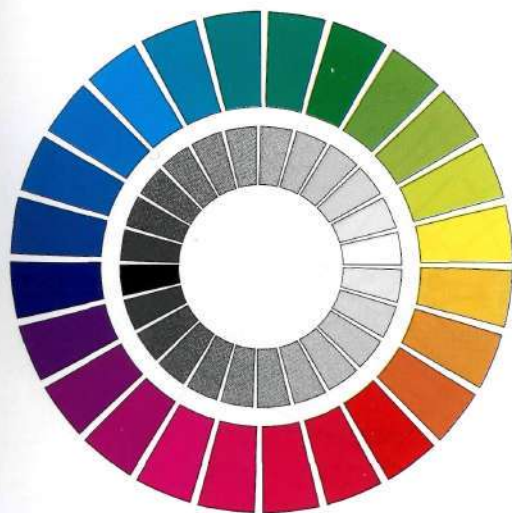


Рис. 4.7. Цветовой круг

положенных рядом полей сравнения. В фотоэлектрических колориметрах эту функцию выполняют фотоэлементы.

Применяются также упрощенные способы определения цветов с помощью соответствующих атласов. Тон, светлота и насыщенность являются параметрами, точно определяющими каждый цвет. Основываясь на них, можно построить световое тело, графически изображаемое в виде цветового атласа.

Цветовые атласы издаются с XVIII в. Наибольшее распространение нашли атлас цветов Менселла (США), атлас Оствальда (Германия). Одним из наиболее оригинальных атласов является изданный в 1956 г. проф. Е. Б. Рабкиным. Он дает не только характеристики  $A$ ,  $P$ ,  $p$  приводимых цветовых тонов, но и коэффициенты цветности в системе  $XYZ$ , принятой в 1931 г. Международной комиссией по освещению (МКО).

Поскольку цвет определяется тремя независимыми переменными, для наглядного восприятия всех цветов лучше всего пользоваться трехмерным пространством. Центральной осью пространственной схемы расположения цветов является ахроматическая шкала от черного цвета внизу до белого вверху (рис. 4.6).

По большому кругу расположены все спектральные цвета наибольшей насыщенности. По мере приближения к центральной оси насыщенность цвета падает. По вертикали изменяется яркость тех же цветов.

Количество основных цветов по большому кругу, количество эталонов в ахроматической шкале по центральной оси и количество ступеней по радиусу круга могут быть разными.

На протяжении длительного периода учеными разработаны различные по форме цветовые тела: Гофлера, Бецольда, Ламберга (1772 г.), Попа, Лютера, Оствальда, Менселла (1915 г.), Рабкина (1950 г.). Были предложены и разные цветовые круги: Ньютона (1680 г.), Гете (1810 г.); Фильда (1850 г.), Менселла (1915 г.), Рабкина (1950 г.).

Цветовой круг является важной основой любой эстетической теории цвета, поскольку он дает систему расположения цветов. На рис. 4.7 приведен цветовой круг цветового тела, составленный из 24 частей.



Кроме этого, все встречающиеся в природе и человеческой деятельности цвета и их насыщенность удобно устанавливать по графику Международной колориметрической системы МКО (рис.4.8), где в координатах  $x, y$  даются цветовой тон, длина волны и чистота цвета, характеризующая насыщенность. Колориметрическая система МКО принята на Международном конгрессе по освещению, состоявшемся в 1931 г. в Кембридже.

Как уже было отмечено, любой цвет может быть получен смешением трех основных цветов. Поэтому его можно характер-

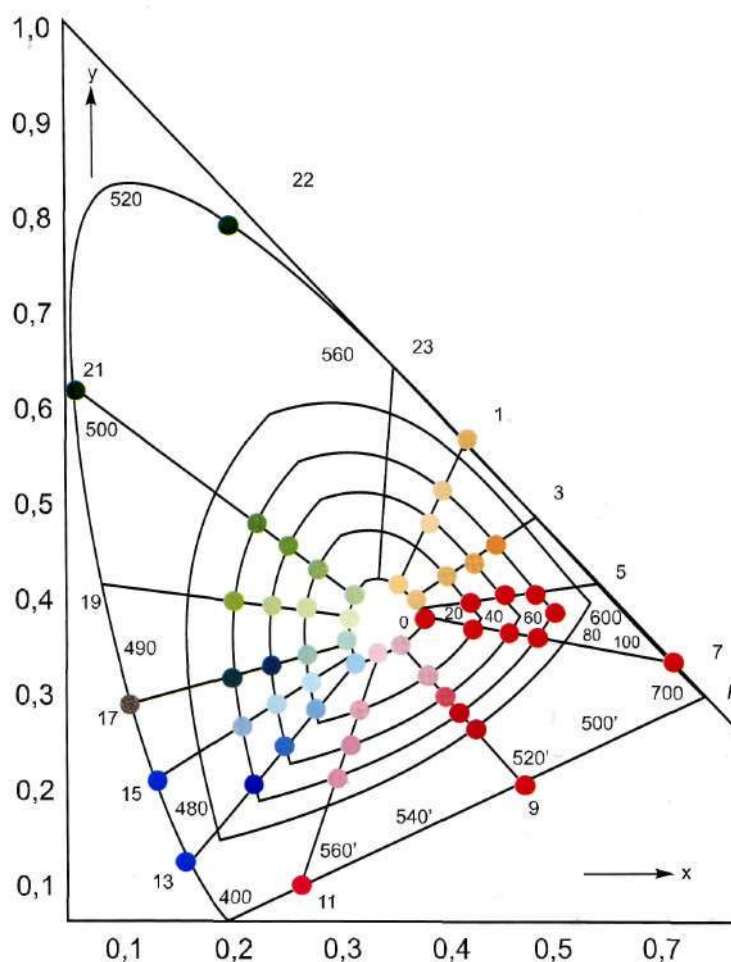


рис. 4.8. График цветности в координатах (МКО)

зовать тремя числами - координатами цвета, т.е. выразить математически в виде цветового уравнения:

$$C = x_1 X + y_1 Y + z_1 Z,$$

где  $C$  - произвольный цвет, представляющий соединение основных цветов;  $X, Y, Z$  - основные единичные цвета;  $x_1, y_1, z_1$  - цветовые коэффициенты, показывающие, сколько надо взять единиц каждого из основных цветов, чтобы получить искомый цвет  $C$ .

В принятой МКО системе цветов основным цветам  $X, Y, Z$  соответствуют излучения:  $\lambda_x = 700$  нм (красный),  $\lambda_y = 546,1$  нм (зеленый) и  $\lambda_z = 435,8$  нм (фиолетовый). Эти цвета приняты за основные, потому что при смешении охватывают практически все оттенки, т.е. могут быть точно определены опытным путем [1].

В практике часто требуется определить лишь качественную характеристику цвета - его цветность (совокупность цветового тона и насыщенности). Количественная характеристика цвета - это его яркость. Цветность и яркость - характеристики независимые. Одинаковые по яркости цвета могут иметь различные цветности и наоборот.

Цветность удобнее оценивать через относительные цветовые коэффициенты:

$$x = \frac{x_1}{x_1 + y_1 + z_1} ; \quad y = \frac{y_1}{x_1 + y_1 + z_1} ;$$

$$z = \frac{z_1}{x_1 + y_1 + z_1} . \quad (4.1)$$

Отсюда следует

$$x + y + z = 1. \quad (4.2)$$

Цветовое уравнение с использованием относительных цветовых коэффициентов (координат цветности) имеет вид

$$C = xX + yY + zZ,$$

а с учетом уравнения (4.2)

$$C = xX + yY + (1 - x - y)Z .$$

Таким образом, любой цвет выражается, тремя цветовыми координатами, а цветность - любыми двумя координатами цветности при определенных основных цветах  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . Эта особенность позволяет изобразить любую цветность в виде точки в прямоугольной системе координат  $XU$  и получить диаграмму цветности, которая связывает коэффициенты  $x$  и  $y$  с цветовым тоном и насыщенностью относительно белого цвета.

На диаграмме цветности (рис.4.8) по осям абсцисс и ординат отложены соответственно значения относительных цветовых коэффициентов  $x$  и  $y$ . На внешней кривой отмечены все цвета видимого участка спектра с длиной волны 400-700 нм. Разрыв между красными и фиолетовыми цветами заполняют пурпурные. Так как они в спектре отсутствуют, то обозначены длинами волн (со штрихом) тех спектральных цветов, к которым являются дополнительными.

Точка  $E$  в середине графика соответствует белому цвету ( $P=0$ ). На прямых линиях, соединяющих ее с внешней кривой, располагаются цвета с одинаковой длиной волны, но разной насыщенности. Эти линии пересекают кривые одинаковой насыщенности, которые соответствуют значениям ее от 0,1 до 1. Определив для искомого цвета цветовые коэффициенты  $x_1, y_1, z_1$  по формуле (4.1) можно рассчитать цветовые коэффициенты  $x, y, z$ . Откладывая на диаграмме цветности значения  $x$  и  $y$ , находим точку, которая соответствует искомой цветности. Из точки  $E$  через полученную точку проводится прямая до пересечения с внешней кривой. В этом месте пересечения определяется цветовой тон  $\lambda$ , а по кривым равной чистоты - значение чистоты  $P$ . По диаграмме цветности можно определить также дополнительные цвета, которые располагаются на граничной кривой в точках пересечения ее с прямой, проведенной через точку  $E$ .

В отличие от общеизвестного цветового круга, на графике располагаются не только насыщенные спектральные цвета, но и ненасыщенные. График цветности расширяет возможности выбора всевозможных гармонических цветосочетаний.

## 4.2. Источники света

Цвет предмета в значительной степени определяется условиями освещения.

Обычно в качестве источника освещения используется белый свет. Однако термин «белый свет» не совсем корректен, поскольку его источник имеет спектр цветов в диапазоне от красного до фиолетового (см.рис.4.2).

Источники света характеризуются собственным спектральным составом (спектральной кривой). Зная это, легко понять, что спектральный состав источника света будет влиять на воспринимаемый нами цвет объекта (рис.4.9).

В технике спектральный состав источника света часто ассоциируется с понятием **цветовой температуры**, выраженной в градусах Кельвина. Цветовая температура (которую иногда называют оттенком цвета) определяет чистоту цвета.

Температуру используют для калибровки источников света. Это позволяет провести объективные измерения и определить

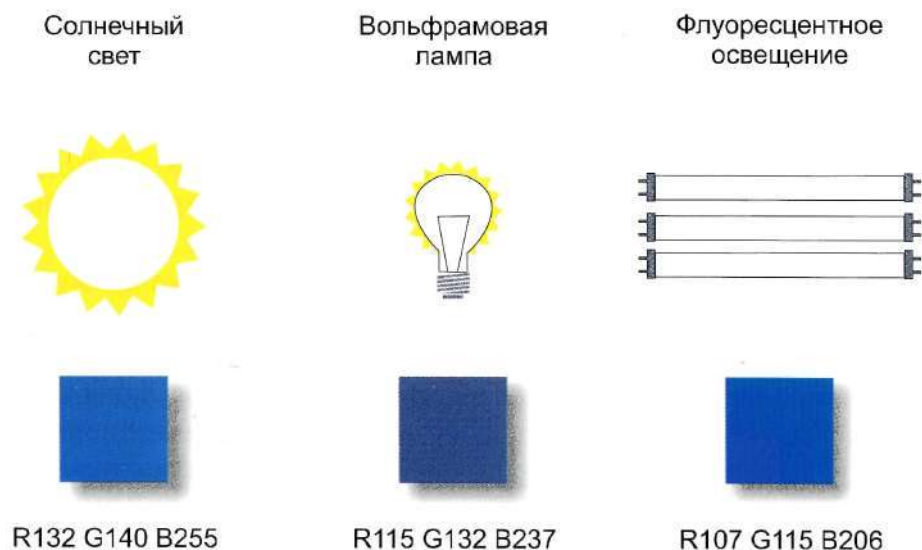


Рис. 4.9. Изменение воспринимаемого цвета объекта в зависимости от источника освещения

стандартные источники. Например, дневной свет меняется в зависимости от времени и от погоды. Поэтому использование понятия температуры позволяет проводить количественные измерения.

Измерения температуры проводятся с использованием теоретического представления об абсолютно черном теле, при нагревании которого излучается видимый свет в диапазоне от красного при относительно низких температурах до фиолетового при высоких температурах. Единицей измерения является градус Кельвина. В качестве примера приведем температуры наиболее распространенных источников света:

- пламя свечи имеет цветовую температуру порядка 1500K;
- лампа накаливания (вольфрамовая) мощностью 100 Вт излучает с температурой 2856K;

белая флуоресцентная лампа имеет температуру излучения 4400K;

солнечный полуденный свет (в середине лета в любой климатической зоне) имеет температуру около 5500K.

Любые источники света применяют, как правило, в специальной осветительной аппаратуре, обеспечивающей направление светового потока. В зависимости от того, как распределяется световой поток в пространстве, светильники делятся на три класса:

- 1) прямого света;
- 2) рассеянного света;
- 3) отраженного света.

Наиболее яркую поверхность дают светильники прямого света (около 90 % светового потока), однако они дают резкие тени и также прямую или отраженную блескость, что создает нежелательное явление - слепимость.

Освещенность помещений зависит от насыщенности цветового тона, окраски поверхности помещений и оборудования, так как разные цвета имеют разные коэффициенты отражения. Уровень освещенности при прочих равных условиях тем выше, чем больше коэффициент отражения света окрашенных поверхностей (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Коэффициенты отражения от различных цветowych поверхностей

| Цвет поверхности                | Примерный коэффициент отражения |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Черный                          | 0,04                            |
| Темно-синий                     | 0,10                            |
| Темно-красный                   | 0,10                            |
| Среднекрасный                   | 0,13                            |
| Темно-серый                     | 0,15                            |
| Зеленый                         | 0,16                            |
| Красный с оранжевым<br>оттенком | 0,23                            |
| Орехово-желтый                  | 0,25                            |
| Бежевый                         | 0,38                            |
| Терракотовый                    | 0,40                            |
| Голубой                         | 0,45                            |
| Резедово-зеленый                | 0,48                            |
| Хромово-желтый                  | 0,55                            |
| Белый                           | 0,70                            |

### 4.3. Особенности зрительного восприятия и психологическое воздействие цвета и света

Особенность зрительного аппарата человека оказывает большое влияние на восприятие цвета и света.

Неодинаковая спектральная чувствительность глаза дает различные ощущения монохроматических излучений одинаковой мощности, но с разной длиной волны. С уменьшением яркости максимум видимости смещается в сторону коротковолнового излучения. Так, при переходе от дневного к ночному зрению синие цвета воспринимаются светлее красных при одинаковой их яркости. Это явление получило название эффекта Пуркинье по име-

ни чешского физиолога, который в XIX в. установил неодинаковое потемнение различных цветных поверхностей при одновременном снижении их яркости.

Наиболее правильное представление о цвете поверхности можно получить при солнечном освещении, когда видимые световые волны распределены достаточно равномерно. Лампа накаливания излучает все видимые световые волны, но уже неравномерно распределенные. Искажения в восприятии цвета при этом происходят из-за неодинакового отражения света различных волн, т.е. из-за изменения яркости разных цветных поверхностей. Так, ввиду небольшого излучения лампами накаливания синих лучей синие поверхности кажутся темными. Если источник каких-либо видимых волн совсем не излучает, соответствующие им цвета или не видны, или сильно искажаются. Например, при освещении натриевыми лампами, излучающими только желтый цвет, все цвета, кроме желтого, кажутся серыми.

Однако цветовые искажения, обусловленные неодинаковой интенсивностью излучения с различной длиной волны, в известной мере компенсирует так называемое явление константности цвета. Чувствительность глаз к цвету обратно пропорциональна коэффициенту отражения каждой из соответствующих волн. Различия в восприятии касаются не столько цветового тона, сколько яркости. Так, например, если излучается больше желтого и меньше синего цвета, чувствительность к первому снижается, а ко второму возрастает. Поэтому при освещении лампами накаливания, дающими в основном желтое и красное излучение, желтые и красные поверхности вследствие снижения чувствительности к этим цветам в яркости и насыщенности не выигрывают. Увеличение же чувствительности к синему и фиолетовому цветам позволяет их воспринимать лучше. Но они кажутся темными из-за недостатка соответствующих излучений лампами накаливания. Отмеченные особенности адаптации глаз к свету источников освещения необходимо учитывать при выборе ламп с различными спектральными характеристиками.

На восприятие объема, формы и положения предметов в пространстве большое влияние оказывают цвет и степень конт-

растов между фоном и предметом. Различают светлотные, или ахроматические, контрасты, когда сопоставляемые тона различаются по светлоте, и цветовые, или хроматические, когда сопоставляются различные цвета или цвета разной насыщенности.

Общие положения светлотного (яркостного) и цветового контрастов заключаются в следующем:

- 1) на светлом фоне всякий более темный цвет темнеет, а на темном фоне всякий более светлый цвет светлеет;
- 2) цвет, окруженный хроматическим фоном, изменяется в сторону дополнительного к цвету фона;
- 3) всякий цвет, находясь на фоне своего дополнительного, выигрывает в насыщенности;
- 4) всякий цвет, находясь на фоне одинакового с ним цветового фона, но большей насыщенности, теряет в насыщенности (сереет);
- 5) эффект хроматического контраста силен тогда, когда отсутствует яркостный (светлотный) контраст, т.е. когда фон и находящийся на нем цвет одинаковы по светлоте;
- 6) контрастные действия тем сильнее, чем меньше площадь объекта по сравнению с площадью фона.

Цветовой и яркостный контрасты широко применяются на практике и, в первую очередь, для установления четкой видимости деталей машины и органов управления ими.

Используя особенности зрительного восприятия, можно добиться впечатления удаленности предметов и ограждающих плоскостей и зрительно увеличить пространство или, наоборот, зрительно их приблизить и добиться обратного эффекта. Теплые, например красные и желтые, а также насыщенные цвета воспринимаются более близкими, выступающими, а холодные, синие и голубые – более удаленными, отступающими.

Использование выступающих и отступающих цветов дает большие возможности для зрительной корректировки объемов помещений. Например, если в узком и длинном помещении торцовые стены окрасить холодным и разбеленным цветом (бледно-голубым, светло-синим), создастся впечатление удлиненного пространства. Если же их окрасить в теплые и насыщенные тона,



длина помещения иллюзорно сократится. Эффект еще более усилится при окраске контрастными цветами, использовании крупномасштабной росписи, скульптурного рельефа или других элементов, увеличивающих масштаб. Используя этот прием, за счет цвета можно зрительно удалить предметы первого плана и приблизить фон. Наоборот, тепло и насыщенно окрашенный первый план на холодном и разбеленном фоне зрительно можно значительно приблизить. Иллюзия же удаления фона в этом случае особенно заметна.

Цветовая адаптация и явления контрастов лежат в основе построения цветовых композиций. Кроме специфики зрительного аппарата, восприятие цветовых композиций связано с воздействием цвета и света на психику человека.

Действие цвета на психику связано с рядом ассоциаций. Например, красный, оранжевый и желтый цвета ассоциируются с огнем, солнцем и создают впечатление тепла, голубой - с небом, морем, льдом и вызывает ощущение холода. Тепловые ощущения в зависимости от цветовой среды изменяются довольно сильно. Так, в комнате, окрашенной в синий или сине-зеленый цвет, кажется холоднее по сравнению с аналогичной комнатой, окрашенной в оранжевый цвет.

В результате наблюдений и исследований установлено, что возбуждающее или успокаивающее действие цвета связано с цветовым тоном. Красные, оранжевые, желтые и пурпурно-красные, т.е. теплые цвета, возбуждают и снижают слуховую чувствительность. Голубые, синие, фиолетовые, пурпурно-фиолетовые, т.е. холодные, успокаивают и даже угнетают. Красный цвет способствует повышению кровяного давления, учащению дыхания, зеленый и голубой - оказывают обратное влияние. В целом желтые, зеленые и голубые цвета, т.е. средневолнового участка спектра, воздействуют на психику человека положительно и являются наименее утомляющими, а красные, синие и фиолетовые способствуют более быстрому утомлению. Светлые ахроматические цвета занимают промежуточное положение между теплыми и холодными. По воздействию на человека они относительно нейтральны и являются физиологически оптимальными. Белые и светло-серые цве-

та производят впечатление пустоты и холода, но являются хорошим фоном для ярких хроматических цветов.

Кроме цветового тона, большое физиологическое воздействие на человека оказывают насыщенность и светлота. Эти показатели связаны с «весовой» характеристикой цвета. Ощущение большей тяжести создают черные и темные насыщенные цвета.

Цвет может воздействовать на физическое и моральное состояние человека, поэтому его используют в медицине для диагностики и лечения психических и других заболеваний.

Восприятие цвета детьми несколько иное, чем у взрослых, и это необходимо учитывать при цветовом решении интерьеров детских и школьных учреждений, детской мебели, игрушек и т.д.

Дети более чувствительны к цвету. В раннем возрасте они любят яркие и чистые цвета, отдают предпочтение красному. С годами отношение к цветам изменяется. В качестве излюбленных называются более холодные и сложные тона, а чистота и яркость привлекают уже в меньшей степени. В возрасте 9-11 лет интерес к красному цвету постепенно заменяется интересом к оранжевому, а затем к желтому, желто-зеленому и к зеленому. После 12 лет любимым становится синий цвет, который предпочитают и взрослые. Такая смена интереса к световому тону совпадает с процессом общего развития, с возникающей склонностью к более глубоким цветам.

#### **4.4. Приемы цветовой гармонизации**

Перечисленные особенности психофизиологического воздействия цвета являются наиболее характерными, однако это не значит, что цвет одинаково воздействует на человека. Это зависит от среды и обстановки, в которой находится человек, наличия сочетания с другими цветами и психического состояния человека, его настроения. Один и тот же цвет в разных условиях может производить разное впечатление на одного и того же человека или в одних и тех же условиях по-разному влиять на различных людей. Вопросы психологического воздействия колористических сочета-

**Гармония** - это равновесие, симметрия сил

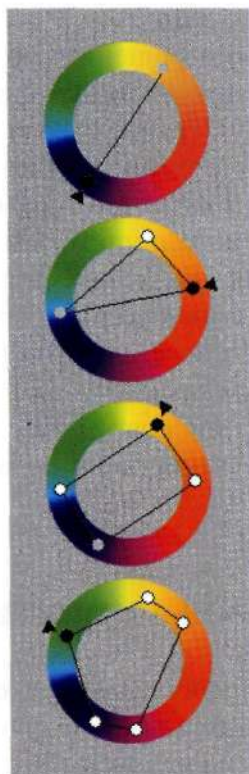


Рис. 4.10. Подбор гармоничных цветов по закономерностям цветового круга

ний гораздо сложнее перечисленных общих сведений о воздействии отдельных цветов и тесно связаны с теорией цветовых гармоний.

Цветовые гармонии широко используются как в искусстве, так и при организации производственных процессов для создания психологических акцентов, обеспечивающих увеличение производительности труда и уменьшение утомляемости работников, а также бытовой комфорт, способствующий активному и наиболее полноценному отдыху.

Различают **гармоничные** (хорошие) и **негармоничные** (плохие) цветовые сочетания.

Гармоничное цветовое решение предполагает комбинацию различных цветов по простейшим эстетическим закономерностям цветового круга (рис. 4.10). Абстрактные цветовые сочетания могут быть гармоничными, однако цветовую группу необходимо выбирать для определенного предмета и в определенных условиях, так как только в этом случае цвет, форма и среда образуют единство. Эмоциональное воздействие гармонии цвета зависит от многих сложных, связанных между собой, причин.

Сочетание цветов, согласно Гете, можно разбить по его цветовому кругу на три группы: гармоничные (дополнительные), характерные (чужеродные) и негармоничные (родственные).

Немецкий специалист по цвету Оствальд полагал, что гармоничные цветовые сочетания можно получить простыми комбинациями дополнительных цветов по его цветовому кругу: красный - зеленый; красный - желто-зеленый - голубой; красный - зеленый - желтый - синий; красный - желтый - зеленый; красный - желтый; красный - желто-зеленый.

Автор статей и книг по цветоведению А.Г.Устинов цветовые гармонии делит на две группы: контрастные и нюансные. Контрастные гармонии основываются на проивопоставлении цветов, участвующих в композиции по одной или нескольким характеристикам (цветовой тон, светлота, насыщенность, площадь). Наиболее контрастной по цветовому тону является гармония взаимно дополняющих цветов. В основе нюансных гармоний лежат близкие по цветовому кругу цвета. Применение цветовых триад

—

основано на сочетании трех цветов, равноотстоящих на цветовом круге.

Важным показателем гармонии является так называемый доминирующий цвет, являющийся основным в композиции. В контрастных гармониях остальные цвета противопоставляются доминирующему, а в нюансных гармониях они, наоборот, приближаются к нему и подчиняются его основным чертам.

Обобщая сведения о гармонии цвета и цветовых композиций, можно сделать следующие выводы:

1. Лучшие сочетания дают цвета в пределах больших и малых интервалов по цветовому кругу, худшие - в пределах средних интервалов.
2. Малые интервалы воспринимаются скорее как оттенки одного и того же цвета, а не как сочетания цветов.
3. При сочетании цветов необходимо брать одинаковые соотношения светлот.
4. Более интенсивные цвета при сочетаниях с менее интенсивными следует подбирать в меньшем количестве.
5. Хроматические цвета можно сочетать с ахроматическими, причем теплые цвета сочетать с темными, а холодные - со светлыми.

## **4.5. Основные принципы применения цвета в дизайн-проектировании**

С научных позиций цвет рассматривается как физическое явление, связанное с физиологией человека. В отличие от изобразительных и декоративно-прикладных искусств цвет в дизайн-проектировании рассматривается прежде всего как средство функциональной организации предметной среды.

Исследования показывают, что цвет в изделиях промышленности выбирают с учетом:

- функционального назначения изделия и условий его эксплуатации;
- функционально-конструкторской структуры изделия;

- особенностей композиции формы изделия;
- условий той среды, в которой изделие будет использоваться.

По назначению изделия можно разделить на три основные группы: производственное оборудование разных видов, включая аппараты контроля и управления технологическими процессами; средства транспорта; предметы культурно-бытового назначения.

Форма и цвет выявляют особенности и функциональное назначение промышленного изделия, одновременно облегчая зрительное восприятие и взаимодействие между изделиями и человеком с учетом процесса потребления.

Цвет способствует распознаванию сферы применения изделий и их эксплуатационной специфики. Он обусловлен требованиями безопасности, заметности и легкости распознавания предметов на разных цветовых фонах.

Цвет фона должен быть дополнительным (контрастным) к цвету детали: светло-коричневый для стали, чугуна и алюминия; светло-голубой для бронзы, дерева и других деталей теплого цвета; ахроматический для разноцветных деталей и т.д. Особое значение имеет цвет при конструировании кнопок и рычагов управления приборов и пультов, мнемосхем и других элементов для безопасности и надежности работы. Недостаточный контраст между фоном и кнопкой пульта может привести к браку или аварии.

Некоторые изделия требуют контрастных и ярких тонов (планеры, спортивные парашюты, детские игрушки, туристские палатки, пожарные машины и др.), а другие – светлых и мягких тонов (медицинское оборудование, приборы, станки в цехах).

Окраска изделий должна быть связана с их функционально-конструктивной структурой. Конструкция изделий может быть открытой или полностью скрытой, однако в основном она бывает скрытой частично. Изделия с открытой конструктивной структурой обычно состоят из многих элементов различной конфигурации и разных размеров. С помощью цвета в этом случае целесообразно объединять отдельные группы по функциональным признакам для того, чтобы выявить наиболее характерные части. Взаимная цветовая увязка отдельных групп должна быть гармо-

ничной, композиционно отрегулированной, с учетом назначения изделия и процесса потребления.

В изделиях с частично открытой конструктивной структурой цветом следует подчеркивать отдельные элементы по функциональным признакам и потреблению. Например, при окраске станка цветом выделяются зоны управления, рабочие зоны (в отличие от закрытой части, станины и других частей). В счетной машине выделяют особым цветом клавиатуру. Компрессоры, сельскохозяйственные и другие машины решаются в цвете с учетом их функций и выявления главных рабочих деталей структуры.

К изделиям со скрытой структурой относятся, например, приборы и пульты управления, у которых большинство конструктивных элементов скрыто. Щиты пульта или приборы являются их структурой, цвет здесь играет очень важную визуальную роль. Лицевая панель выделяется особым цветом, отличным от обрамляющего, и при большой величине пульта может быть расчленена цветом на отдельные участки с различиями в названии отдельных частей. По этому же принципу цвет окраски решается и в других изделиях.

Правильная взаимосвязь цвета и композиции формы обеспечивает хорошее восприятие изделий различной формы.

Цветовой тон  $J$ , насыщенность  $P$ , коэффициент отражения  $R$  являются основными параметрами, обеспечивающими наиболее правильное ассоциативное восприятие: абсолютные размеры и масштаб изделий, динамические и ритмические построения, чувство весовой и тепловой характеристики изделий, близость и дальность.

При рассмотрении объема с близких расстояний насыщенность цвета может быть незначительной, а с больших расстояний цвет должен быть более четким и разграничиваться на части вплоть до контрастных цветов. В динамических формах, в частности в средствах транспорта, цвет и форма должны выражать идею движения с преобладанием горизонтальных и наклонных линий по направлению движения.

Изделия, решенные в сдержанной гамме с применением минимума цветов, воспринимаются в более крупном масштабе и, на-

оборот, применение увеличенного количества цветов с повышенной контрастностью между ними создает впечатление более мелкого масштаба.

Темные цвета - пурпурные, фиолетовые, коричневые, темно-серые, черные - кажутся более «тяжелыми» в отличие от светло-голубых, желтых. Поскольку впечатление излишней тяжести и массы плохо отражается на психике, то громоздкие изделия лучше всего окрашивать в «легкие» цвета. Важно учитывать и другие иллюзии зрения, связанные с цветом - удаляющиеся от зрителя цвета (холодные) и выступающие или приближающиеся (теплые). По сравнению с холодными цветами теплые насыщенные (ярко-оранжевый) кажутся более «напряженными» и вызывают ассоциации силы, энергичности. «Напряженность» цвета резко падает с потерей насыщенности (например, бледно-розовый цвет кажется чрезвычайно анемичным).

Для эстетической выразительности облика изделия немаловажное значение имеет фактурная отделка. Обрабатываемые поверхности изделия могут быть глянцевыми (зеркальное отражение), матовыми или шероховатыми (диффузное отражение), полуматовыми или полуглянцевыми. Наиболее полно и красиво цвет выявляется на матовой фактуре, глянец же в какой-то мере маскирует цвет. Матовая фактура в интерьерах скрадывает нюансы формы при рассеянном освещении. Глянцевая фактура при окраске автомобилей - блики, получающиеся на гранях формы, выгодно подчеркивают структуру объема и рисунок машины. В то же время блики на оборудовании в цеху могут вызывать слепимость и быть причиной травматизма, вести к снижению производительности труда.

Связь цветового решения изделия с условиями среды - один из важнейших факторов деятельности человека. Чтобы создать благоприятные условия (среду), необходимо учитывать множество различных требований: цветовой климат окружения и микроклимат производства, взаимосвязь естественного и искусственного освещения, шумность, пыльность и др. Во всех случаях при выборе цветов для окраски помещений, оборудования и отдельных изделий ставится задача компенсировать недостатки среды, макси-

мально используя различные свойства цвета. Так, известно, что при слабых освещениях холодные цвета кажутся более светлыми, чем теплые (эффект Пуркинье); слишком темная окраска изделий сложной формы скрывает тени и затрудняет восприятие; изделия, воспринимаемые против света при темной окраске, имеют вид силуэтов; изделия, окрашенные в красный цвет и освещенные зеленым цветом, кажутся черными; изделия, окруженные плоскостями других цветов, изменяют свою насыщенность и цветопередачу; окраска тепловых цехов в холодные цвета создает более благоприятный цветоклимат в процессе труда.



## Список использованной и рекомендуемой литературы

1. **Зернов В.А.** Цветоведение.- М.: Книга, 1972.- 239 с.
2. **Иттен Иоханнес** Искусство цвета/Пер.с немецкого.- М.: Изд.Д.Аронов, 2000.- 96 с.
3. **Шпара П.Е., Шпара И.П.** Техническая эстетика и основы художественного конструирования.- Киев: Высшая школа, 1989.- 247 с.

# ГЛАВА 5

## Конструирование в промышленном дизайне

«Конструкция как таковая -  
средство осуществления функции  
объекта, в том числе и функции  
выразительности, но не содержания,  
которое должен нести  
художественный образ».

А.В. Иконников



Одним из обязательных условий повышения конкурентоспособности изделий является сочетание удачных технических и художественных решений в их конструкциях. Разрабатываемые изделия должны быть удобны в употреблении, целостны по форме, эстетически совершенны и одновременно должны отвечать высоким техническим требованиям. Практика показывает, что добиться этого возможно только при тесном сотрудничестве конструкторов и дизайнеров. При этом дизайнер и инженер сотрудничают<sup>^</sup> не проявляют себя изолированно. В связи с этим дизайнер должен осваивать технический язык делового общения с инженером, рациональные приемы и методы конструирования, грамотно выполнять при необходимости рабочие чертежи конструктивных деталей и умело аргументировать собственные конструктивно-технические предложения.

Будущие специалисты должны представлять себе не только общие принципы устройства механизмов, принципы их проектирования, знать детали, из которых состоят эти механизмы, но должны знать и условия, при которых эти детали достаточно прочны и надежны, так как прочность и надежность деталей определяют прочность и надежность механизма в целом.

Дизайнера не случайно достаточно долго называли у нас в стране художником-конструктором. Тем самым подчеркивалось, что это особый тип художника, имеющего в необходимом объеме и инженерно-конструкторские знания, владеющего основными приемами и методами конструирования и способного результативно применять их при самостоятельном решении проектных проблем определенного уровня технической сложности. На формирование такого рода профессиональных знаний и навыков традиционно направлена вузовская подготовка студента-дизайнера через обширный комплекс инженерно-математических и технических дисциплин.

## 5.1. Конструирование как этап разработки промышленного изделия

Разработка новых изделий осуществляется путем проектирования и конструирования. Проектирование и конструирование являются процессами взаимосвязанными, дополняющими друг друга. Конструктивная форма объекта уточняется применением методов проектирования. В свою очередь, проектирование возможно только при предварительно принятых вариантах конструктивного исполнения. Часто эти два процесса не различают, однако проектирование и конструирование – процессы разные.

**Проектирование** предшествует конструированию. Результатом проектирования является проект разрабатываемого объекта. Проект анализируется, обсуждается, корректируется и принимается как основа для дальнейшей разработки.

**Конструированием** создается конкретная, однозначная конструкция изделия, являющаяся одним из основных его свойств, позволяющих отличить одно изделие от другого.

Проектирование и конструирование служат одной цели – разработке нового изделия, которое не существует или существует в другой форме и имеет иные размеры.

Понятие «изделие» имеет широкий диапазон значений. Под изделием подразумеваются все объекты материального производства (машины, технологическое оборудование, механизмы и др.) и их составные части (например, все машины или механизмы состоят из деталей, объединенных в сборочные единицы (блоки или узлы)).

Основной задачей проектирования и конструирования является разработка документации, необходимой для изготовления, монтажа, испытания и эксплуатации создаваемой конструкции.

Взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации (КД), разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями страны, устанавливает комплекс государственных стандартов – **единая система конструкторской документации (ЕСКД)**.

**Проектирование** – это выбор некоторого способа действия, в частном случае – это создание системы как логической основы действия, способной решать при определенных условиях и ограничениях поставленную задачу.

**Конструкция** (от лат. «constructio» – построение) – это устройство, взаимное расположение частей и элементов какого-либо предмета, машины, прибора, определяющееся его назначением. Конструкция предусматривает способ соединения, взаимодействие частей, а также материал, из которого отдельные части (элементы) должны быть изготовлены.

Виды и комплектность КД на изделия всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.102-68. К конструкторским документам относятся графические и текстовые документы (чертеж детали, сборочный чертеж, спецификация, пояснительная записка и т.д.), которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

### **5.1.1. Типология конструкций промышленных изделий**

Знание типологии конструкций промышленных изделий способствует ориентации проектировщика относительно места новой разработки в ряду подобных, позволяет избежать ошибок принципиального плана и открывает возможность решения некоторых сложных проектных задач по аналогии - на основе использования опыта ряда поколений проектировщиков.

Конструктивные формы современных машин и сооружений чрезвычайно разнообразны: от массивных оснований плотин до ажурных сетчатых конструкций телевизионных башен.

Исследователи предлагают самые разные принципы деления на классы, типы и т.д. Одна из классификаций предложена группой московских исследователей (В.В.Нешумовым и др., 1979), которые положили в ее основу прежде всего типовые различия конструкций во взаимосвязи между их элементами - характер расположения, тип взаимодействия и способ соединения, крепления частей, узлов и деталей. Исходя из этого принципа, сложившаяся типология конструкций представляет охватывающие их следующие типы и разновидности [7]:

- разъемные (сборно-разборные) и неразъемные;
- составные (наборные, сварные, клеевые, клепаные) и монолитные (литые);
- статичные и кинетичные (трансформируемые);
- каркасные (в том числе рамные);
- оболочковые (в том числе щитовые, панельные, сводчатые и заполненные силовыми пространственными решетками с

элементами поперечными - нервюрами, шпангоутами и продольными лонжеронами, стрингерами);

- закрытые, открытые и полуоткрытые;
- автономные и блокируемые (в том числе встраиваемые);
- стационарные, мобильные и портативные;
- тяжелые (материалоемкие) и облегченные, мало-, средне- и крупногабаритные.

Различают также конструкции и их элементы по материалу и технологии изготовления. Например, деревянные конструкции, металлоконструкции, конструкции из стеклопластика; детали - литые, прессованные, штампованные и другие.

### **5.1.2. Базовые принципы конструирования**

В процессе разработки нового изделия разработчику рекомендуется руководствоваться следующими соображениями:

следует идти не от необходимого к желаемому, а от желаемого к допустимому;

качество конструктивного решения изделия зависит от качества идеи или принципа, использованного в конструкции изделия. Следует находить побольше технических решений для выбора наилучшего; разрабатывать варианты известных технических решений, но в других ситуациях. Стремиться в любом вопросе выяснять все необходимые детали, способные повлиять на разработку. Оценивать сравнительную важность каждого варианта, чтобы облегчить выбор наилучшего или создать компромиссный;

избегать поспешных решений и чрезмерного влияния авторитетных решений;

- правильно оценивать результаты опытов и расчетов и рационально их использовать;
- если предлагается ввести новый узел или изменить уже существующий, надо уточнить, нельзя ли вообще обойтись без них. Добиваться простоты конструкции. Избегать сложных, многодетальных конструкций. Чаще спрашивать себя «почему?». Не использовать в конструкции узлы и механизмы, работоспособность которых сомнительна и требует экспериментальной проверки.

При этом основополагающими, базовыми принципами конструирования являются принципы функциональной целесообразности и технологической обусловленности, безопасности, надежности, прочности и пространственной жесткости, компактности, малой материалоемкости и экономической эффективности конструкций.

В ряду этих принципов также - рациональные организационно-методологические принципы: модульного конструирования, унификации конструктивных узлов и деталей, стандартизации и агрегатирования.

На основе **принципа функциональной целесообразности** создаются высокопроизводительные узкоспециализированные или полифункциональные, универсальные машины и механизмы, бытовые приборы и мебель совмещенных функций. При этом проектировщики традиционно заботятся о надежности функционирования, высоком техническом ресурсе, превосходящих прототипы и аналоги технико-экономических и эксплуатационных (включая экологические) показателей, о ремонтопригодности конструкций, снижении объема и стоимости возможных ремонтных работ и энергопотребления. По мере необходимости практикуются преемственные конструкции как ряд модификаций базовой или пригодные к последовательной модернизации, т.е. обладающие ресурсами совершенствования, потенциалом развития.

**Технологический подход** к объекту конструирования диктуется необходимостью создать реально осуществимый проект и базируется на знании возможностей конструкционных материалов (см. гл. 6), формообразующих и сборочных технологий, приемов конструктивной связи, крепления узлов и деталей.

Реализация **принципа безопасности конструкций** предусматривает их основательную эргономическую проработку и, в частности, соблюдение медико-санитарных норм. В связи с этим конструктивно-компоновочно изолируются энергоопасные и механико-травмоопасные зоны, химически-агрессивные среды, токсичные материалы и ионизирующие излучатели. Безопасности обслуживания, простоте и удобству управления служит повышение степени автоматизации технических структур, и (с учетом



их возможной визуальной информативности) условия правильной эксплуатации машины должны быть заложены в ее конструкции.

**Надежность и долговечность** промышленных изделий может определяться многими показателями. Среди них - простота устройства (минимум деталей, узлов и соединений), оптимальность конструктивной схемы, качество конструкционных материалов и крепежных деталей, сварных швов и отливок, теплостойкость и антикоррозионная (химическая) стойкость, но - прежде всего - **прочность и жесткость** конструкций (см.раздел 5.3).

Рациональными **способами повышения прочности** являются: применение выгодных профилей и форм, максимальное использование прочности материалов, по возможности равномерная нагрузка на все элементы конструкции, всемерное уменьшение вылета консолей и обеспечение жесткости узла их заделки.

Главным практическим **средством увеличения жесткости** является маневрирование геометрическими параметрами системы. Среди конкретных приемов повышения жесткости конструкций:

- оптимизация линейных размеров и пропорций, компактность компоновки;
- построение ажурных конструкций (рам, каркасов, ферм, стропил, стрелы крана) на основе многократного повтора пространственно жестких треугольных силовых связей;

целесообразная расстановка опор в конструкциях, работающих на изгиб, рациональное усиление их ребрами, работающими на сжатие; блокирование деформаций введением поперечных и диагональных связей, отбортовок, ребер, выбитых рельефов (см. раздел 5.2);

- усиление конструкции по линиям главных напряжений (моделью системы служит древесный лист: структуру листа, как консольно-ребристой плиты, используют в качестве конструктивного прототипа);

- применение выпуклых, развитых по периферии полых тонкостенных - сводчатых, скорлупчатых, яйцевидных, оболочковых, сферических и тому подобных форм, а также рельефных поверхностей и прочных коробчатых, трубчатых, ячеистых и сотовых конструкций.

В основе **компактных конструкций** - оптимальная компоновка, прогрессивные кинематическая и силовая схемы, применение новых конструкционных материалов и миниатюризация комплектующих узлов, свежий конструкторский подход к проектной проблеме в целом.

**Экономичность конструкций** - показатель комплексный, он формируется при учете затрат не только производственных (трудозатрат, энергозатрат, стоимости материалов и комплектующих изделий), но и расходов транспортных, пуско-наладочных, эксплуатационных и ремонтных. Все такого рода затраты так или иначе, скрыто или явно запрограммированы любым конкретным проектом, и опытный проектировщик способен находить пути повышения экономической эффективности создаваемых конструкций, их полезной отдачи при снижении производственной себестоимости и эксплуатационных расходов. В связи с этим в одних случаях оказывается целесообразным создавать компактные моноблочные конструкции, интегрирующие в едином конструктиве различные функциональные блоки.

При этом сокращаются внутренние коммуникации, снижаются металлоемкость конструкций и расход лакокрасочных материалов, упрочняются конструктивные связи и повышается удобство обслуживания. В других случаях предпочтение отдается полноблочным, модульным конструкциям: проще ремонтное обслуживание и периодическая модернизация, возможны разнокомплектная поставка, последовательные конструктивные приращения и оперативная пространственная перекомпоновка как адаптация к эксплуатационной среде, а также унификация типоразмеров корпуса и несущего основания разных функциональных модулей.

Не только конструкции в целом, но и детали рассматриваются в процессе конструирования под углом зрения их возможного объединения, укрупнения или расчленения. Объединение нескольких деталей в одной влечет за собой экономию на изготовлении оснастки и сборке, сокращает объем ручного труда, но требует более мощного прессового и иного оборудования; расчлененные, составные детали ведут к упрощению заготовок и литейных форм, к облегчению механической обработки.

Унификация состоит в многократном применении в конструкции одних и тех же элементов, что способствует сокращению номенклатуры деталей и уменьшению стоимости изготовления, упрощению эксплуатации и ремонта машин.

**Унификация, стандартизация и агрегатирование** имеют своей общей целью: достижение экономического эффекта и повышение качества промышленной продукции, рациональное сокращение ее номенклатуры и оптимизацию ассортимента; развитие высокотехнологичных специализированных производств комплектующих изделий, сокращение сроков проектирования и производства новой техники; упрощение ее ремонта и достижение взаимозаменяемости деталей.

**Унификация** может быть «внутренней» и «внешней». В первом случае унифицируются оригинальные детали и узлы в пределах данного проекта, во втором - заимствуются детали серийно изготавливаемых промышленных изделий, что дает наибольший экономический эффект. Для дизайн-практики, в основном, характерна реализация принципа «внутренней» унификации конструктивных элементов проектируемого объекта, что позволяет получать оригинальные и выразительные композиционные решения отдельных промышленных изделий и комплексов.

В дизайнерском конструировании принципу унификации конструктивных элементов отводится особая, визуально-интегрирующая и стилеобразующая роль. На его основе дизайнеры успешно решают сложные художественно-композиционные, технико-эстетические задачи, включая разработку ансамблей и оригинальных, острохарактерных фирменных стилей промышленной продукции. Таким образом, специфика дизайнерского конструирования, его отличие от инженерного конструирования наиболее явно проявляется именно в этом плане - в различном профессиональном отношении к проектным возможностям унификации и если взять шире - к выразительным композиционным возможностям технологии, конструкции и ее элементов. Конструкторскую и художественно-композиционную задачи профессиональный дизайнер всегда стремится совмещать и решать одновременно, параллельно и во взаимосвязи, не отделяя одну от другой.

**Стандартизацией** в технике, в машиностроении называют регламентирование конструкции и типоразмеров широко применяемых деталей, узлов и агрегатов, стандартизируют типовые для данной отрасли детали и узлы. Государственные стандарты опре-

деляют общетехнические требования к выпускаемым изделиям и материалам - к их форме, размерам, типам, видам, маркам, артикулам, ассортименту и сортаменту. Технические условия и нормы различных ведомств и отдельных предприятий обязательны к применению лишь в их пределах.

В отличие от стандартов, нормы обязательно предусматривают конструктивные и размерные характеристики деталей, узлов машин. С нормами и специфическими техническими условиями дизайнер встречается каждый раз в момент ознакомления с очередным толково составленным проектным заданием, где они обязательно упоминаются. Со стандартами - еще чаще, на каждом проектом шагу; при попытке ориентации в сортаменте конструкционных материалов, рулонных и лакокрасочных покрытий; при проектном применении стандартных соединений (сварных, заклепочных, крепежных, резьбовых, шлицевых, штифтовых, фланцевых и др.), при ознакомлении с правилами оформления чертежей и т.д. Стандарты не сковывают творческую инициативу дизайнера, но рационально дисциплинируют проектное мышление, направляя его в русло реализма, технологической и экономической целесообразности.

Унификация, нормализация и стандартизация конструктивных элементов создают предпосылки для проектно-производственной реализации прогрессивного **принципа агрегатирования**.

**Агрегатирование** - метод конструирования изделий на основе применения унифицированных и стандартных составных частей путем изменения характера их соединений и пространственного сочетания, применительно к заданным условиям.

Материальной базой агрегатно-блочного конструирования промышленных изделий практически становятся изготовленные на специализированных предприятиях и проверенные в эксплуатации комплектующие элементы. Это могут быть геометрически согласованные и размерно совместимые автономные конструктивные узлы, функциональные блоки-модули, секции и детали (унифицированные, типовые, нормализованные, стандартные). Их осмысленная, целенаправленная пространственная компоновка на общей станине в различных сочетаниях и с разным функциональным эффектом способна порождать необходимые новые, конструктивно преемственные технические устройства. Этот рациональный подход к техническому структурообразованию нашел широкое применение в различных отраслях промышленно-

ти, в частности, в автомобилестроении, станкостроении, при разработке дорожно-строительной техники и дизайне кинофотоаппаратуры.

Помимо всего вышесказанного необходимо отметить, что требования, предъявляемые к конструкции в процессе разработки, обычно противоречивы, как и сам процесс создания новых изделий. Разработчик, улучшая один параметр изделия, влияет на другие, нередко ухудшая их. Важно оценить эти влияния и на их основе при необходимости принять компромиссное решение, в данном конкретном случае оптимальное. Важно запомнить, что улучшение конструкции по некоторым параметрам за счет ухудшения качества, надежности и безопасности работы ее недопустимо.

При оценке требований, предъявляемых к разрабатываемым изделиям, необходимо учитывать следующее:

- уменьшение массы детали, узла, изделия вызывает уменьшение прочности и жесткости;
  - создание компактной, малогабаритной конструкции влечет за собой улучшение условий сборки, обслуживания, регулировки и ремонта;
- применение дешевых материалов порождает ухудшение прочности, износостойкости и долговечности;
- создание простой конструкции узла, механизма, изделия накладывает ограничения на технические и технологические возможности работы узла, механизма и изделия;
- увеличение скорости действия механизма служит росту инерционных сил и нагрузок на детали и узлы;
- разбивка конструкции на узлы, облегчающие организацию их сборки и транспортировки, ведет к уменьшению жесткости конструкции, росту трудоемкости сборки изделия;
- создание изделия для разных режимов работы и разных операций наносит экономический ущерб при эксплуатации изделия на одной операции.

### 5.1.3. Методы конструирования

В процессе проектирования разработчик должен определить основные параметры изделия и добиваться максимального их конструктивного и организационного обеспечения. К основным параметрам следует отнести и те, которые имеют перспективу и будут иметь значение в ближайшем будущем.

Чтобы найти лучшее конструктивное решение, разработчик должен создать как можно больше вариантов конструкции, так как в каждом варианте те или иные вопросы решаются в разной степени. Однако разработка принципиально различающихся вариантов дело не простое. Кроме знания разных конструктивных схем требуются способности и навыки использования приемов и методов разработки. Существуют методы, которые направляют творческую мысль разработчика на создание новых, нестандартных, нетиповых решений. Эти методы способствуют проектированию, и разработчику полезно знать их.

Остановимся здесь лишь на некоторых проектно-практически сложившихся, наиболее характерных и эффективных методах.

**Инверсия** - метод получения нового технического решения путем отказа от традиционного взгляда на задачу. При инверсии взгляд на задачу осуществляется с другой позиции, чаще всего диаметрально противоположной. Обычно исследуемые элементы меняются местами. Рассмотрим некоторые принципы инверсии.

Снаружи (традиционный способ рассмотрения объекта) - изнутри (способ рассмотрения объекта после применения метода инверсии); вертикально - горизонтально; вертикально - вверх дном; с лицевой стороны - с обратной стороны; поверхность охватывающая - поверхность охватываемая; с начала - с конца; в движении - неподвижно; вращение вперед - вращение назад; возвратно-поступательное движение - вращательное движение; симметрично - асимметрично; ведущее - ведомое; направляющее - направляемое; в жидком виде - в твердом агрегатном состоянии; вредные явления - превращение их в полезные; жесткие связи - в гибкие; работа на растяжение - работа на сжатие; элемент находится на одной детали - перенести его на другую деталь, взаимодействующую с первой.

**Аналогия** - использование технических решений из других областей науки и техники для решения задачи или стимулирования разработки новых решений.

Аналогичные решения, используемые для решения инженерных задач, могут быть заимствованы из живой природы как природные конструкции и элементы биомеханики. Метод прецедента основывается на использовании аналогии с ранее разработанными конструкциями. Новая конструкция может быть эквивалентна своему аналогу. Нередко увеличение или уменьшение размеров конструктивного исполнения приводит к новому качеству. Аналогия может не только использовать ранее существующие конструктивные решения, но и имитировать форму, цвет, звук, моделировать разные качества.

**Эмпатия** - отождествление личности разработчика с предметом исследования, т.е. деталью или процессом. Эмпатия требует от человека «вхождения в образ». Этот метод позволяет выявить многие факторы, которые внешне не заметны, но могут существенно повлиять на конструкцию. Эмпатия приводит к новому взгляду на задачу.

**Комбинирование** - использование в новой конструкции в разном порядке и в разных сочетаниях отдельных технических решений, процессов, элементов. При этом получается новое качество, дополнительный положительный эффект. В конструкции могут быть использованы не только новые элементы, но и старые, известные и использованные ранее.

Метод комбинирования может производиться по трем схемам объединения элементов: новое + новое, новое + старое, старое + старое. В новом устройстве элементы могут выполнять старые функции или приобретать новые свойства. Комбинации этих элементов могут быть очень разного характера: механическое соединение, соединение посредством промежуточных элементов, дублирование, образование многоступенчатых, каскадных конструкций и др.

**Компенсация** - уравнивание нежелательных и вредных факторов средствами противоположного действия. Часто приходится компенсировать влияние массы, инерции, трения, потерь

различного вида. Компенсация осуществляется специальными устройствами - компенсаторами, которые могут быть постоянными, регулируемые, автоматическими, пружинными и др.

**Динамизация** - превращение неподвижных и неизменных элементов конструкции в подвижные и изменяемой формы.

**Агрегатирование** - создание множества изделий или их комплексов, способных выполнять различные функции либо существовать в различных условиях. Это достигается путем изменения состава изделий или структуры их составных частей. Основные способы агрегатирования:

- соединение агрегатов с самостоятельными изделиями, представляющее комплексы, например, трактор с прицепными орудиями (плугом, культиватором, сеялкой и др.);
- агрегатирование присоединением, когда к базовой составной части могут присоединяться различные зависимые составные части - агрегаты, узлы, детали, например, трактор с различными навесными орудиями (бульдозером, рыхлителем). Здесь базовая составная часть может иметь как самостоятельные функции (трактор), так и быть агрегатом, предназначенным для функционирования только с присоединенными составными частями;
- агрегатирование изменением, когда в изделии могут изменяться всевозможные варианты составных частей при различной их компоновке, например, различные варианты кузова автомобиля (автомастерская, бортовой кузов, молоковоз и др.). В отличие от агрегатирования присоединением каждая составная часть здесь всегда присутствует в конструктивной компоновке в виде одной из модификаций.

**Компаундирование** состоит в том, что для увеличения производительности параллельно соединяются два технических объекта. Соединение производится различными приемами: технические объекты устанавливаются параллельно как независимые агрегаты и связываются синхронизирующими устройствами; конструктивно объединяются в один агрегат и т. д.

Примерами совмещения первого типа являются парная установка судовых двигателей, работающих каждый на свой винт, а также установка двух или большего числа двигателей в крыльях



самолета. Помимо повышения общей мощности (при затруднительности создания двигателя большой мощности) этот способ иногда позволяет удачно решить другие задачи. Так, параллельная установка судовых двигателей увеличивает маневренность судна, особенно на малом ходу. Установка нескольких двигателей на самолетах облегчают виражирование и выруливание на земле. Применение нескольких двигателей до известной степени увеличивает также надежность: при выходе из строя одного из двигателей можно продолжить рейс, хотя и с пониженной скоростью.

**Блочно-модульное проектирование** предусматривает создание изделий на основе модулей и блоков. Модуль является составной частью изделия, преимущественно состоящей из унифицированных или стандартных составных частей различного функционального назначения.

**Резервирование** - увеличение числа технических объектов для повышения надежности изделия в целом.

**Мультипликация** - повышение эффективности за счет использования нескольких рабочих органов, производящих одни и те же функции (полиспада, многодетальной обработки, многоступенчатых конструкций, каскадных конструкций, многоэтажных конструкций, многослойных конструкций и др.).

**Метод расчленения** заключается в мысленном разделении традиционных технических объектов с целью разделения и упрощения выполняемых ими функций и операций.

**Секционирование** предполагает дробление технического объекта на конструктивно подобные составные части - секции, ячейки, блоки, звенья.

**Ассоциация** - свойство психики при появлении одних объектов в определенных условиях вызывать активность других, связанных с первыми. Совпадение определенных признаков разных объектов позволяет найти у исследуемого процесса нехарактерные решения. Например, ассоциативное исследование механики работы человеческой руки наводит на мысль о создании механического манипулятора, имитирующего работу руки.

**Идеализация** - наделение реальных объектов нереальными, неосуществимыми свойствами и изучение их как идеальных (точ-

ка, линия, абсолютно твердое тело и др.). Идеализация позволяет значительно упростить сложные системы, обнаружить существенные связи и применить математические методы исследования.

**Модифицирование** - переделка машины с целью приспособления ее к иным условиям работы, операциям и видам продукции без изменения основной конструкции (иногда в понятие модифицирования вкладывают смысл модернизации машин и улучшения их показателей).

Модифицирование машины для работы в различных климатических условиях сводится преимущественно к замене материалов. В машинах, работающих в жарком и влажном климате, применяют коррозионно-стойкие сплавы, в машинах, эксплуатируемых в областях с суровым климатом, - хладостойкие материалы; системы смазки приспособливают к работе при низких температурах.

Сложнее модифицирование машин с целью их приспособления к различным операциям или изделиям. В этом случае метод модифицирования тесно смыкается с методом агрегатирования.

Некоторые задачи конструирования традиционно решаются на основе **расчетных методов** - например, расчеты балок, консольных конструкций и ферм. Не доверяя интуиции, создатели ответственных и напряженно работающих конструкций рассчитывают на прочность и жесткость их основные детали, для чего обращаются к специальной методике - к определенным схемам и формулам теории упругости и сопротивления материалов, справочным таблицам и коэффициентам и т.п. (см. раздел 5.3).

Эффективно служат оперативному выявлению актуальных решений и проектных альтернатив (в графике и макетах) **методы вариантного поиска конструктивных решений и их наглядного моделирования**.

Конструируя, современный проектировщик либо по-прежнему с необходимостью обращается к традиционным возможностям проектной графики - технического рисования и строительного и машиностроительного черчения, либо осваивает технологию компьютерной мультипликации двух- и трехмерных проектно-графических изображений.

На всех этапах процесса проектирования (стадия эскизного, технического и рабочего проектов) графика играет существенную роль, но функции ее разнообразны. Сначала это - средство фиксации исходных данных (обмерные зарисовки комплектующих узлов, стандартных органов управления и др.), анализа прототипа и продуцирования первых обобщенных конкурирующих рабочих идей. Затем - средство их конкретизации, развития, отбора и детализации. И, наконец, - средство документирования, фиксации, презентации и трансляции (передачи во времени и пространстве - из области проектной деятельности в сферу производства) результатов конструкторской разработки.

Однако не все приемы и методы конструирования связаны с проектно-графическим моделированием. Определенный класс конструкторских задач решается посредством физических моделей - экспериментальных материальных макетов. Строятся они в разном масштабе (в зависимости от цели эксперимента), целенаправленно реконструируются и испытываются (на прочность, на аэродинамическое или гидравлическое качество и т.д.).

#### **5.1.4. Рациональные приемы конструирования**

Рассмотренные выше методы конструирования - основное средство проектно-практической реализации его базовых принципов. В ряду иных таких средств, детализирующих методы и осуществляющих их привязку к типологии объектов разработки, - разнообразные и весьма многочисленные рабочие приемы конструирования. Они вырабатываются творческой практикой, фиксируют проектный опыт и находятся в постоянном развитии. Лишь некоторые из них тотально применимы, многие направлены на решение частных проектных задач и имеют избирательное или отраслевое применение. Приведем здесь лишь наиболее характерные из рациональных приемов конструирования, применяемые при разработке промышленных изделий и комплексных объектов. В частности, это следующие приемы:

- определение габаритов конструкции как антропометрически обоснованных (посредством применения соматографичес-

ких моделей) и - на этой основе - рациональное ограничение компоновок и типоразмеров конструкций (например, в автостроении, мебели, станкостроении и приборостроении);

- назначение предельных размеров конструктивных деталей как технологически обусловленных: в соответствии с габаритами монтажных столов, складских стеллажей, дверных проемов, транспортных средств и адекватно мощности прессового оборудования;

- максимальное упрощение геометрии формы функциональных узлов как конструктивных блоков-модулей с целью увеличения их компоновочных, вариантно-комбинаторных возможностей;

- каркасно-панельное исполнение корпуса (кожуха) крупных конструкций и бескаркасное исполнение малогабаритных конструкций в несущих корпусах (литых, прессованных, цельносварных и др.);

оптимизация теплового режима работы конструкций: разработка вентиляционных решеток и каналов, радиаторов охлаждения и систем принудительной вентиляции, снятие взаимонагрева узлов путем рациональной компоновки;

- конструктивная защита, блокировка энергоспасных зон и изолированная компоновка гидравлической и электрической систем конструкции, компоновочная организация кабель-каналов;

- необходимое и достаточное резервирование конструктивных объемов и рациональное дублирование отдельных функциональных узлов-модулей;

скрытый конструктивный крепеж лицевых панелей управления и их структурных элементов, устраняющих из поля зрения человека-оператора потенциальные «визуальные шумы»;

- использование малотеплопроводных (дерева, натуральной кожи), гигиеничных и мягких отделочных материалов (рулонно-пленочных на поролоновой основе) в оперативно-контактной части конструкций (мебели, операторских и диспетчерских пультов, кабин транспортных средств).

Некоторые рациональные конструкторские приемы непосредственно связаны с применением **проектных модельно-графических средств**, что особенно характерно для конструирования в дизайн-процессе. Рассмотрим наиболее типичные из них.

Графические изображения типа **конструктивных разрезов и сечений** несут в себе значительный объем проектной информации: о габаритах комплектующих узлов и принятой компоновочной схеме, о структурной сложности объекта и специфике его деталей^ порядке их пространственно-силового взаимодействия и способе крепления, об использованных материалах. Такие изображения - проявление **чертежного способа конструирования** и выполняются они обычно в масштабе (1:1,1:2,1:5,1:10,2:1 и др.) с обозначением основных размеров по правилам машиностроительного черчения. Иногда дизайнеры дополнительно вводят в конструктивные разрезы и компоновочные схемы темные тональные заливки структурных элементов и рассеченных деталей объекта. В иных случаях в дизайнерских чертежах темный фон оттеняет, контрастно выделяет помещенные на нем светлые изображения конструктивных узлов и деталей. Таким образом, палитра выразительных, модельно-графических средств конструирования у дизайнера практически несколько шире, чем у инженера-конструктора.

**Вариантный проектный поиск** дизайнеров наглядно проявляется в рабочих эскизах конструктивных узлов и формообразующих деталей корпуса объектов разработки, а также узлов рамных несущих конструкций из стандартного профиля. Варианты конструктивного решения объекта графически фиксируются и на этапе проектного типологического исследования, при анализе прототипов и аналогов.

**Детализовка**, разработка деталей корпуса и опорно-несущей части объекта - важнейшая процедура, содержательно-смысловое ядро конструирования. При модернизационном характере дизайнерских разработок форма обновленных деталей корпуса нередко прорисовывается и вычерчивается по «синькам» деталей прототипа, что обеспечивает необходимую точность размерных определений и экономию проектного времени. Детализовка в дизайн-

процессе подразумевает одновременное и взаимосвязанное решение разноплановых подзадач - как конструктивно-технологических, так и композиционных, художественно-стилистических. Часто гармонично решенный фрагмент становится первоосновой общего композиционного решения. Так, его стилистику может задать удачное решение углового стыка оригинальных формообразующих деталей, на что и ориентируется творческий поиск дизайнера, отражаемый в рабочих эскизах. При комплексном проектировании ряда объектов рациональная детализация конструкции может вести к унификации ее элементов (например, опор).

В процессе конструирования с процедурой детализации тесно связано **структурирование корпуса** объекта разработки. Это композиционно гармоничное и оптимальное с точки зрения технологии сборки, эксплуатации и ремонтного обслуживания расчленение его на части - конструктивные элементы, формообразующие детали и панели. Процедурой структурирования корпуса объекта решаются задачи достижения его прочности и пространственной жесткости, сборки, доступа внутрь и композиционного акцентирования панелей управления, что при необходимости сочетается с параллельной разработкой несущего каркаса. Проблема обеспечения удобного доступа внутрь конструкции в процессе эксплуатации, при ремонтном и профилактическом обслуживании всегда актуальна, она решается при разработке любого объекта - от простейшей хлебницы до сложного аналитического прибора или автомобиля. Решение этой проектной проблемы традиционно моделируется посредством графики, путем наглядных инсценировок.

В дизайн-практике получили распространение так называемые **«взрыв-схемы»**, отличающиеся высокой информативностью и наглядностью, подводящие итог дизайнерской конструктивной разработки проектируемого объекта. «Взрыв-схемы» выполняются как на эскизно-поисковом этапе дизайн-процесса, так и на этапе оформления его результатов. Строятся они либо на основе начертательно-геометрических закономерностей построения линейной перспективы, либо на основе правил построения аксонометрии,

диметрии. В последнем случае они отличаются измерительными свойствами.

«Взрыв-схемы» представляют собой не только достаточно полный визуализированный перечень структурных элементов объекта, конструктивных узлов и деталей. Они также отражают порядок их пространственной взаимосвязи и конструктивного взаимодействия, последовательность сборки и характер крепления деталей. Выполнять такого рода схемы непросто, и не только потому, что необходимо иметь определенные графические навыки и развитое пространственное воображение. Важно и другое: схемы эти призваны отражать ясность конструктивной мысли, четкость и однозначность, полноту и завершенность состоявшегося решения конструкторской задачи.

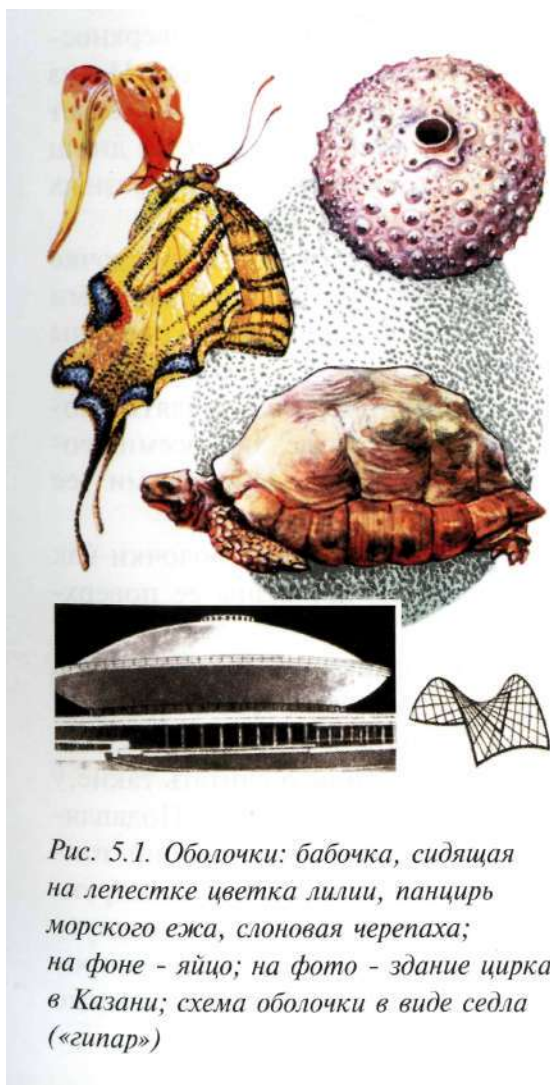
Таким образом, конструирование в дизайн-процессе базируется на определенных выше принципах, реализация которых предусматривает творческое применение соответствующих рабочих приемов и методов, а также проектных наглядно-модельных средств, включая графические. Последние особенно активно, широко и плодотворно применяются именно в дизайнерском конструировании (в отличие от инженерного), чему содействуют академическая художественно-графическая подготовка дизайнеров и сформированная в процессе обучения специальности их профессиональная способность решать многие проектные проблемы на уровне визуального мышления.

## **5.2. Оболочечные конструкции**

### **5.2.1. Общие сведения**

На современном этапе развития техники с помощью оболочек как структурных элементов конструкции решаются комплекс самых разнообразных задач.

Оболочка способна выдерживать различные виды нагрузок, обеспечивает изоляцию от окружающей среды, легко обтекается потоком воздуха или жидкости, и при этом она самая выгодная в



отношении массы. Выигрыш в массе - важный фактор для многих машин и агрегатов, а в некоторых областях инженерии - авиации, космонавтике, судостроении - жизненно необходимое требование. Да и в традиционных строительных сооружениях замена массивного плоского перекрытия, опирающегося на густой лес колонн, легким безопорным куполом оболочки дает не только экономию материала, но и простор для внутренней компоновки.

В связи с вышесказанным, среди многочисленных функций, выполняемых оболочками, например в машинах и сооружениях, в первую очередь следует назвать силовые функции и функции разделения. Трудно переоценить роль оболочек как емкостей для хранения и транспортировки самых разнообразных продуктов. Эффективно использование оболочек для создания аэродинамического совершенства обтекаемых объектов, придания им декоративных форм.

**Оболочка** - это тело, ограниченное двумя криволинейными поверхностями, расстояние между которыми, называемое толщиной, мало по сравнению с другими размерами, т.е. оболочка - прежде всего конструкция тонкостенная.

По указанным признакам в разряд оболочек могут быть отнесены как крупные промышленные изделия: паровой котел, корпус ракеты, трубопровод и т.д., так и многие предметы быта: абак для электрической лампочки, резиновый мяч или надувной матрас, наконец, обыкновенный стакан и многое, многое другое.

Оболочки как конструктивное решение не являются изобретением цивилизации. Патент полностью и безраздельно принадлежит природе. Тысячелетиями она создавала свои творения, воплотив в их конструкциях идеи простоты, прочности и эстетического совершенства. И среди них можно назвать множество самых разнообразных оболочечных форм.

В мастерской природы часто встречаются конструкции в виде сводов различных пространственных форм (скорлупа ореха и яйца, панцири и раковины животных, гладкие листья, лепестки растений и др.) - рис. 5.1. Пространственно изогнутые и тонкостенные, они, благодаря непрерывности и плавности формы, обладают свойством равномерного распределения сил по всему сече-



нию. Геометрия формы помогает этим сводчатым конструкциям стать прочнее. Именно потому, что лепесток цветка изогнут, он выдерживает удары капель дождя, сажащихся на него насекомых, а тонкие панцири морских ежей, крабов и раковины моллюсков - давление воды в глубине моря.

Многообразные оболочечные системы живой природы и техники могут быть систематизированы по разным отличительным признакам (геометрическим, силовым и конструктивным).

Если оболочка, кроме двух ограничивающих ее поверхностей, не имеет других границ, то она называется **замкнутой**. Но из всякой замкнутой оболочки можно выделить часть, которая будет **незамкнутой**. Такие оболочки часто используются в качестве днищ в различного рода емкостях для хранения жидких и газообразных продуктов, в конструкциях перекрытий.

Оболочка как геометрическая поверхность в любой точке характеризуется двумя взаимно перпендикулярными радиусами кривизны, которые называются главными радиусами кривизны (очевидно, что для сферы все радиусы равны между собой).

В теоретических исследованиях принято представлять оболочку ее срединной поверхностью, которую наделяют всеми геометрическими и физическими свойствами, присущими ее толщине.

Таким образом, основными характеристиками оболочки как геометрической фигуры являются радиусы кривизны ее поверхности, толщина и габариты в плане.

Один из важнейших показателей, характеризующих свойства оболочки, - отношение ее толщины к радиусу. В соответствии с этим отношением принято различать тонкие и толстые оболочки. **Тонкими**, или **тонкостенными** оболочками принято считать такие, у которых отношение толщины к радиусу 1:20 и меньше. Подавляющее большинство оболочечных инженерных конструкций тонкостенные. **К толстостенным** оболочкам принадлежат конструкции, для которых соответственно отношение толщины к радиусу больше 1:20. Например, ствол артиллерийского орудия, водопроводная труба - это толстостенные оболочки. Конечно, указанные границы весьма условны.

Выбор геометрии поверхности пространственных конструкций производится с учетом необходимости удовлетворения: функциональных и эстетических требований; условий членений поверхностей на унифицированные сборные элементы, отвечающие индустриальности изготовления и монтажа.

Среди бесконечного многообразия геометрических форм особо выделяют **оболочки вращения** - цилиндрические, сферические, конические, торообразные и т.д., которые наиболее часто используются в конструктивных решениях. Подобные поверхности получают путем вращения кривых (образующих) вокруг прямой оси (например, в результате вращения окружности вокруг оси, проходящей через её центр, получается сфера; при расположении оси вне круга - тор; если вращать прямую вокруг оси, то в результате получается цилиндр, или конус).

Кроме этого при проектировании оболочек используются **поверхности переноса** (гиперболический и эллиптический параболоид, круговая поверхность переноса). Поверхности переноса образуются параллельным перемещением (переносом) кривой одного направления (производящей или образующей), опирающейся некоторыми точками на другую кривую - направляющую.

Наиболее часто применяемые поверхности приведены в табл. 5.1.

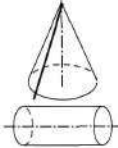
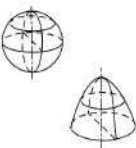
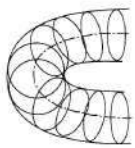
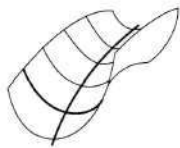
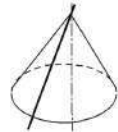
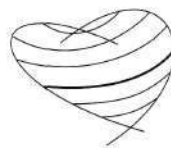
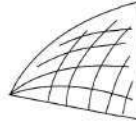
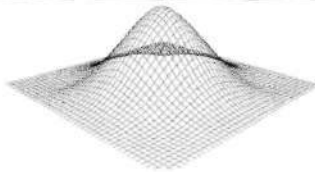
### 5.2.2. Жесткость тонкостенных конструкций

Центральным моментом оптимального проектирования конструкций является выбор критерия качества, который и определяет цель дальнейшего поиска.

Среди критериев качества можно назвать конструкторско-технологический (обеспечение прочности, устойчивости, жесткости, долговечности), функциональный (конструкция должна качественно выполнять свое назначение), производственно-технический (изготовление должно вестись максимально отработанными и быстрыми методами), а также экономический и социальный.

Для большинства конструкций из листового материала (оболочечных конструкций, тонкостенных профилей, резервуаров,

**Таблица 5.1**  
**Наиболее часто применяемые поверхности вращения**  
**и поверхности переноса**

| Особенности поверхностей                                                     | Виды поверхностей с кривизной в одном направлении                                    | Виды поверхностей двоякой кривизны, образованных кривыми                              |                                                                                       |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              |                                                                                      | одного направления                                                                    | противоположных направлений                                                           | одного и противоположного направлений                                               |
| Поверхности вращения (оболочки двоякой кривизны)                             |     |    |    |  |
| Поверхности переноса (оболочки двоякой кривизны)                             |    |    |    |  |
| Поверхности, образованные перемещением прямой (конические оболочки, коноиды) |    | -                                                                                     |   | -                                                                                   |
| Вогнутые поверхности (висячие оболочки)                                      |  |  |  | -                                                                                   |
| Поверхности произвольной формы (оболочки сложной конфигурации)               | -                                                                                    |  |  |                                                                                     |

облицовок, панелей, крышек) весьма существенным является критерий жесткости.

Причем в таких конструкциях необходимо учитывать не только деформации, вызываемые рабочими усилиями, но и деформации, возникающие при сварке, механической обработке, соединении и затяжке сборных элементов. Следует считаться и с возможностью случайных повреждений стенок при транспортировке, монтаже и неосторожном обращении в эксплуатации. В сильно нагруженных оболочковых конструкциях первостепенное значение имеет предупреждение потери устойчивости оболочек.

Рассмотрим основные приемы увеличения жесткости тонкостенных конструкций.

### Отсеки

Радиальную жесткость цилиндрических тонкостенных деталей больших размеров увеличивают с помощью кольцевых поясов жесткости, наружных (рис.5.2,а) или внутренних (рис.5.2,б).

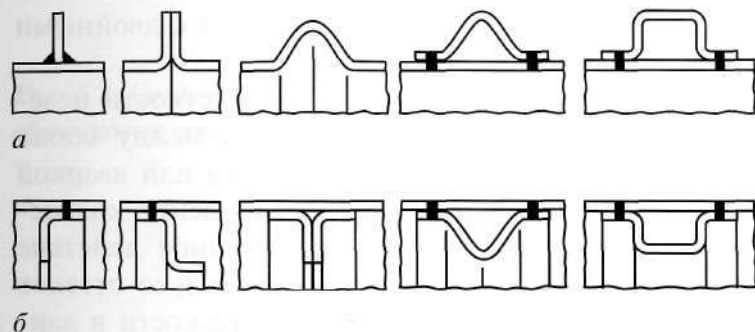


Рис. 5.2. Пояса жесткости цилиндрических оболочковых деталей

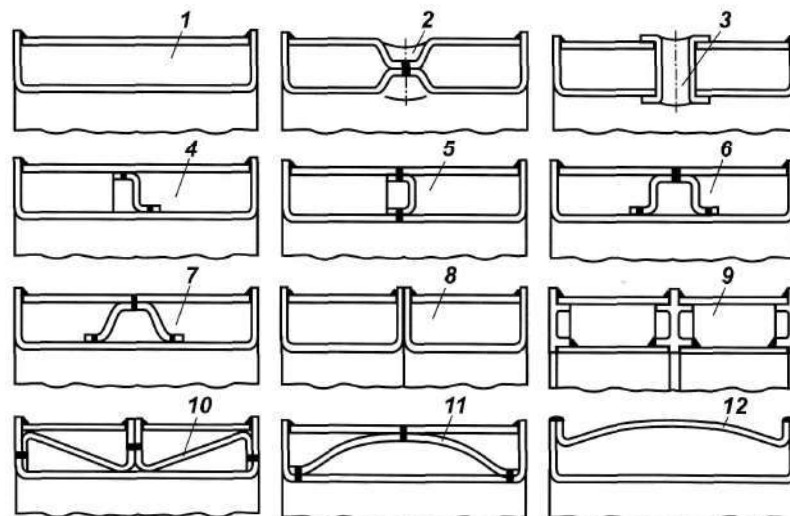


Рис. 5.3. Повышение радиальной жесткости отсеков

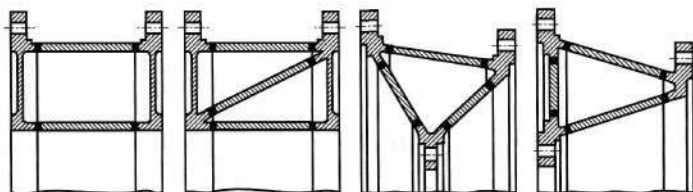


Рис. 5.4. Усиление отсеков коническими элементами

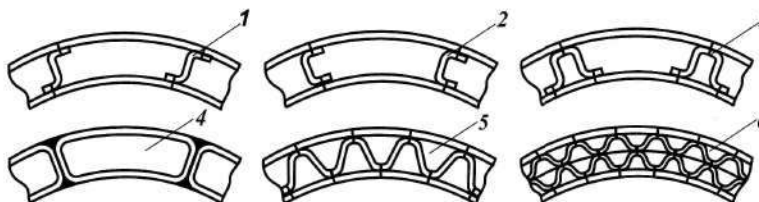


Рис. 5.5. Повышение продольной жесткости отсеков

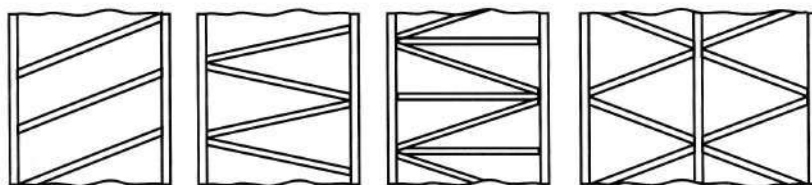


Рис. 5.6. Оребрение оболочковых конструкций, работающих на кручение

Более жестки и прочны отсеки 1 с двойными стенками (рис.5.3).

Для увеличения радиальной жесткости целесообразно стенки отсека связывать между собой сваркой пуклевок 2 на стенках отсека или вваркой трубок 3. Лучшие результаты дает введение кольцевых поясов жесткости 4-7. Аналогичное действие оказывает разделение отсека на несколько отсеков 8,9 меньшей длины. Роль поясов жесткости в данном случае выполняют стыки отсеков. Введение в отсеки конусов 10 и сводчатых элементов 11, 12 увеличивает не только радиальную, но и продольную жесткость.

На рис. 5.4 показаны отсеки, усиленные коническими элементами.

Продольную жесткость отсекам придают с помощью связей 1-3, расположенных вдоль образующих (рис.5.5) или выполнением отсека из нескольких сегментов 4. Наибольшей жесткостью и прочностью обладают гофровые 5 и сотовые 6 конструкции.

Спиральные и зигзагообразные ребра (рис.5.6) увеличивают наряду с продольной и поперечной жесткостью также жесткость на кручение; их изго-

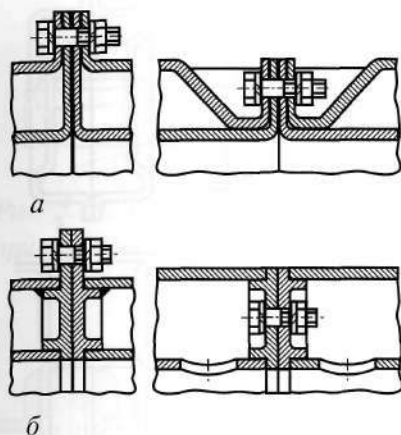


Рис. 5.7. Соединение оболочковых отсеков

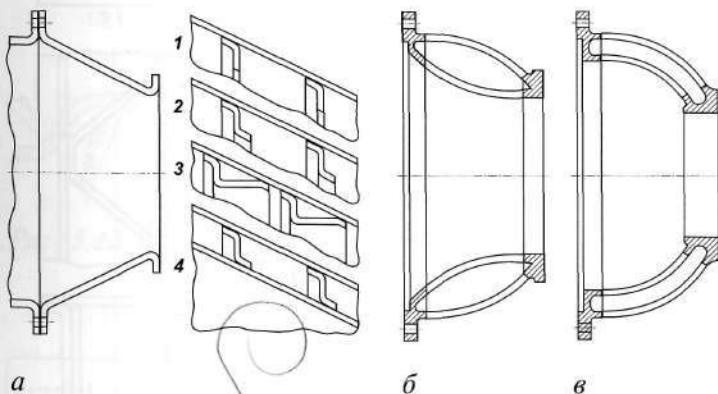


Рис. 5.8. Повышение жесткости конических оболочковых деталей

товление однако труднее, чем прямых продольных ребер.

Двойные отсеки соединяют с помощью наружных (рис. 5.7, а) и внутренних (рис. 5.7, б) фланцев. Последние обеспечивают большую жесткость и значительно снижают радиальные размеры конструкций.

При установке болтов изнутри необходимо предусматривать во внутренней стенке отверстия, достаточные для ввода, установки и заворачивания болтов.

Конические отсеки (рис. 5.8, а) усиливают, вводя кольцевые пояса жесткости 1, 2, 3, выполняя отсеки двустенными 4 и придавая стенкам сводчатые формы (рис.5.8,б). На рис.5.8,в показана конструкция двустенной сферической консольной детали.

### Устойчивость оболочечных конструкций

Увеличение габаритных размеров и уменьшение толщины стенок выдвигают на первый план повышение поперечной жесткости и предотвращение потери устойчивости конструкций.

Например, в случае тонкостенных балок закрытого профиля задача состоит в предупреждении прогиба вертикальных стенок 1 (рис. 5.9) и перекоса профиля 2 под действием нагрузок.

Прогиб стенок предотвращают введением ребер 3, выбивкой рельефов 4,5, установкой продольных вертикальных связей 6, 7. Более эффективным является введение поперечных вертикальных 8 и продольных горизонтальных 9-12 перегородок, анкерных болтов 13, 14, трубчатых связей 15,16, соединение стенок пуклевками 17, 18. Общую жесткость профиля увеличивают диагональными связями 19,20 и косыми перегородками, расположенными змейкой 21,22.

**Усиление участков приложения сосредоточенных сил**

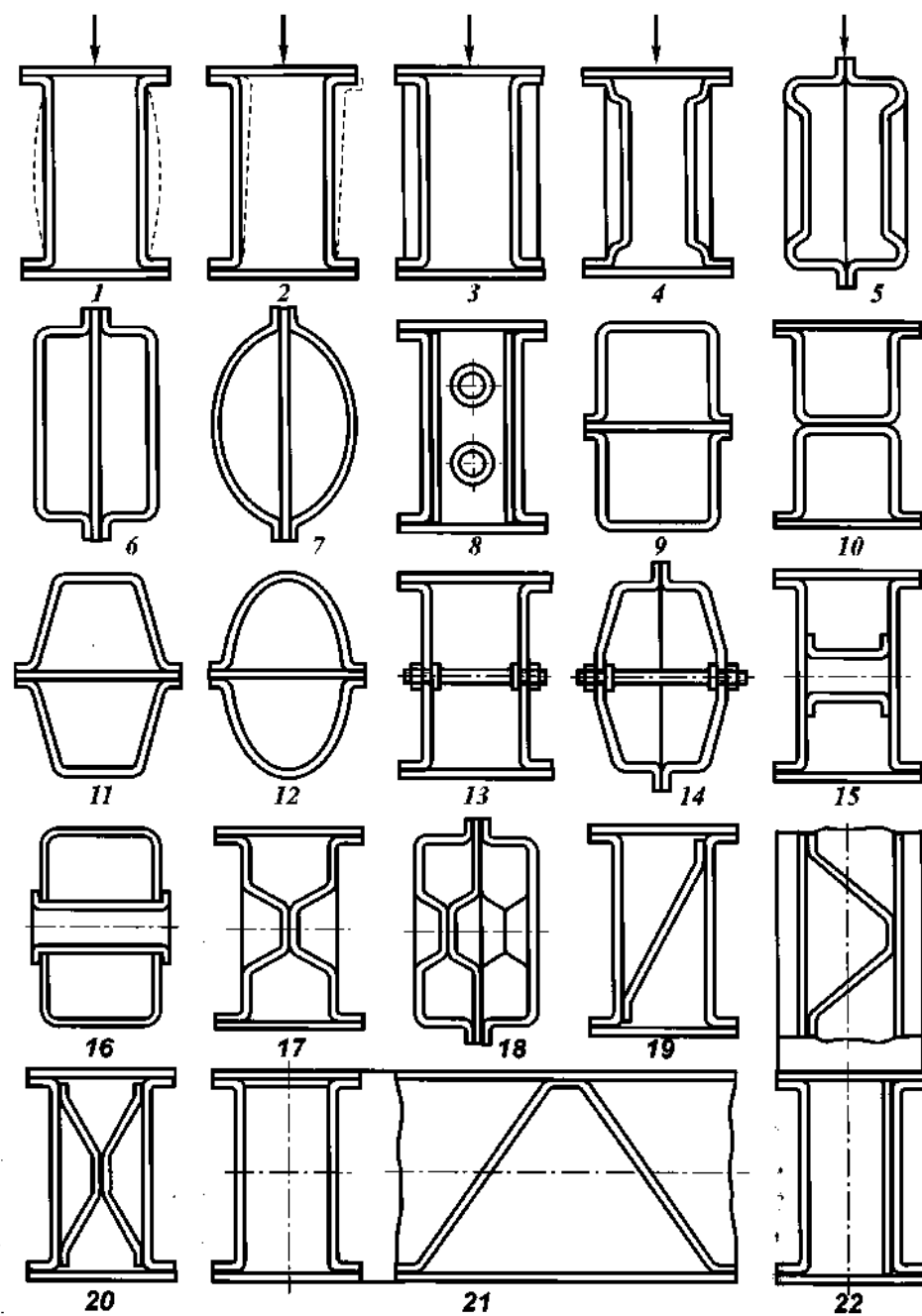


Рис. 5.9. Увеличение жесткости и устойчивости тонкостенных балок

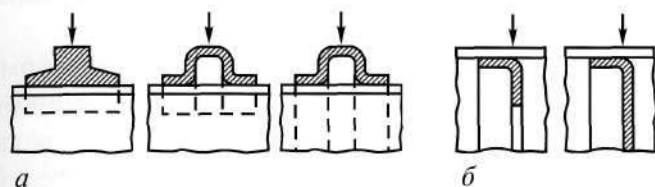


Рис. 5.10. Усиление участков приложения сил

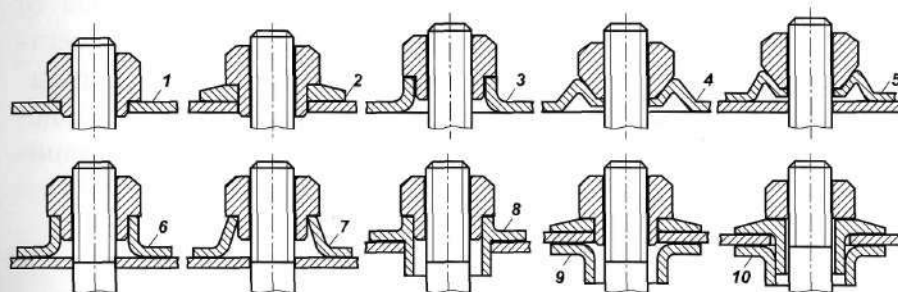


Рис. 5.11. Усиление крепежных деталей

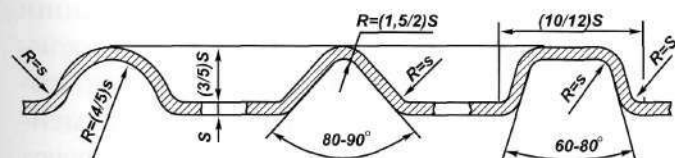


Рис. 5.12. Усиление крепежных деталей

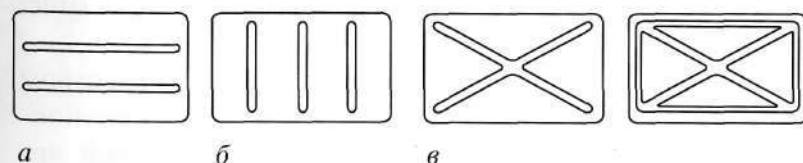


Рис. 5.13. Рельефы жесткости на прямоугольной крышке

При конструировании тонкостенных деталей следует уделять особое внимание участкам приложения сосредоточенных сил. Недостаточная жесткость этих участков может вызвать местную деформацию стенок и сделать конструкцию неработоспособной.

Для цилиндрических оболочковых деталей простейшим способом является введение накладок, распределяющих силу на большую поверхность (рис. 5.10, а). Более эффективно применение поясов жесткости и перегородок (рис. 5.10, б), вводящих в работу полное сечение детали.

Прогиб тонкостенных деталей 1 на участке расположения крепежных болтов (рис. 5.11) предупреждают установкой шайб 2 большого диаметра, отбортовкой стенки 3, 4, введением усиливающих элементов 5-8. Наиболее целесообразный способ - восприятие сил затяжки распорными элементами, например, трубчатыми колонками 9, работающими на сжатие.

### Рельефы жесткости

Для увеличения жесткости на стенках выбивают рельефы, формы которых показаны на рис. 5.12.

Рельефные валики следует располагать вдоль плоскости действия изгибающего момента (рис. 5.13, а). Обратное расположение (рис. 5.13, б) не увеличивает жесткости, а, напротив, делает деталь более податливой. Рельефы должны быть направлены к узлам жесткости системы. Наилучшим расположением валиков для прямоугольных



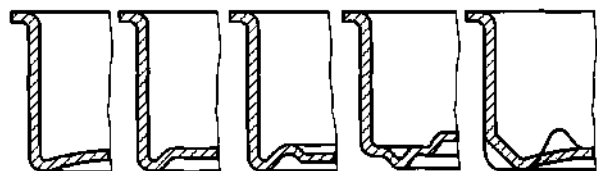


Рис. 5.14. Увеличение жесткости дна тонкостенных цилиндрических деталей

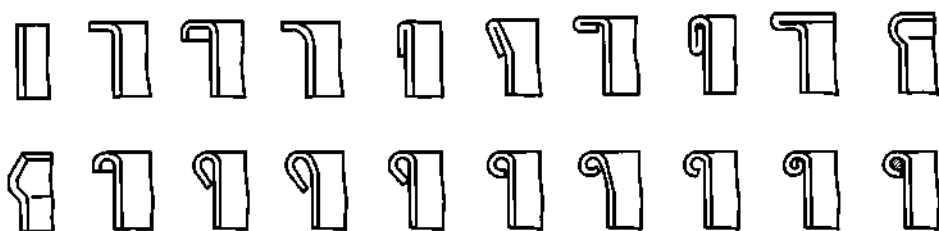


Рис. 5.15. Отбортовка кромок

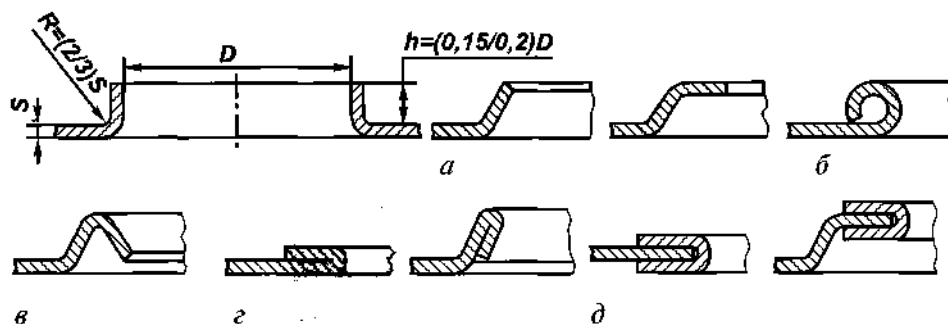


Рис. 5.16. Усиление кромок отверстий

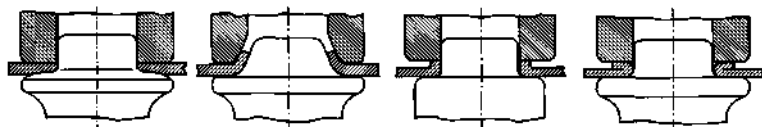


Рис. 5.17. Чеканка кромок

пластин является диагональное (рис.5.13,в).

Придание вогнутой формы днищам цилиндрических тонкостенных сосудов (рис. 5.14) увеличивает жесткость, улучшает устойчивость и придает определенность установке сосудов на плоскости. Эффективным способом увеличения жесткости углов перехода от обечайки к днищу являются местные выдавки треугольной формы.

На рис. 5.15 показаны приемы усиления кромок цилиндрических обечаек отбортовкой.

#### Облегчающие отверстия

С целью уменьшения массы в тонкостенных конструкциях часто делают облегчающие отверстия. Для увеличения местной жесткости, уменьшения концентрации напряжений и повышения циклической прочности, сниженной воздействием вырубного инструмента, кромки отверстий усиливают отбортовкой (рис. 5.16, а), подвивкой кромок (рис.5.16,б и в), обжимом кромок (рис. 5.16, г), введением усиливающих накладок (рис. 5.16,д).

Эффективным средством увеличения усталостной прочности материала возле отверстий яв-

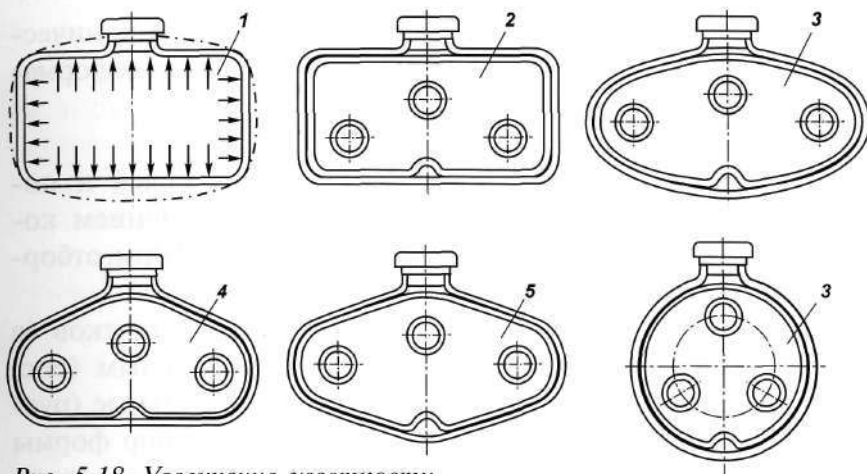


Рис. 5.18. Увеличение жесткости резервуаров

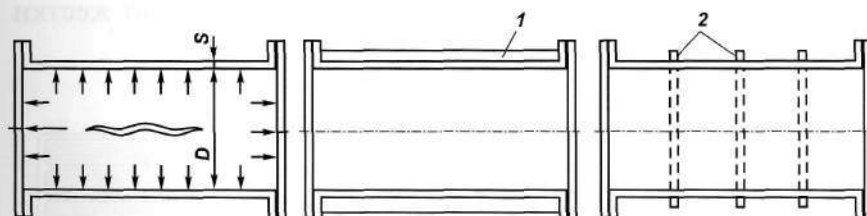


Рис. 5.19. Расположение ребер на стенках резервуаров

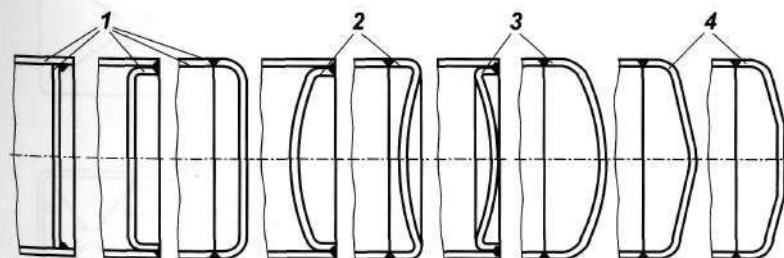


Рис. 5.20. Формы днищ

ляется двустороннее обжатие кромок по контуру отверстия с помощью чека-нов скругленного профиля (рис. 5.17).

### Резервуары

Резервуары 1 прямоугольной формы (рис. 5.18) невыгодны, так как под действием давления стенки выпучиваются (штриховая линия). При таких формах обязательно введение поперечных перегородок жесткости 2. Большой жесткостью обладают овальные 3, эллиптические 4, 5 и особенно цилиндрические 6 резервуары. При усилении цилиндрических резервуаров наружными ребрами следует учитывать направление деформации стенок.

Продольные ребра 1 (рис. 5.19) увеличивают жесткость и прочность резервуара незначительно - в меру своего сопротивления изгибу в продольной плоскости. Выгоднее применять кольцевые ребра 2, работающие на растяжение.

Плоские днища 1 (рис. 5.20) при высоких внутренних давлениях неприемлемы. Более жесткими и прочными являются вогнутые днища 2. Однако их деформация под действием давления вызывает распор обечайки и создает в ней дополнительные напряжения изгиба. Кроме того, вогнутые днища заметно уменьшают рабочий объем резерву-

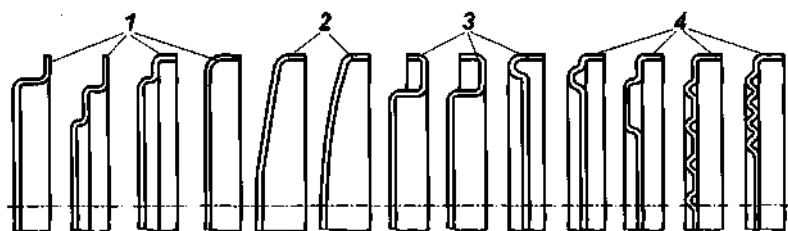


Рис. 5.21. Формы щитков

ара. Выпуклые днища 3 и близкие к ним конические 4, напротив, сдерживают радиальные деформации обечайки.

### Щитки

Жесткость крышек, щитков, панелей и подобных им деталей увеличивают приданием коробчатых 1 (рис. 5.21) и выпуклых 2 форм, отбортовкой 3, выбивкой рельефов 4.

На рис. 5.22, а показаны формы щитков (в плане) с прямоугольным и диагональным (рис. 5.22, б) рисунком рельефа и пирамидальные (рустированные) крышки (рис. 5.22, в). Выбор формы и рисунка рельефа часто определяется требованиями эстетики, особенно в тех случаях, когда щиток находится на виду. Красивы и достаточно жестки рустированные щитки.

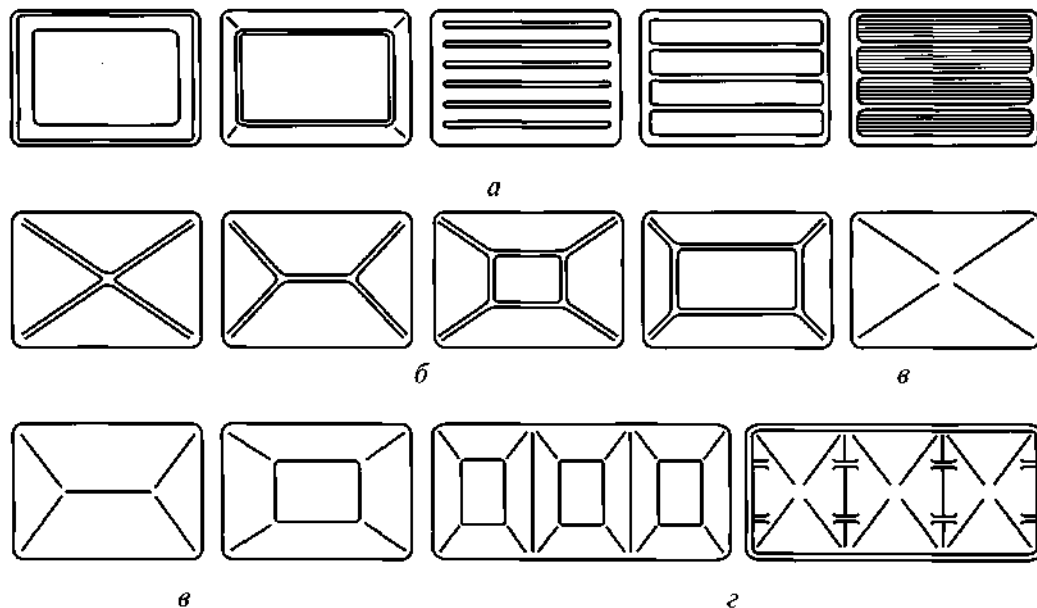


Рис. 5.22. Формы щитков в плане

Щитки большой протяженности делят на ряд отсеков (рис. 5.22,г),каждый из которых усиливают описанными выше приемами. Для увеличения продольной жесткости отсеки связывают между собой рамкой или продольными рельефами.

В качестве примера использования некоторых из описанных выше приемов рассмотрим конструкцию бака бытового назначения из поливинилхлорида (рис. 5.23).

Довольно емкий тонкостенный бак при таком эластичном

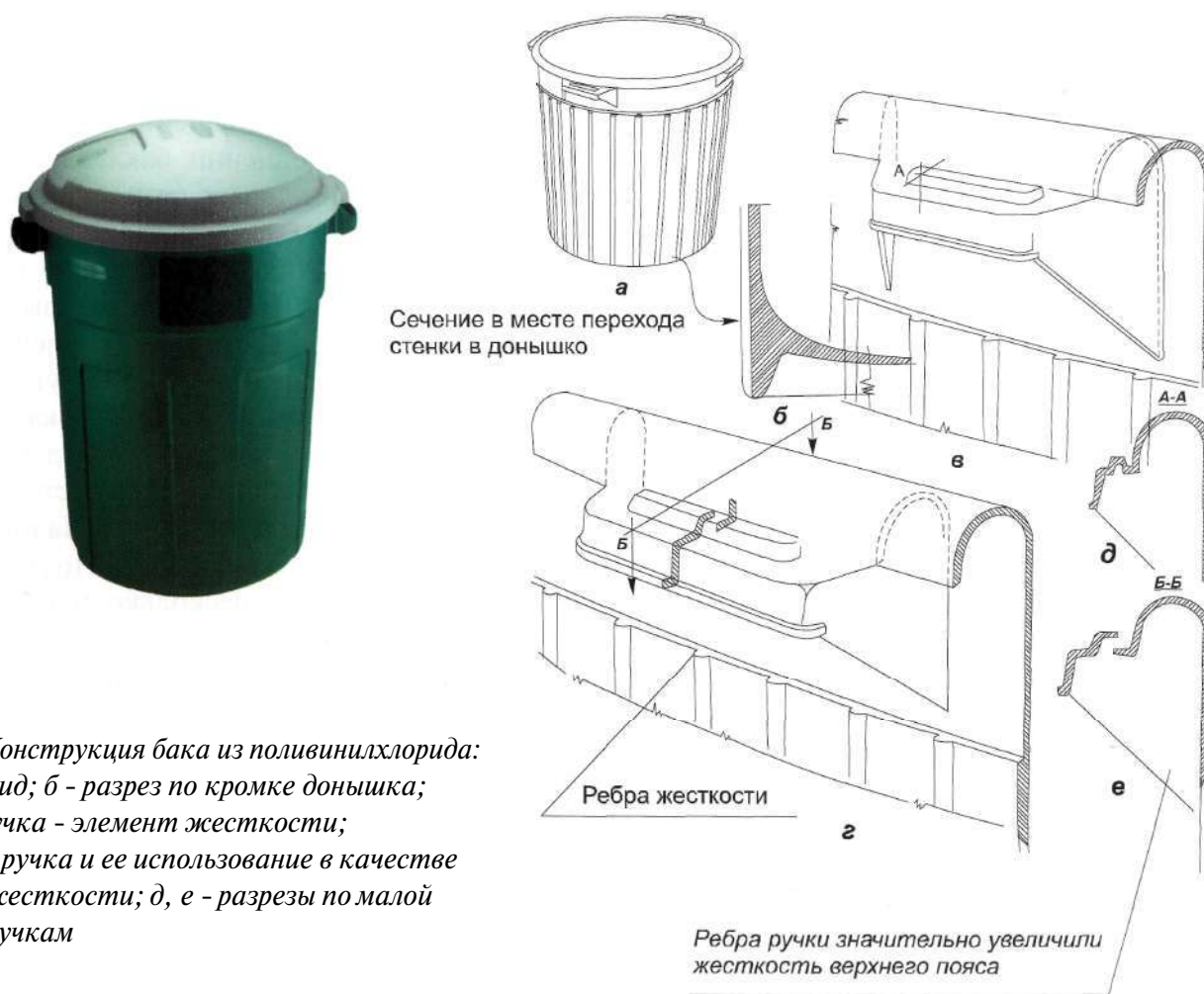


Рис. 5.23. Конструкция бака из поливинилхлорида:  
а - общий вид; б - разрез по кромке донышка;  
в - малая ручка - элемент жесткости;  
г - большая ручка и ее использование в качестве  
элемента жесткости; д, е - разрезы по малой  
и большой ручкам

материале потребовал в первую очередь создания поясов и ребер жесткости. Решение этой задачи становится одной из основных в поисках формы. Если лишить бак жестких поясов по периметру в верхней и в нижней зоне, то при толщине стенки около 2 мм бак, наполненный жидкостью, сразу деформируется и станет непригодным для использования. Если бы сосуд имел замкнутую форму с узкой горловиной, то жесткость поясов не имела бы столь решающего значения.

В рассматриваемой конструкции прежде всего усилены верхний и нижний пояса жесткости. Нижний пояс усилен выступающим ребром за счет некоторого заглубления доньшка. В этом месте, наиболее опасном с точки зрения работы материала, образуется довольно сильное утолщение (сечение на рис.5.23,б). Прогиб доньшка при заполнении бака жидкостью не дает о себе знать, так как бак стоит теперь не на плоском доньшке, а на ребре жесткости. При этом высота ребра точно рассчитана так, что при заливке до краев жидкости доньшко не касается пола.

Но особое внимание уделено открытому верхнему поясу, жесткость которого не может быть обеспечена так, как в нижней части. Поэтому здесь по периметру отогнут борт бака и тем самым создано кольцо жесткости. Но и этого оказывается недостаточно ввиду эластичности материала. Возникла необходимость связать отогнутый край со стенками, создав в местах связей узлы жесткости. Для этого используются ручки бака. На рис.5.23,е показаны эти своеобразные узлы жесткости бака. По перпендикулярной оси вводятся аналогичные, но несколько менее развитые узлы (рис. 5.23,в,д).

Однако необходимо обратить внимание на то, что если бы подобный бак создавался из другого материала с другими свойствами, например из металла, его конструкциям следовательно, и форма во многом бы отличались от рассматриваемой. Применение пластмассы позволило отформовать ручки большого выноса, хорошо связав их с основной формой. Свойства металла потребовали бы иного подхода к жесткости и иной организации материала.

### 5.2.3. Пространственные конструкции покрытий и перекрытий

Оболочечные элементы являются гибким инструментом в руках архитекторов, позволяющим им добиваться эстетической выразительности строительных сооружений. Большепролетные конструкции - одна из основных особенностей современных промышленных и гражданских объектов, разнообразных залов и зрительных помещений, павильонов, ангаров, аэропортов, рынков и т.п.

Сооружение современных большепролетных перекрытий стало возможным благодаря тонкостенным пространственным конструкциям.

Пространственные конструкции различают по статической работе, геометрическим очертаниям срединной поверхности, форме перекрываемого плана здания или сооружения, конструктивными особенностям, материалам и другим признакам.

В основу классификации пространственных конструкций положены геометрическая форма и принципы статической работы.

Пространственные конструкции покрытий и перекрытий разделяют на четыре основные группы:

- 1) впаарушенные пространственные конструкции;
- 2) вантовые покрытия и мембраны;
- 3) структурные плиты или структуры;
- 4) мягкие оболочки.

Каждая группа конструкций состоит из классов, в свою очередь классы образуются типами конструкций. В некоторых случаях классы образуют подгруппы со своими особенностями.

Прежде всего, пространственные конструкции покрытий следует разделить на две большие совокупности - **криволинейные** (или сочетания плоских элементов, вписываемые в криволинейную форму конструкции) и **конструкции, образуемые прямолинейными элементами**, не создающими своими сочетаниями криволинейную форму.

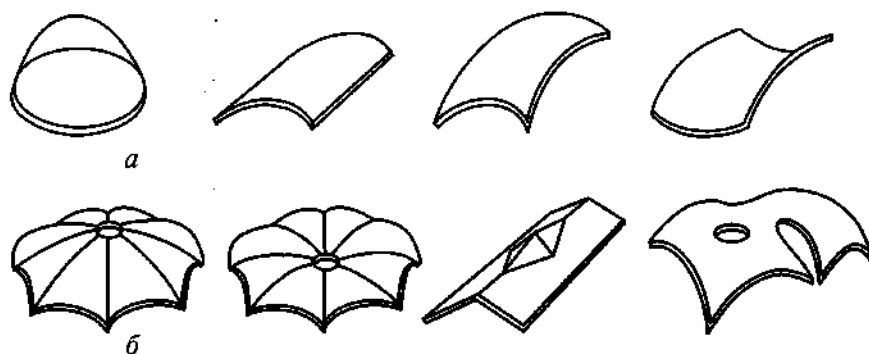


Рис. 5.24. Вспарушенные пространственные конструкции:  
 а - оболочки с единой поверхностью (жесткие);  
 б - составные и произвольные формы

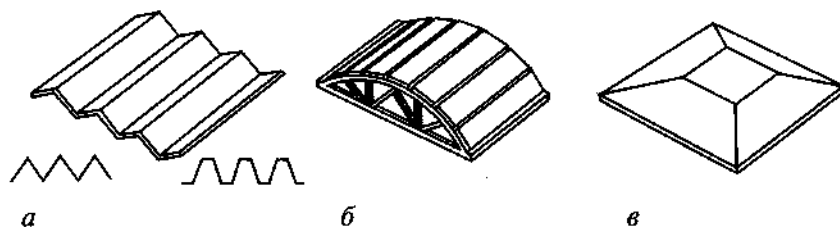


Рис. 5.25. Складки:  
 а - треугольные и трапецевидные;  
 б - призматические; в - шатры

Рис. 5.26. Своды:  
 а - общий вид; б - бочарные;  
 в - складчатые; г - волнистые

В первую совокупность конструкций входят группы вспарушенных пространственных конструкций, вантовых покрытий, мягких оболочек; во вторую - структурные плиты или структуры.

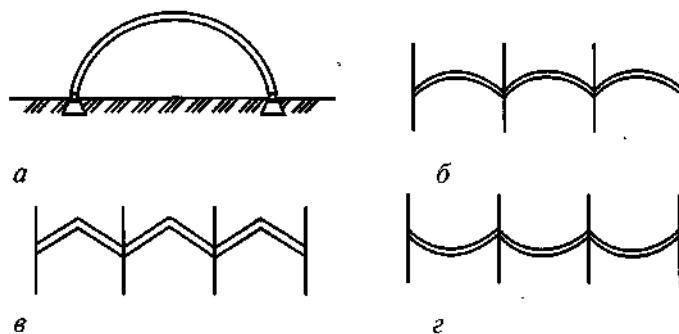
Рассмотрим группы пространственных конструкций.

В группу вспарушенных покрытий входят жесткие оболочки, своды, складки.

Вспарушенные покрытия можно разделить на оболочки с единой исходной поверхностью и составные пространственные конструкции (рис.5.24).

Треугольные и призматические складки (рис. 5.25) представляют собой сочетания плоских граней, перекрывающих прямоугольный план преимущественно небольших пролетов (от 12 до 24 м). Складчатые элементы используются при формообразовании составных и сводчатых покрытий. Материал - железобетон, реже используются стальные сетчатые и сплошностенчатые складки, а также деревянные.

Волнистые и складчатые своды (рис. 5.26)



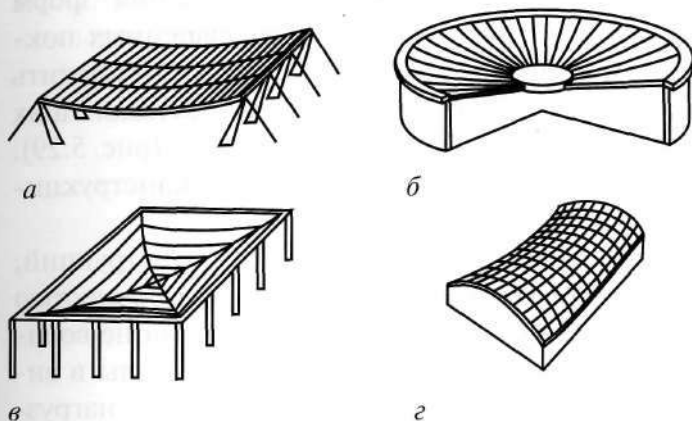


Рис. 5.27. Висячие вантовые покрытия с системами вант:

а - параллельными; б - радиальными;  
в - полигональными;  
г - перекрестными

- одна из наиболее простых и экономичных архитектурно - конструктивных форм универсального назначения.

**Байтовые покрытия** (рис.5.27) - группа пространственных конструкций, основанных на применении высокопрочной стали, эффективно работающей на растяжение, и перекрывающих большие площади произвольной формы пролетом до 250 м. Основная область применения - общественные здания пролетом более 40...50 м преимущественно с криволинейным или многоугольным планом.

Байтовые покрытия могут быть одно- или двухслойными. Разновидности этих покрытий отличает использование вант в сочетании с покрытием из разных материалов. В качестве легкого покрытия используют чаще всего стальной настил.

К вантовым покрытиям можно отнести также мягкие тканевые оболочки - тенты.

**Мембраны** (рис. 5.28) - тонкие гибкие металлические оболочки. Применяют также ребристые мембраны. Разновидностью мембран являются двухслойные комбинированные мембраны, подпертые предварительно напряженными вантами

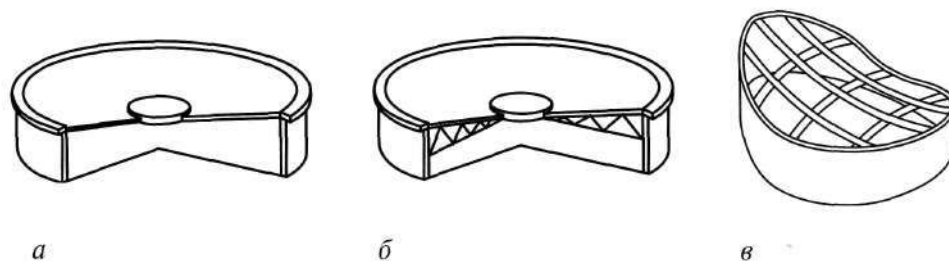


Рис. 5.28. Мембраны:

а - однослойные; б - с вантами;  
в - двухслойные ленточные



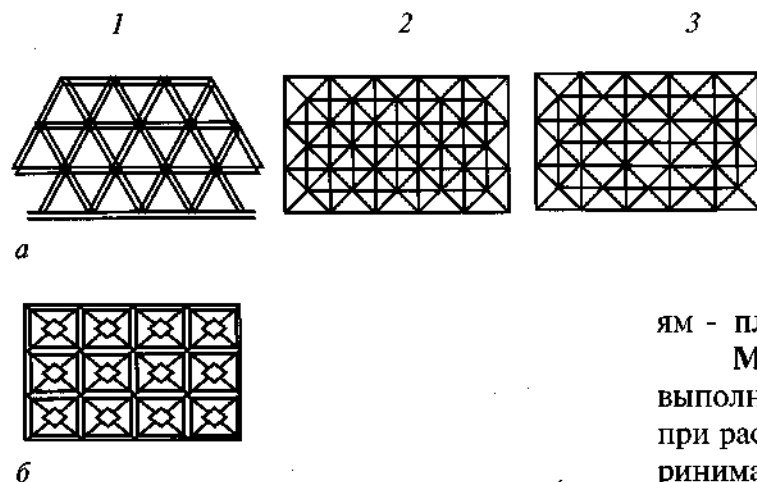


Рис. 5.29. Структурные плиты (структуры):

а - решетчатые; б - пластинчатые;

1 - перекрестные формы;

2 - стержневые пирамиды;

3 - складчатые системы

ми. План преимущественно круглый или овальный, иногда используют прямоугольные мембраны.

Рассматривая геометрические изменения форм пространственных конструкций от вспарушенных покрытий до покрытий вогнутой формы, можно выделить обширную группу типов конструкций, составляющих структурные плоские плиты или структуры (рис. 5.29).

Они аналогичны массивным (сплошным) конструкци-

ям - плитам, плоским дискам.

**Мягкие оболочки** - группа пространственных конструкций, выполненных из материалов, отличающихся высокой прочностью при растяжении, но утоненных до такой степени, что они не воспринимают другие деформации (пластмассы, стекло, металлы в виде волокон или пленок). Мягкие оболочки воспринимают нагрузки при условии их предварительного натяжения, которое создается двумя основными способами - пневматическим (аэростатическим) и механическим. Отсюда и название классов мягких оболочек - пневматические, тентовые.

**Пневматические воздухоопорные сооружения-оболочки** состоят из следующих элементов: оболочки, объединяющей стену и крышу, опорных устройств и воздухоподающей установки. Оболочка изменяет форму в зависимости от характера приложения нагрузки.

Геометрические формы воздухоопорных оболочек могут быть с единой поверхностью, составными (из сопряженных фрагментов поверхностей) и произвольными, сложными.

Пневматические воздухоопорные оболочки разделяют на однослойные и двухслойные.

**Воздухонесомые пневматические конструкции** - это мягкие оболочки, несущая способность которых обеспечена предварительным натяжением, создаваемым давлением воздуха в их замкнутом объеме. Если воздухоопорные оболочки являются законченной моноструктурой (законченным сооружением с повышенным давлением в подоболочечном пространстве), то воздухонесомые конструкции - это конструктивные элементы с нормальным атмосферным давлением в полезном объеме. Воздухонесомые

конструкции применяют в виде стержней (балки, стойки, арки, рамы) или панелей, которые могут образовывать своды, купола. Пневматические арки низкого и высокого давления используются, главным образом как несущий каркас тентового покрытия.

**Пневмопанели** - конструкции, состоящие из двух полотнищ, соединенных между собой линейными или точечными стяжками. Срединная поверхность пневмопанелей может быть плоской или изогнутой в одном или двух направлениях, образуя сводчатые или купольные покрытия.

**Тентовые конструкции** по формам и конструктивным решениям во многом аналогичны вантовым покрытиям. Несущая поверхность покрытия образуется предварительно напряженным тентом либо тентом, усиленным вантами.

Основными элементами тентовых конструкций являются вантовая сеть, тентовое покрытие, опорные мачты и легкие ограждающие конструкции стен.

### 5.3. Расчетные методы решения задач конструирования

Конструирование изделий неразрывно связано с расчетами. При помощи расчетов устанавливаются размеры, форма сечений нагруженных деталей, запас прочности и долговечности во всех условиях и при всех нагрузках, при которых конструкция должна работать.

Разработка методов расчета надежных и наиболее экономичных в отношении массы и размеров различных элементов сооружений и машин является основной задачей науки о сопротивлении материалов.

**Прочность** - это способность конструкции, а также ее частей и деталей выдерживать, не разрушаясь, действие внешней нагрузки.

**Жесткость** - это способность конструкции и ее элементов сопротивляться изменению своих первоначальных размеров и формы.

**Устойчивость** - способность конструкции и ее элементов сохранять определенную начальную форму равновесия.

Реальная конструкция, освобожденная от несущественных особенностей, носит название **расчетной схемы**.

### 5.3.1. Общие сведения

В процессе эксплуатации машин и механизмов всякий элемент конструкции в результате действия внешних сил, передающихся на него от соседних частей конструкции, изменяет в той или иной степени свои первоначальные размеры и форму, т.е. деформируется. Указанные изменения могут привести либо к разрушению элемента, либо к недопустимому искажению его формы и размеров. Чтобы этого не произошло, необходимо правильно выбрать материал и поперечные размеры для каждого элемента конструкции в зависимости от характера действующих сил и условий эксплуатации. Основания для правильного решения этой задачи дает наука о сопротивлении материалов.

Основными видами расчетов, изучаемых в курсе сопротивления материалов, являются **расчеты на прочность и жесткость**. Однако имеется ряд задач, в которых самое серьезное внимание приходится уделять вопросам **устойчивости**.

Каждый инженерный расчет включает в себя следующие три этапа:

#### **I. Идеализация объекта**

На этом этапе рассматривается реальная конструкция и выделяются те ее особенности, которые являются наиболее существенными для рассматриваемой задачи. В результате получают расчетную схему.

#### **II. Анализ расчетной схемы**

Здесь при помощи средств теории выясняются закономерности расчетной схемы, отвечающей реальной конструкции.

**III. Обратный переход от расчетной схемы к реальной конструкции и формулировка практических выводов, для которых было предпринято ее исследование**

Содержание курса сопротивления материалов относится в основном к этапу II. В сопротивлении материалов излагаются приемы анализа типичных расчетных схем и даются методы определения напряжений и перемещений в балках, трубах, тонкое-

тенных сосудах и т.д. То есть рассматриваются все те расчетные схемы, которые являются практически общими для большей части инженерных конструкций.

Однако многообразие современных инженерных задач столь велико, что в пределах одной дисциплины невозможно изложить специфические особенности прочностных расчетов по всем разделам техники. В связи с этим созданы специальные дисциплины, дополняющие сопротивление материалов для каждого инженерного направления.

Расчетные схемы, выходящие за рамки общетехнических и свойственные только конкретно взятой области техники, рассматриваются в разделах инженерной механики, название которых начинается со слов «Строительная механика ...» (например, строительная механика сооружений, строительная механика сварных конструкций и т.д.).

Вопросы о выборе расчетной схемы (этап I), а также оценки прочности конструкции (этап III) наиболее полно излагаются в технических дисциплинах, название которых начинается со слова «Прочность ...» (например, прочность строительных сооружений и т.д.).

### 5.3.2. Выбор расчетной схемы

Приступая к расчету любой конструкции, необходимо прежде всего установить, что является в данном случае существенным, а что несущественно; необходимо произвести ее схематизацию и отбросить все те факторы, которые не могут заметным образом повлиять на сущность рассматриваемого явления.

Такое упрощение задачи необходимо во всех случаях, так как анализ с полным учетом всех свойств действительной конструкции является принципиально невозможным вследствие их неисчерпаемости.

Остановимся на некоторых приемах схематизации, имеющих общий характер. Здесь следует выделить три основных направления:

- 1) схематизацию свойств материала;
- 2) схематизацию нагрузки;
- 3) схематизацию геометрической формы.

**Упругой деформацией** называется такое изменение формы и размеров тела, которое исчезает после удаления вызвавших их сил, – тело полностью восстанавливает свою прежнюю форму. Если же после удаления внешних сил форма и размеры тела не восстанавливаются в первоначальном виде – оставшиеся разности размеров называются **остаточными (пластическими) деформациями**. Характер деформации (упругая или пластическая) зависит от величины действующей на тело силы, его размеров и механических свойств материала.

### 1. Идеализация свойств материала

Основное допущение связано с понятием **сплошности**. Среда наделяется свойством заполнять непрерывно без пустот весь объем в пределах установленных для тела границ. Применимость понятия сплошности ограничивается относительными размерами детали по сравнению с размерами, характерными для описания структурных особенностей (существование в материале микротрещин и межкристаллических пустот).

Сплошная среда наделяется свойствами, отвечающими основным свойствам реального материала.

К схеме сплошной среды близко примыкает **предположение об однородности материала**. Под однородностью понимается неизменность свойств среды в пределах рассматриваемой области. Ограничения, налагаемые на приемлемость схемы однородности, те же самые, что и для сплошности, и также связаны с особенностями структуры вещества.

При решении большей части задач среда считается совершенно **упругой**. Однако по мере возрастания деформаций отступление свойств реального материала от идеальной упругости становится настолько существенным, что при выборе расчетной схемы среда наделяется другими свойствами и рассматривается как **упругопластическая**. При еще больших деформациях пластические свойства материала становятся преобладающими, и представляется возможность пренебречь упругими деформациями по сравнению с пластическими. Тогда среда рассматривается как **пластическая**.

Сплошная среда, как правило, принимается **изотропной**, т.е. предполагается, что упругие и пластические свойства выделенного элемента не зависят от его угловой ориентации. Если не сделано специальных оговорок, все наиболее часто применяемые материалы считаются изотропными.

Имеются, однако, **анизотропные** материалы: дерево; бумага; существует анизотропия металлов, возникающая в результате предварительной прокатки, вытяжки и наклепа. В некоторых случаях это обстоятельство должно учитываться при расчетах.

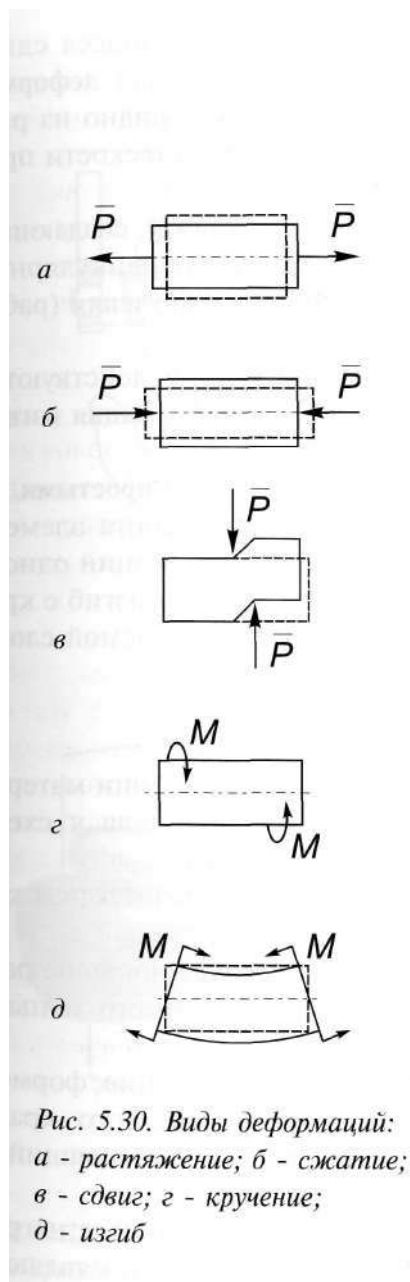


Рис. 5.30. Виды деформаций:  
а - растяжение; б - сжатие;  
в - сдвиг; г - кручение;  
д - изгиб

Таким образом, свойства среды могут быть схематизированы различным образом в зависимости от свойств реального материала и тех задач, которые ставит перед собой исследователь.

## 2. Упрощения, вводимые в систему внешних сил

Наиболее универсальным приемом здесь является введение **сосредоточенных сил**, заменяющих некоторые распределенные нагрузки. Такого рода упрощение применимо только в том случае, если размеры поверхности, по которой происходит передача усилий, малы по сравнению с общими размерами конструктивного элемента.

Ясно, что в реальных конструкциях передача усилий в точке неосуществима, и сосредоточенная сила представляет собой понятие, свойственное только расчетной схеме. Замена распределенных сил сосредоточенной равнодействующей возможна лишь в тех задачах, где анализируется напряженное состояние системы в целом, т.е. в объемах, существенно превышающих объем конкретной зоны.

Возникающее при деформации смещение масс связано с возникновением энергии движения. Если ускорения малы, то можно считать, что в любой момент нагружения система находится в равновесии. Такое нагружение носит название **статического**. Это тоже схема. Ее применимость определяется тем, насколько кинетическая энергия мала по сравнению с упругой энергией деформируемого тела. Может оказаться, что эти энергии соизмеримы, тогда рассматриваемый случай должен быть отнесен к категории не статического, а **динамического** нагружения.

В зависимости от направления действия сил, приложенных к телу, могут возникать различные виды деформаций: **растяжение, сжатие, сдвиг, кручение, изгиб**.

В качестве примера рассмотрим прямолинейный брус (тело с прямой осью, у которого длина больше поперечных размеров).

**Деформация растяжения или сжатия** возникает в том случае, когда внешние силы направлены по одной прямой (вдоль оси бруса) в разные стороны (рис. 5.30, а, б). Примеры - работа цепей, канатов, тросов, растянутых и сжатых стержней в фермах, колонн.

Если на брус действуют внешние силы, стремящиеся сдвинуть одну часть его относительно другой, то возникает **деформация сдвига** (работа болтов, заклепок). При этом, как видно из рис. 5.30, в, силы образуют пару с небольшим плечом в плоскости продольной оси бруса.

Если брус находится под действием нагрузок, создающих противоположные пары сил в плоскостях, перпендикулярных продольной оси бруса, то появляется **деформация кручения** (работа валов) - рис. 5.30, г.

И наконец, если две пары сил разного знака действуют в плоскости продольной оси бруса, то создается **деформация изгиба** (работа всякого рода балок) - рис. 5.30, д.

Перечисленные виды деформаций называются **простыми**.

В конструкциях встречается более сложная работа элементов, когда они испытывают два и более типов деформаций одновременно, например растяжение или сжатие с изгибом, изгиб с кручением и т.д.; в этих случаях имеют дело с так называемой **сложной деформацией**.

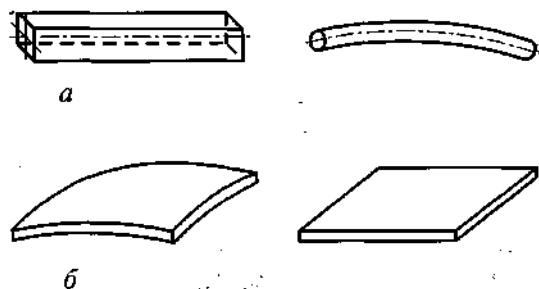


Рис. 5.31. Простейшие типы элементов конструкций

### 3. Упрощения, вводимые в геометрию объекта

Основным упрощающим приемом в сопротивлении материалов является приведение геометрической формы тела к **схеме бруса** (рис. 5.31, а) и к **схеме оболочки** (рис. 5.31, б).

Под **брусом** понимается всякое тело, одно из измерений которого (длина) много больше двух других.

Для **оболочки** характерным является такое соотношение размеров, когда одно из измерений тела (толщина) много меньше двух других.

Геометрическая схема подсказывается, естественно, формой рассматриваемого объекта (например, крюк подъемного крана подходит под схему бруса большой кривизны; бак, находящийся под давлением, под схему оболочки).

Описанные приемы схематизации свойств материала, нагрузок и геометрической формы конструктивного элемента являются настолько общими, что при практических расчетах такого рода упрощения обычно не оговариваются.

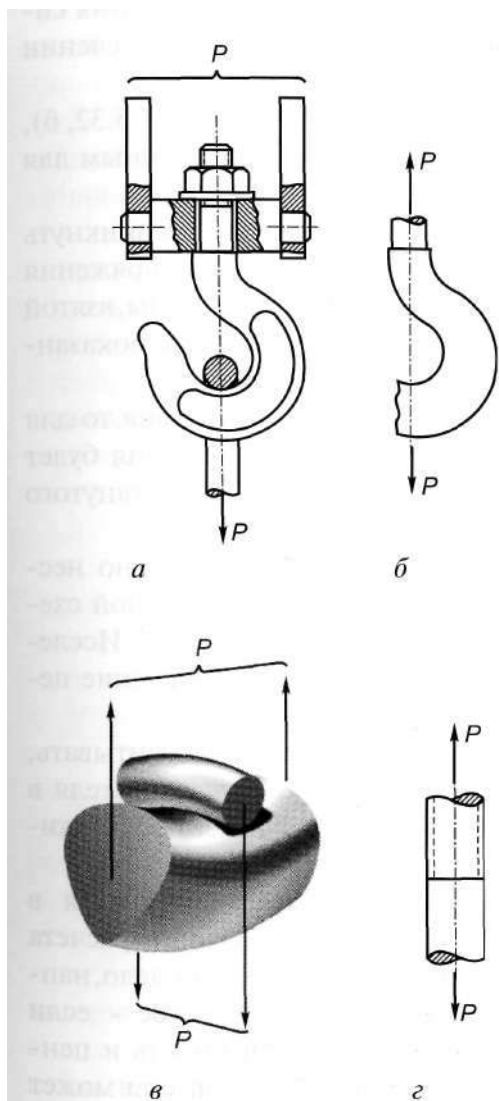


Рис. 5.32. Примеры расчетных схем для крюка подъемного крана

Условно подчеркнутое выше разграничение свойств материала, нагрузок и геометрической формы для выбора расчетной схемы, вообще говоря, не характерно. Все эти факторы между собой тесно связаны.

Например, геометрическая форма тела может схематизироваться по-разному в зависимости от того, как приложены внешние силы. Так, в случае переменных нагрузок, вызывающих усталостное разрушение, необходимо учитывать мелкие геометрические особенности - отверстия, канавки, которые являются очагами концентрации напряжений. При постоянных нагрузках эти особенности в случае пластического материала могут быть отнесены к категории несущественных.

Кроме того, для одной и той же конструкции может быть предложено несколько расчетных схем, в первую очередь в зависимости от того, какая сторона вопроса интересует исследователя в каждом конкретном случае.

Так, например, **рассчитывая на прочность** крюк подъемного крана (рис.5.32,а), его рассматривают как брус большой кривизны. При этом отвлекаются прежде всего от особенностей конкретного образца, полагая, что геометрические размеры соответствуют номинальным. В действительности же от экземпляра к экземпляру размеры меняются в пределах допуска. В каждом конкретном экземпляре возможно возникновение неоднородностей - существование небольших допускаемых пустот, заусенцев и пр. Все эти особенности неисчерпаемы и рассматриваются как несущественные.

Проводимые пренебрежения касаются не только геометрических размеров, но и условий эксплуатации. Каждое грузоподъемное сооружение работает в каких-то конкретных условиях. Одно работает на ветру, другое - под навесом, третье в условиях более высокой, либо более низкой температуры и т.д. Эти различия несущественны, но они имеются, и отвлечение от них является первым необходимым шагом для проведения расчета.

Наконец принимают, что вес поднимаемого груза имеет вполне определенную величину и нагружение является статическим.

Затем делаются пренебрежения, дополнительно упрощающие рассматриваемую конструкцию.



В соответствии с принципом Сен-Венана отвлекаются от особенностей закрепления крюка и особенностей приложения силы веса и считают, что напряжения в наиболее опасном сечении определяются только величинами равнодействующих.

В итоге получают идеализированную систему (рис. 5.32, б), напряжения в которой определяют по формулам, выведенным для бруса большой кривизны.

При рассмотрении того же самого крюка может возникнуть **вопрос о смятии в зоне подвески груза**. В этом случае напряжения наиболее просто определять при помощи расчетной схемы, взятой из теории контактных задач. В результате получают схему, показанную на рис. 5.32, в.

Если возникает **вопрос о прочности в зоне закрепления**, то для того же крюка в зависимости от конструкции закрепления будет выбрана новая расчетная схема, например, схема растянутого стержня (рис. 5.32, г).

Итак, для одной конструкции может быть предложено несколько расчетных схем. С другой стороны, и одной расчетной схеме может соответствовать много различных конструкций. Исследуя некоторую схему, можно получить в дальнейшем решение целого класса практических задач.

При выборе расчетной схемы всегда необходимо учитывать, с одной стороны, те трудности, которые ожидают исследователя в дальнейшем с другой, - учитывать значимость и ценность ожидаемого результата.

Значимость полученного результата может оцениваться в связи со многими факторами. Прежде всего, значимость расчета может быть связана с последствиями разрушения. Одно дело, например, если из строя вышел тросик спидометра, а другое - если сломалась полуось автомашины. Ясно, что ответственность и ценность расчета во втором случае больше. Значимость расчета может связываться с требованиями по весу или по габаритам. Чем крупнее рассчитываемый узел, тем большее значение для весовой оценки имеет результат расчета. Значимость расчета также определяется напряженностью узла. Если узел работает на пределе, расчет, и притом точный, имеет большее значение.

### 5.3.3. Анализ расчетной схемы

Из трех перечисленных выше этапов расчета мы рассмотрели первый. Следующим является анализ расчетной схемы. Здесь вступает в силу аналитический аппарат, т.е. все то, чем богата строительная механика, теория упругости и сопротивление материалов (см. раздел 5.3.4).

В результате анализа получают напряжения (действительные напряжения), деформации и перемещения в идеализированном объекте. Если расчетная схема была выбрана правильно и отражает существо задачи, то результат анализа можно считать отражающим реальные свойства конструкции.

Остается выполнить этап **III**, т.е. установить, удовлетворяет ли конструкция тем требованиям прочности, которые к ней предъявляются.

Не любое напряжение безопасно для материала конструкции. Внутренние силы, т.е. силы противодействия, не могут возрастать беспредельно без нарушения работоспособности конструкции. При достижении определенной величины наступает критический момент. Для пластичных материалов это - появление остаточных деформаций, для хрупких - нарушение целостности, т.е. разрушение. Таким образом, существуют **предельно опасные напряжения**: в первом случае - **предел текучести**, во втором - **предел прочности**. Особым случаем нарушения работоспособности конструкции является разрушение ее материала под влиянием напряжений, циклично изменяющихся во времени. В этом случае предельно опасным напряжением является **предел выносливости**.

Величина предельно опасных напряжений зависит от свойств материала и определяется во время механических испытаний. Их величины приводятся в справочниках [11].

Казалось бы, что условие безопасной и долговечной работы конструкции следует формулировать так: действительные напряжения должны быть меньше предельно опасных напряжений или, в крайнем случае, равны им.

Однако нельзя допустить, чтобы конструкции работали при предельных напряжениях или при напряжениях, весьма близких к

ним, так как в этом случае даже малейшее увеличение действительных напряжений, вызванное случайными причинами, может привести к опасным пластическим деформациям или к разрушению. Поэтому в расчетах ориентируются на более безопасную величину максимальных действительных напряжений - на **допускаемые напряжения**, которые меньше предельно опасных в определенное число раз. Это число называют **нормативным коэффициентом запаса прочности**.

Выбор нормативного коэффициента запаса прочности чрезвычайно сложен и должен учитывать большое число факторов (свойства материала, характер нагрузки, степень ответственности детали и др.). В случае приближенных расчетов поступают проще: допускаемые напряжения выбирают по таблицам в справочниках.

Таким образом, окончательно **условие прочности конструкции** будет таким: действительные напряжения должны быть меньше допускаемых напряжений или равны им.

В целом вопрос о прочности конструкции очень сложный, а главное, комплексный. В нем фиксируется итог работы проектировщиков, технологов, испытателей и теоретиков. Окончательно надежность конструкции определяется в результате длительных испытаний на этапе доводки.

#### 5.3.4. Расчеты на прочность

Ниже рассмотрены некоторые случаи расчетов на прочность.

##### 1. Растяжение, сжатие и смятие

Начнем с рассмотрения простейшего случая - **растяжение или сжатие призматического стержня**.

Если представить себе в таком брусе воображаемые продольные волокна материала, то ясно, что все они удлиняются (или укорачиваются), причем, очевидно, удлинения (или укорочения) всех волокон будут одинаковы. Иначе говоря, материал в любой точке поперечного сечения будет деформироваться одинаково. Следовательно, и внутренние силы упругости также во всех точ-

ках будут одинаковы. Это означает, что и напряжения во всех точках будут одинаковые.

Очевидно, что при таком равномерном распределении внутренних сил по сечению величину действительных нормальных напряжений можно получить, разделив равнодействующую  $P$  внутренних сил (продольную силу) на площадь  $F$  поперечного сечения бруса, т. е.

$$\sigma = \frac{P}{F}. \quad (5.1)$$

Для того чтобы получить полную картину работы растянутого или сжатого элемента, необходимо иметь возможность вычислить, как будут меняться его размеры.

Соответствующие законы можно получить лишь на основании опытов с растяжением и сжатием образцов изучаемого материала; эти же опыты дают возможность изучать и прочность материала, определять его предел прочности и другие характеристики.

Опыты приводят к заключению, что пока нагрузка на образец не достигла известного предела, удлинение прямо пропорционально продольной силе и длине образца  $l$  и обратно пропорционально площади поперечного сечения  $F$ . Обозначая  $\Delta l$  приращение длины образца от продольной силы, можем записать формулу, связывающую между собой эти опытные данные:

$$\mu = \frac{\epsilon_l}{\epsilon}, \quad (5.2)$$

где  $E$  - коэффициент пропорциональности, различный для разных материалов.

Величина  $\Delta l$  называется абсолютным удлинением стержня.

Формула (5.2) носит название закона Гука, по имени английского ученого, впервые открывшего этот закон пропорциональности в 1660 г.

Зависимость можно представить в ином виде. Разделим обе части этой формулы на первоначальную длину стержня  $l$ :

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{P}{EF},$$

где отношение  $\frac{\Delta l}{l}$  - абсолютного удлинения к первоначальной длине - называется относительным удлинением  $\varepsilon$ , т.е.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}. \quad (5.3)$$

Величина  $\varepsilon$  - или безразмерный параметр, или выражается в процентах.

Подставив в предыдущую формулу вместо  $\frac{\Delta l}{l}$  величину  $\varepsilon$ , а вместо  $\frac{P}{F}$  - величину нормального напряжения  $\sigma$ , получаем иное выражение закона Гука:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (5.4)$$

или

$$\sigma = \varepsilon E. \quad (5.5)$$

Таким образом, нормальное напряжение при растяжении или сжатии прямо пропорционально относительному удлинению или укорочению стержня.

Коэффициент пропорциональности  $E$ , связывающий нормальное напряжение и относительное удлинение, называется **модулем упругости** при растяжении материала. Чем больше эта величина, тем менее растягивается стержень при прочих равных условиях (длине, площади, силе). Таким образом, физически модуль  $E$  характеризует сопротивляемость материала упругой деформации при растяжении.

Величина модуля упругости материала  $E$  даже для одного и того же материала не является постоянной, а несколько колеблется. Для некоторых материалов величина модуля оказывается одинаковой как при растяжении, так и при сжатии (сталь, медь), в других случаях - различной для каждой из этих деформаций. В обычных расчетах этой разницей пренебрегают и принимают для большинства материалов одно и то же значение  $E$  как при растя-

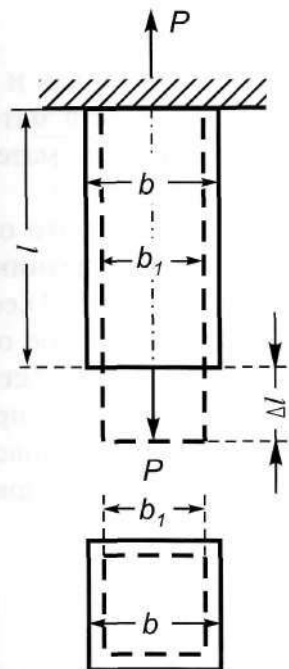


Рис. 5.33. Поперечные деформации стержня

жении, так и при сжатии. Средние величины модуля  $E$  для ряда материалов приведены в справочниках [11].

Из рассмотрения формулы (5.2) ясно, что чем больше ее знаменатель, тем менее растяжим (податлив) или, как говорят, тем более жесток стержень, поэтому знаменатель этой формулы, величина  $EF$ , называется жесткостью стержня при растяжении или сжатии. То есть жесткость при растяжении или сжатии зависит, с одной стороны, от материала стержня, характеризуемого величиной его модуля упругости  $E$ , а с другой стороны - от размеров поперечного сечения стержня, характеризуемых величиной площади его поперечного сечения  $F$ . Иногда бывает удобно пользоваться понятием относительной жесткости, которая равна  $\frac{EF}{l}$ , т.е. отношению жесткости к длине стержня.

Формулы (5.2) и (5.4) позволяют определить удлинения и укорочения, которые получает тот или иной стержень конструкции при растяжении или сжатии. И наоборот, зная эти удлинения, размеры и материал стержня, можно вычислить нормальные напряжения, которые в нем возникают.

Таким образом, для вычисления напряжений мы имеем два пути: если известны внешние силы, растягивающие или сжимающие стержень, то напряжение вычисляется по формуле (5.1), если же внешние силы неизвестны, а можно измерить удлинение стержня, то напряжение определяется формулой (5.5).

Стержни, работающие на растяжение или сжатие, помимо продольных деформаций испытывают и поперечные (рис.5.33).

Как показывает опыт, при растяжении бруска длина его увеличивается на величину  $\Delta l$ , ширина же уменьшается на величину  $\Delta b = b - b_1$ . Относительная поперечная деформация

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta b}{b}$$

При сжатии бруска продольной деформацией является укорочение, поперечной - удлинение. Опыты показывают, что для большинства материалов  $\varepsilon_1$  в 3...4 раза меньше, чем  $\varepsilon$ .

Абсолютная величина отношения относительной поперечной деформации  $\varepsilon_1$  к относительной продольной  $\varepsilon$

**Формулы для проверочных  
и проектных расчетов в случае  
растяжения, сжатия и смятия**

При проверочном расчете надо определить действительные напряжения и сравнить их с допускаемыми. Прочность будет обеспечена, если действительные напряжения не превысят допускаемых. Математически это записывается так:

$$\text{при растяжении } \sigma_p = \frac{P}{F} \leq [\sigma_p];$$

$$\text{при сжатии } \sigma_c = \frac{P}{F} \leq [\sigma_c];$$

$$\text{при смятии } \sigma_{см} = \frac{P}{F} \leq [\sigma_{см}].$$

При проектном расчете требуется определить размеры поперечного сечения детали. В этом случае расчет ведется в предположении, что действительные напряжения будут равны допускаемым (или несколько меньше допускаемых). Следовательно, при растяжении

$$\frac{P}{F} \leq [\sigma_p],$$

откуда

$$F \geq \frac{P}{[\sigma_p]}.$$

Аналогично, при сжатии

$$F \geq \frac{P}{[\sigma_c]}.$$

и при смятии

$$F \geq \frac{P}{[\sigma_{см}]}.$$

называется коэффициентом поперечной деформации, или коэффициентом Пуассона  $\mu$ :

$$\mu = \frac{\varepsilon_{\perp}}{\varepsilon}.$$

Коэффициент поперечной деформации, так же как и модуль упругости, является характеристикой упругих свойств материала. Значения коэффициента Пуассона для различных материалов также приведены в справочниках [11].

Особенностью деформации сжатия является то, что оно может сопровождаться деформацией смятия. Смятие возникает на опорной поверхности  $a-b$  контактирующих тел (рис. 5.34), если одно из них нажимает на другое. Именно в этом основное отличие смятия от сжатия: сжатие происходит во внутренних сечениях материала, а смятие - на его поверхности. Возникающие при смятии нормальные напряжения во всех точках опорной поверхности одинаковы. Поэтому величина действительных напряжений смятия

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F},$$

где  $P$  - равнодействующая внешних сил, приложенных к опорной поверхности контактирующих тел;  $F$  - площадь опорной поверхности контакта тел.

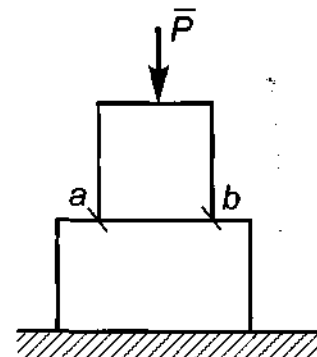
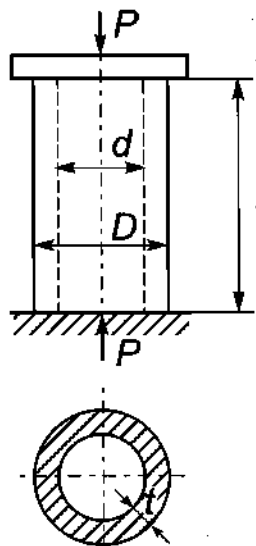


Рис. 5.34. Деформация смятия

**Пример.**

Трубчатая чугунная колонна с наружным диаметром  $D=25$  см сжата силой  $P=10^6$  Н. Допускаемое напряжение на сжатие  $[\sigma]=30$  МПа. Длина колонны  $l=5$  м. Найти толщину стенок  $t$  и абсолютное укорочение колонны  $\Delta l$  (рис.).

Для чугуна  $E=1,2 \cdot 10^5$  МПа.



**Решение.**

1. Величина рабочей площади колонны (заштрихованное кольцо)

$$F \geq \frac{P}{[\sigma]} = \frac{10^6}{30 \cdot 10^6} = 0,033 \text{ м}^2.$$

2. Площадь кольца

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2),$$

где  $d$  - внутренний диаметр колонны.

Тогда

$$d = \sqrt{D^2 - \frac{4F}{\pi}}, \quad d = \sqrt{0,25^2 - \frac{4 \cdot 0,033}{3,14}} = 0,142 \text{ м}.$$

3. Толщина стенок

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{0,25 - 0,142}{2} = 0,054 \text{ м} \approx 0,055 \text{ м}.$$

4. Абсолютная величина укорочения колонны определяется по формуле:

$$\Delta l = \frac{Pl}{EF}, \quad \Delta l = \frac{10^6 \cdot 5}{1,2 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0,033} = 0,00125 \text{ м}.$$

Полученное укорочение оказывается весьма малым по сравнению с длиной колонны. Может показаться, что такие изменения размеров конструкции не имеют практического значения. Однако это не так. Небольшие изменения длины колонны под нагрузкой могут вызвать значительные изменения длины колонны под нагрузкой, поддерживаемых этой колонной.



### Формулы для проверочных и проектных расчетов в случае сдвига (среза)

Расчет на прочность при сдвиге ничем не отличается от расчета на прочность при растяжении (сжатии). Так, при проектном расчете

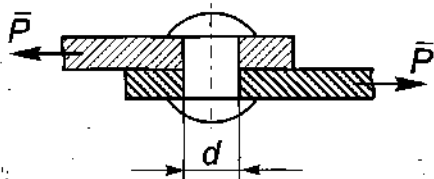
$$\frac{Q}{F} \leq [\tau_{cp}],$$

откуда

$$F \geq \frac{Q}{[\tau_{cp}]}.$$

При проверочном расчете

$$\tau_{cp} = \frac{Q}{F} \leq [\tau_{cp}].$$



## 2. Сдвиг

На практике целый ряд деталей и элементов конструкций работает в таких условиях, что внешние силы стремятся их разрушить именно путем сдвига.

Простейшими примерами подобных деталей являются болтовые и заклепочные соединения. Характерным примером сдвига является резание материала ножницами.

Величина действительных напряжений в случае сдвига определяется делением равнодействующей  $Q$  внутренних (поперечных) сил на площадь  $F$  поперечного сечения бруса. Так как вектор напряжения расположен в плоскости сечения, то возникает касательное напряжение  $\tau$ , т.е.

$$\tau_{cp} = \frac{Q}{F}.$$

Как и при растяжении (или сжатии), при сдвиге справедлив закон Гука - в зоне упругости напряжения прямо пропорциональны относительным деформациям.

### Пример.

Два листа соединены заклепкой. На соединение действуют силы  $P=5$  кН. Определить, достаточно ли прочность заклепки, если ее диаметр  $d=15$  мм, а  $[\tau_{cp}]=50$  МПа (рис.).

### Решение.

1. Определим внешние силы, действующие на заклепку. Силы  $P$  действуют в параллельных плоскостях на очень малом расстоянии друг от друга и направлены в противоположные стороны.

2. Определим внутренние силы, действующие в заклепке. Единственным сечением заклепки, в котором возможна деформация (исключая деформацию смятия на боковых поверхностях), является сечение, совпадающее со стыком листов. Применяв метод сечения, выясняем, что равнодействующая внутренних сил  $Q=P$ , а сами силы ориентированы так, что появляются касательные напряжения сдвига.

3. Прочность заклепки будет достаточной, если возникающие в ней действительные напряжения сдвига не превысят допустимых.

Действительные напряжения

$$\tau_{cp} = \frac{P}{F}; \quad F = \frac{\pi d^2}{4}; \quad \tau_{cp} = \frac{5000 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,015^2} = 27,78 \text{ МПа}.$$

Так как  $\tau_{cp} < [\tau_{cp}]$ , то прочность заклепки достаточна.

### 3. Кручение

С кручением на практике приходится встречаться очень часто: трансмиссионные валы, элементы пространственных конструкций и даже обыкновенный замочный ключ.

Рассмотрим задачу о скручивании валов круглого поперечного сечения.

Деформация кручения возникает при действии на брус нагрузок, создающих противоположные пары сил в плоскостях, перпендикулярных продольной оси бруса. Момент сил, скручивающих вал, называется крутящим моментом.

Можно представить себе такую картину: брус сложен из множества тончайших дисков. При повороте каждого диска на стыке с соседним происходят перемещения точек в плоскостях, перпендикулярных оси бруса. Отсюда вывод - при кручении бруса в каждом сечении происходит деформация сдвига и возникают касательные напряжения. Однако если при обычном сдвиге все точки деформируемого сечения прямолинейно смещались на равные расстояния, то при кручении материал в разных точках, находящихся на разных расстояниях от оси бруса, испытывает разную деформацию.

Чем дальше точка удалена от оси, тем больше перемещение по дуге. Но так как величина напряжений прямо пропорциональна относительной деформации (по закону Гука), то очевидно, что и напряжения в различных точках одного и того же сечения будут различны и пропорциональны расстоянию точки от центра сечения (его называют полюсом). В точке сечения, совпадающей с полюсом, напряжение равно нулю. Наибольшие напряжения  $\tau_{\max}$  будут в наиболее удаленных точках, расположенных на поверхности бруса. Таким образом, первое отличие деформации кручения от деформации сдвига заключается в различных законах распределения напряжений по сечению.

При сдвиге действительные напряжения определялись делением равнодействующей внутренних сил упругости на площадь поперечного сечения (аналогично для растяжения, сжатия и смятия). Для определения действительных напряжений при кручении так поступать нельзя - изменился внутренний силовой фактор

(вместо силы - момент) и уже не тот закон распределения напряжений по сечению (вместо равномерного - неравномерное). Вывод расчетной формулы для определения действительных напряжений в опасных точках сечения скручиваемого бруса, т.е. для определения  $\tau_{\max}$ , достаточно сложен и требует большого числа математических преобразований.

Соответствующие приведенным рассуждениям математические преобразования (при условии, что брус имел круглое поперечное сечение с диаметром  $d$ ) приводят к следующей формуле:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\kappa}}{W_p},$$

где  $W_p = \frac{\pi d^3}{16}$  полярный момент сопротивления сечения кручению, м<sup>3</sup>.

Для практических расчетов можно принять, что

$$\frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3.$$

Величина  $W_p$  характеризует способность круглого поперечного сечения заданных размеров сопротивляться деформации кручения.

Далее рассмотрим определение деформаций при кручении.

При скручивании цилиндрического стержня с круглым поперечным сечением парами сил  $M_{\kappa}$ , приложенных по его концам, деформация состоит в повороте сечений стержня относительно неподвижного опорного сечения.

Для сечения на расстоянии  $x$  от опорного сечения этот угол поворота, называемый **углом закручивания**, обозначим  $\varphi$ .

При длине стержня  $l$  наибольший угол закручивания будет между крайними сечениями (при  $x=l$ ):

$$\varphi = \frac{M_{\kappa} l}{GJ_p},$$

где  $G$  - модуль упругости при сдвиге ( $\frac{E}{2(1+\mu)}$ );  $J_p$  - момент инерции.

### Формулы для проверочных и проектных расчетов в случае кручения

Типовой деталью, испытывающей деформацию кручения, является вал. При **проектном расчете** его на прочность надо по крутящему моменту и допускаемому напряжению определить необходимый диаметр вала. Исходной является зависимость, в которой, как обычно, в качестве максимальных действительных напряжений используются допускаемые напряжения. Таким образом,

$$\frac{M_K}{0,2d^3} \leq [\tau_K], \text{ откуда } d \geq \sqrt[3]{\frac{M_K}{0,2[\tau_K]}}.$$

Так как для валов многих машин бывает известен не момент, а передаваемая мощность  $N$  (Вт) и угловая скорость  $\omega$  (1/с) вала или частота вращения  $n$  (об/мин), то прежде всего определяют вращающий (скручивающий) момент (Нм):

$$M = \frac{N}{\omega}.$$

Для вычисления крутящих моментов необходимо знать моменты, передаваемые на вал. Эти моменты можно определить, если известны число оборотов вала и передаваемая мощность.

Если дана величина  $n$ , то

$$M = \frac{N}{2\pi n}.$$

При **проверочном расчете**, как и в случаях других деформаций, определяют действительные напряжения и сравнивают с допускаемыми

$$\tau_K = \frac{M_K}{0,2d^3} \leq [\tau_K]. \quad (5.7)$$

Физический смысл величины  $J_p = (\pi r^4)/2$  заключается в следующем. Как видно из формулы, величина угла закручивания  $\phi$  тем меньше (при данном  $M_K$ ), чем больше произведение  $GJ_p$ , так называемая жесткость при кручении. Таким образом,  $J_p$  отражает влияние размеров поперечного сечения на деформируемость стержня при кручении.

Умение вычислить угол закручивания необходимо для проверки жесткости вала.

Практикой выработаны высшие допустимые пределы для угла  $\phi$ , которые нельзя переходить, чтобы не получить нарушения работы машины. Эти пределы таковы: в обычных условиях  $[\phi] = 0,3^\circ$  на каждый метр длины вала; при переменных нагрузках  $[\phi] = 0,25^\circ$ ; для внезапно (с ударом) меняющихся нагрузок  $[\phi] = 0,15^\circ$ . Иногда для обычных условий принимают  $[\phi] = 1^\circ$  на длину, равную 20 диаметров вала.

Таким образом, размеры вала следует определять не только из условия прочности, но и из условия жесткости:

$$\phi = \frac{M_K l}{GJ_p} \leq [\phi]. \quad (5.6)$$

Это условие часто выдвигается на первое место при длинных валах.

### Примеры.

1. Найти диаметр стального вала, передающего мощность  $N=200$  л.с. при  $n=60$  об/мин. Допускаемое касательное напряжение  $[\tau_K]=40$  МПа.

#### Решение.

1 л.с. = 735,5 Вт.

Согласно формуле (5.7)

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_K}{0,2[\tau_K]}}; \quad M_K = \frac{N}{\omega}; \quad \omega = 2\pi n.$$

2. Проверить величину угла закручивания вала диаметром 0,13 м на длине  $l=1$  м, если вал передает мощность  $N=150$  л.с. при  $n=60$  об/мин. Модуль упругости  $G=8 \cdot 10^4$  МПа.

**Решение.**

По формуле (5.6) получаем

$$\varphi = \frac{M_k \cdot l}{G \cdot J_p} ; \quad M_k = \frac{N}{2\pi n} ; \quad J_p = \frac{\pi r^4}{2} ; \quad \varphi = \frac{N \cdot l}{\pi^2 r^4 G n} ;$$

$$\varphi = \frac{110,325 \cdot 10^3 \cdot 1}{3,14^2 \cdot \left(\frac{0,13}{2}\right)^4 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 1} = 0,0078 \text{ рад} \approx 0,45^\circ$$

$$(1^\circ = 0,01745 \text{ рад}).$$

Полученное значение угла закручивая превышает допустимую норму  $0,3^\circ$  на 1 м.

Чтобы соблюсти условие жесткости, следует определить радиус вала из неравенства

$$\frac{M_k \cdot l}{G J_p} \leq [\varphi], \text{ или } J_p = \frac{\pi r^4}{2} \geq \frac{M_k l}{G [\varphi]},$$

откуда

$$r \geq \sqrt[4]{\frac{N l}{\pi^2 n G [\varphi]}} \geq \sqrt[4]{\frac{110,325 \cdot 10^3 \cdot 1}{3,14^2 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 0,0052}} = 0,072 \text{ м}.$$

Диаметр

$$d \geq 0,144 \text{ м}.$$

#### 4. Изгиб

Если брус находится под действием двух пар сил, расположенных в плоскости его продольной оси, то возникает деформация изгиба. Представим себе в таком брус продольные волокна. При деформации изгиба волокна в одной зоне удлиняются, в другой - укорачиваются (рис. 5.35).

Брус, испытывающий деформацию изгиба, обычно называют балкой.

Балки являются наиболее часто встречающимися элементами сооружений и машин, принимающими давление от других элементов конструкции и передающими их тем частям, которые поддерживают балку.

Таким образом, на балку действуют приложенные силы и реакции опор. Для решения задачи сопротивления материалов необходимо знать и те и другие.



Рис. 5.35. Схема деформации при чистом изгибе

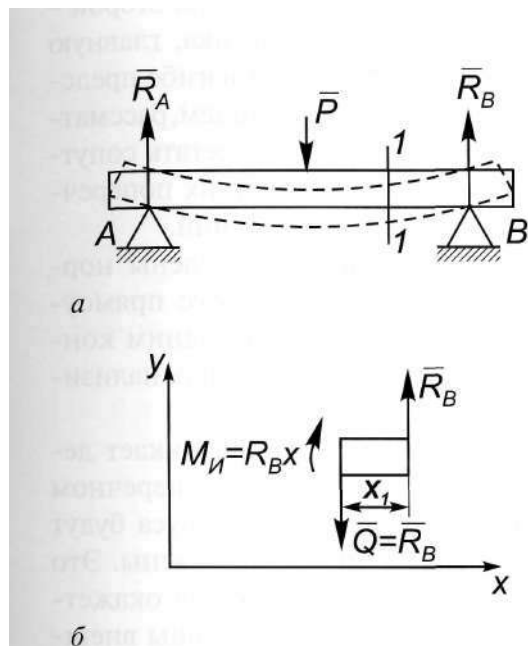


Рис. 5.36. Схема изгиба двухопорной балки (а) и метод сечения для определения сил, действующих на балку (б)

Между зонами растяжения и сжатия располагается нейтральный слой, волокна которого не подвергаются деформации и сохраняют свою длину неизменной.

Чем дальше волокна расположены от нейтрального слоя, тем большую деформацию они испытывают. Отсюда можно сделать вывод, что при изгибе в поперечных сечениях бруса под действием внутренних сил возникают нормальные напряжения растяжения и сжатия. Наибольшие напряжения будут в точках, наиболее удаленных от нейтральной оси  $z-z$ . Нейтральной осью называется прямая, по которой поперечное сечение пересекается с нейтральным слоем. Наибольшие напряжения в зоне растяжения обозначаются  $+\sigma_{\max}$ , а в зоне сжатия  $-\sigma_{\max}$ , т.е. знаком «плюс» обозначают напряжения растяжения, а знаком «минус» - напряжения сжатия. В точках, расположенных на нейтральной оси, напряжения равны нулю.

Мы рассмотрели случай чистого изгиба, когда брус находится под действием пар сил. Но изгиб может возникнуть и при ином нагружении бруса, например, под действием силы и реакций опор, перпендикулярных оси балки (рис. 5.36, а).

В этом случае характер деформирования более сложный и носит название **поперечного изгиба**. Для определения внутренних силовых факторов здесь применим метод сечений. Рассмотрим любое сечение, например 1-1. Рассечем брус, отбросим левую часть и рассмотрим равновесие оставшейся правой части (рис. 5.36, б). Для общего случая равновесия тел требуется соблюдение трех условий. Первое условие - равенство нулю суммы сил, направленных параллельно одной из осей (ось  $y$ ), - дает  $Q = R_B$ . Второе условие - равенство нулю суммы сил, направленных параллельно другой оси (оси  $x$ ), - соблюдается тождественно, так как обе силы и внешняя, и равнодействующая внутренних сил направлены перпендикулярно этой оси. Однако для равновесия отсеченной части этого недостаточно, так как силы  $Q$  и  $R_B$  образуют пару сил с плечом  $x_1$ . Соблюдение третьего условия - равенство нулю суммы моментов всех сил - подсказывает нам, что в сечении должны дополнительно действовать внутренние силы, приводящие к образованию уравновешивающей пары сил, т.е. изгибающего момента  $M_{II} = R_B x_1$ . Таким образом, окончательно выясняется, что в сечении

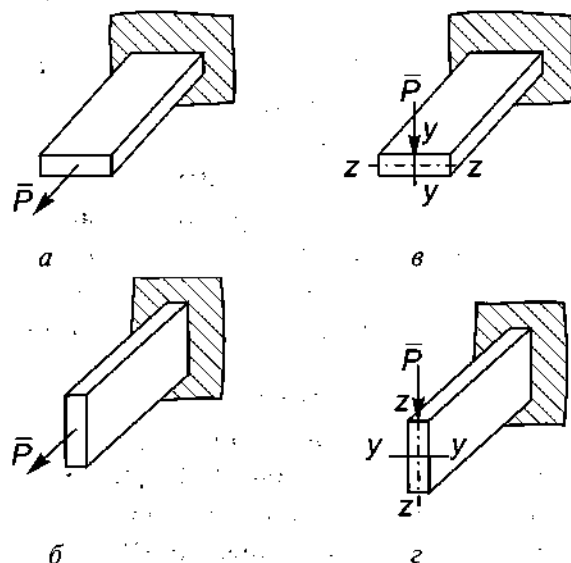


Рис. 5.37. Схемы растяжения (а,б) и изгиба (в,г) бруса при его различной ориентации

действуют следующие внутренние силовые факторы: поперечная сила и изгибающий момент.

Первый фактор есть следствие деформации сдвига, а второй — следствие деформации изгиба. Как показала практика, главную опасность для прочности материала при поперечном изгибе представляют нормальные напряжения, поэтому в дальнейшем, рассматривая подобные случаи нагружения, мы будем пренебрегать сопутствующим явлением сдвига, т.е. не учитывать внутренних поперечных сил и соответствующих им касательных напряжений.

Для того чтобы понять каким образом распределены нормальные напряжения при изгибе, представим себе брус прямоугольного сечения площадью  $F$ , жестко закрепленный одним концом и нагруженный так, как показано на рис. 5.37, а. Проанализируем напряженное состояние.

Не подлежит сомнению, что в данном случае возникает деформация растяжения и что в любом нормальном поперечном сечении между свободным и закрепленным концами бруса будут одинаковые напряжения, т.е. что все сечения равноопасны. Это можно точно установить, применяя метод сечений. Тогда окажется, что в любом сечении внутренние силы упругости равны внешней силе  $P$ . Во всех точках сечений напряжения одинаковы (ведь внутренние силы при растяжении распределены по сечению равномерно) и равны:

$$\sigma_p = \frac{P}{F}.$$

Изменим положение бруса в пространстве (рис. 5.37, б) и снова проанализируем напряженное состояние. Окажется, что все выводы, приведенные выше, остались справедливыми.

Теперь снова рассмотрим эти два бруса, однако силу приложим по-иному (рис. 5.37, в). Нетрудно представить, что в этих случаях брус (будем, как условились, называть его теперь балкой) испытывает деформацию изгиба. Будут ли все сечения равноопасны, как это имело место при растяжении? Опыт подсказывает, что нет. Возможные разрушения балок могут произойти прежде всего в сечении, совпадающем с заделкой. Чем же такое сечение отличается от всех остальных? Очевидно, тем, что момент, создаваемый

силой  $P$  (изгибающий момент), в этом сечении будет наибольшим. Ведь величина момента зависит не только от величины силы  $P$ , но и от плеча силы, и именно для сечений, совпадающих с заделкой, плечо наибольшее. Величину этого момента можно установить, применив метод сечений.

Таким образом, первое отличие деформации изгиба от деформации растяжения при рассмотренных случаях нагружения заключается в следующем: при изгибе есть опасное сечение, а при растяжении все сечения равноопасны.

Продолжим наш анализ. Одинаковы ли напряженные состояния балок, изображенных на рис. 5.37, в и 5.37, г? Опыт подсказывает, что балка, показанная на рис. 5.37, г, лучше сопротивляется деформации, несмотря на то, что размеры поперечных сечений в обоих случаях одинаковы. Чем отличается положение балок? Лишь тем, что в первом случае материал в сечении ближе расположен к нейтральной оси (ось  $z-z$ ), а во втором - дальше (ось  $y-y$ ). Ранее мы уже отмечали, что чем дальше от нейтрального слоя расположены в балке волокна, тем больше они деформируются, а значит, и тем большее сопротивление деформации оказывают. В этом второе отличие деформации изгиба от деформации растяжения: сопротивление деформации зависит не только от размеров поперечного сечения бруса, но и от ориентации его по отношению к изгибающей силе. В обоих случаях сечения представляют собой прямоугольник, однако в одном случае он имеет большое основание и малую высоту, а во втором - наоборот.

Следовательно, поскольку основное сопротивление изгибу оказывают периферийные слои материала (или, как говорят, «работают на изгиб»), целесообразно при изгибе применять брусья с сечениями, в которых материал расположен дальше от нейтральной оси. Так, при одной и той же площади поперечного сечения в качестве балки целесообразнее применять трубу, чем сплошной материал, ведь наружный диаметр трубы окажется больше диаметра сплошного материала.

Наиболее выгодными профилями являются двутавры и швеллеры (рис. 5.38, а, б), у которых основная часть материала отнесена на значительное расстояние от нейтральной оси.

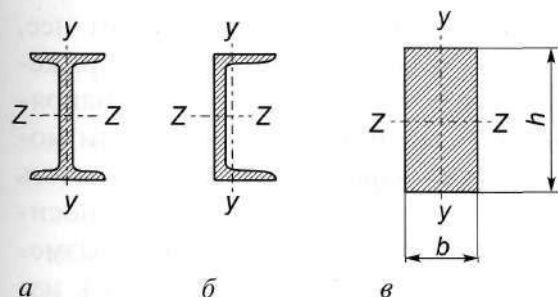


Рис. 5.38. Типовые профили балок:  
а - двутавр, б - швеллер,  
в - прямоугольник



### Формулы для проектных расчетов в случае изгиба

При проектном расчете требуется определить минимальные размеры опасного поперечного сечения, которые обеспечат при заданной нагрузке необходимую прочность. Изгибающий момент в опасном сечении и материал балки (следовательно, допускаемые напряжения тоже) известны. Как и в случае других деформаций, расчет ведут в предположении, что максимальные действительные напряжения будут равны или несколько меньше допускаемых, т.е.

$$\frac{M_u}{W} \leq [\sigma_u], \text{ откуда } W \geq \frac{M_u}{[\sigma_u]}.$$

Затем в зависимости от предполагаемой формы поперечного сечения балки определяют его необходимые размеры. Например, если сечение балки круглое, то  $W = 0,1 d^3$ , откуда находится искомый диаметр  $d$ .

Несколько сложнее определить размеры прямоугольного сечения балки. В этом случае необходимо знать ориентацию сечения по отношению к действующему моменту, т.е. надо знать положение нейтральной оси. Знание положения нейтральной оси позволит из двух зависимостей для  $W_z$  и  $W_y$  выбрать необходимую. Однако определить величины  $b$  и  $h$  можно будет лишь при условии, если известно отношение  $b/h$ . Если сечение представляет собой стандартный профиль (двутавр, швеллер), то по полученной в расчете величине  $W$  из справочных таблиц подбирают номер соответствующего профиля. Причем табличное значение  $W_{\text{табл}}$  должно быть больше расчетной величины  $W$  или равно ей.

Как и при изучении деформации кручения, мы не будем выводить формулу для определения максимальных действительных напряжений изгиба, поскольку это сделать достаточно сложно. Покажем лишь последовательность рассуждений, которые сопровождают этот вывод при использовании метода сечений.

Вначале определяется величина относительной деформации (растяжения или сжатия) в произвольной точке интересующего нас сечения изогнутой балки. Затем по закону Гука рассчитывается напряжение в той же точке. Так как напряжение, по существу, представляет собой элементарную нормальную внутреннюю силу, то следующим этапом является определение элементарного внутреннего изгибающего момента этой силы относительно нейтральной оси.

Вслед за этим найденные для различных точек элементарные внутренние моменты суммируются по всей площади, и эта сумма, т.е. внутренний изгибающий момент, приравняется внешнему изгибающему моменту. В результате соответствующих этим рассуждениям математических преобразований формула для определения максимальных напряжений изгиба приобретает такой вид:

$$\sigma_{\text{н max}} = \pm \frac{M_u}{W}.$$

Знаки « $\pm$ » означают, что в точках, наиболее удаленных от нейтральной оси, но расположенных по разные стороны от нее, будут различные по характеру деформации нормальные напряжения: в одном случае - напряжения растяжения, в другом - напряжения сжатия. Величина, обозначаемая  $W$ , называется осевым моментом сопротивления изгибу. Она характеризует способность поперечного сечения сопротивляться деформации изгиба относительно нейтральной оси. Величина  $W$  зависит от формы и размеров поперечного сечения и его ориентации по отношению к изгибающему моменту, для чего к  $W$  добавляют индекс, соответствующий обозначению нейтральной оси, например,  $W_z$  или  $W_y$ , (в  $\text{м}^3$ ,  $\text{см}^3$ ,  $\text{мм}^3$ ).

### Формулы для проверочных расчетов в случае изгиба

При проверочном расчете определяют максимальные действительные напряжения, т.е. напряжения в наиболее опасных точках опасного сечения, и сравнивают их с допускаемыми. В этом случае предварительно находят изгибающий момент в опасном сечении и допускаемые напряжения:

$$\sigma_{u \max} = \frac{M_u}{W} \leq [\sigma_u].$$

Для квадратного сечения со стороной  $a$

$$W_z = W_y = \frac{a^3}{6};$$

для прямоугольного сечения (рис. 5.38, в)

$$W_z = \frac{bh^2}{6}, \quad W_y = \frac{hb^2}{6};$$

для круглого сечения

$$W_z = W_y \cong 0,1d^3$$

Для сложных сечений типа двутавров и швеллеров осевые моменты сопротивления изгибу приводятся в справочниках [11].

### Определение опасного сечения при изгибе

Выше отмечалось, что одно из отличий деформации изгиба от деформации растяжения (при рассмотренных нами случаях нагружения) - наличие опасного сечения, т.е. сечения, в котором действует максимальный изгибающий момент. Очевидно, надо научиться определять положение опасного сечения балки и изгибающий момент в этом сечении.

Мы уже анализировали простейший случай нагружения балки (см. рис. 5.37) и нашли положение опасного сечения, опираясь лишь на опыт. Снова вернемся к этому случаю и приведем более строгие доказательства. Балку теперь изобразим упрощенно (рис. 5.39, а). Для определения внутренних силовых факторов воспользуемся методом сечений. Так как этот метод применим лишь к свободному телу, то будем рассматривать равновесие отсеченной правой части (рис. 5.39, б). В сечении 1 будут действовать поперечная сила  $Q = P$  и изгибающий момент  $M_u = Px_1$ . Рассмотрим теперь сечение 2 (рис. 5.39, в). В нем будет действовать та же сила  $Q$ , но момент будет другой -  $Px_2$ . Аналогичные результаты получим и для других сечений. Мы уже условились, что поперечными силами и вызванными ими касательными напряжениями сдвига будем пренебрегать. Все внимание сосредоточим на изгибающем моменте, величина которого, как это ясно из предыдущих рассуждений, изменяется по длине балки по линейному закону - пропорционально отрезкам  $x_1$ ,  $x_2$  и т.д.

Этот закон можно изобразить графически - построить так называемую **эпюру (график изменения) моментов**. Выбрав масштаб для единицы момента, откладываем от осевой линии эпюры (рис. 5.39, г) ординату, соответствующую величине наибольшего момента -  $Pl$  (условимся момент считать положительным, если он прогибает балку выпуклостью вниз; следовательно, в данном случае момент отрицательный).

Вторая точка для построения графика соответствует свободному кон-

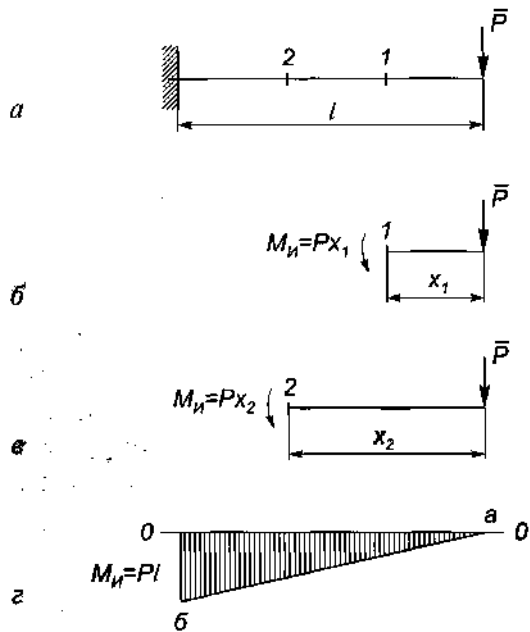


Рис. 5.39. Построение эпюры изгибающих моментов для одноопорной (консольной) балки:

а - схема действия внешней силы;

б, в - равновесие отсеченных частей;

г - эпюра изгибающих моментов

цу балки. В этом сечении момент равен нулю. Соединив точки а ж б, получим график изменения изгибающего момента по длине балки, т.е. эпюру моментов. Промежуточные между точками а и б ординаты соответствуют моментам в соответствующих сечениях. Итак, для данного случая получили, что опасное сечение - в заделке, а изгибающий момент в нем равен  $PL$ .

Разберем более сложный случай, когда балка двухопорная и нагружена силой в середине пролета (рис. 5.40, а). Здесь сразу нельзя применить метод сечений, так как по любую сторону от сечения оказывается несвободная часть балки со связями. В подобных случаях надо вначале отбросить опоры и заменить их реакциями (рис. 5.40, б). Каждая из реакций равна  $P/2$ .

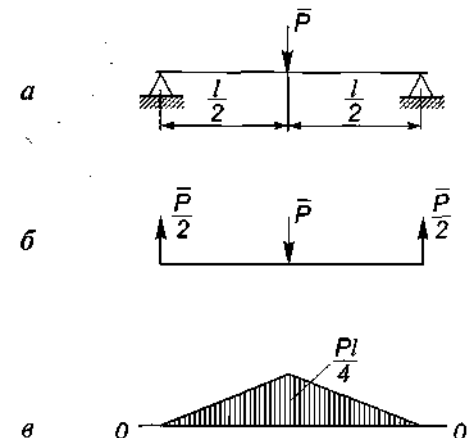
Применяя многократно метод сечений, вначале рассмотрим равновесие отсеченных частей балки, расположенных правее любого из сечений, проведенных на участке от правого конца балки до середины пролета. Результат очевиден: если на конце балки момент равен нулю, то к середине пролета он возрастает до значения  $(P/2) \cdot (l/2)$ , т.е.  $Pl/4$ . Затем точно также рассмотрим равновесие отсеченных частей балки, расположенных левее любого из сечений, проведенных на участке от левого конца балки до середины пролета. Результаты будут аналогичными. Выбрав масштаб единицы момента и установив, что изгибающий момент положителен, отложим вверх по оси ординату  $Pl/4$  и построим эпюру  $M_y$  (рис. 5.40, в). По эпюре видно, что в данном случае опасное сечение находится в середине пролета, а момент  $M_y$  в опасном сечении равен  $Pl/4$ . Именно эту величину надо будет подставить в расчетное уравнение при проектном или проверочном расчете балки на изгиб.

Рис. 5.40. Построение эпюры изгибающих моментов

для двухопорной балки:

а - схема действия внешней силы; б - равновесие балки под действием внешней силы и опорных реакций;

в - эпюра изгибающих моментов



### Продольный изгиб

Рассматривая деформацию сжатия, мы отмечали, что она возникает при действии на брус сил, направленных по его продольной оси навстречу друг другу, и что при этом поперечные размеры бруса мало отличаются от его продольных размеров.

Если поперечные размеры бруса будут во много раз меньше его длины (такой брус называют стержнем), то может возникнуть иное напряженное состояние. Вначале, когда силы невелики, стержень действительно подвергается сжатию и его ось будет оставаться прямолинейной. Однако, увеличивая силу, можно подойти к такому ее значению, которое выведет стержень из устойчивого положения - его ось станет криволинейной (рис. 5.41). Естественно, что работоспособность детали при этом будет нарушена. Деформация стержня, являющаяся следствием потери его устойчивости под действием сжимающих сил, называется продольным изгибом.

Сила, которая соответствует моменту перехода стержня из устойчивого положения в неустойчивое, называется критической силой, а напряжение сжатия, соответствующее этой критической силе, называется критическим напряжением.

Практика показывает, что это напряжение меньше обычного предельно опасного напряжения, ориентируясь на которое выбирают допускаемые напряжения при сжатии. Поэтому, чтобы расчет на прочность при сжатии одновременно гарантировал устойчивость, допускаемые напряжения на сжатие при таком нагружении стержней снижаются в зависимости от соотношения длины и поперечных размеров стержня и от способа закрепления его концов. Например, стержень, закрепленный, как показано на рис. 5.41, а, менее устойчив, чем стержень, показанный на рис. 5.41, б.

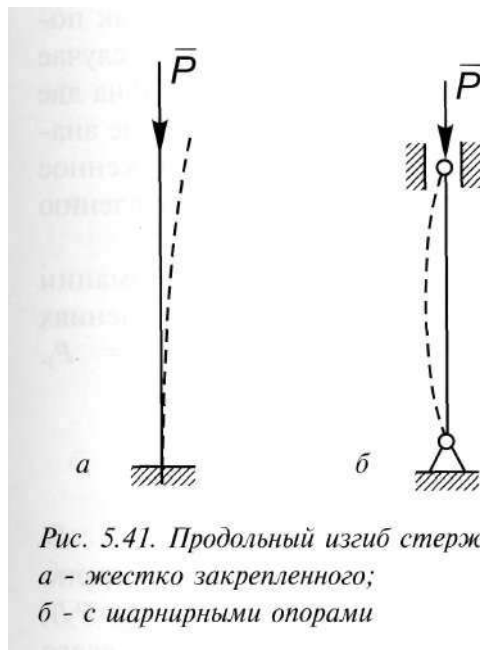


Рис. 5.41. Продольный изгиб стержней:  
а - жестко закрепленного;  
б - с шарнирными опорами

### 5. Сложное сопротивление

Мы рассматривали случаи простых деформаций: растяжение, сжатие, сдвиг, кручение, поперечный и продольный изгибы. Однако некоторые детали могут испытывать одновременно несколько простых деформаций - сложное сопротивление. Наиболее часто встречаются следующие комбинации простых деформаций: растяжение (сжатие) с изгибом и изгиб с кручением.

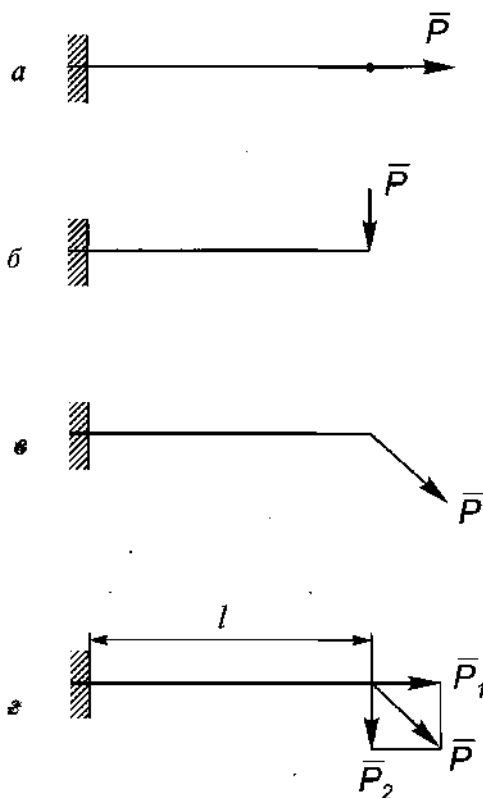


Рис. 5.42. Различные виды деформаций:  
 а - растяжение; б - поперечный изгиб;  
 в - сложная деформация;  
 г - сложная деформация как сумма двух  
 простых деформаций

### Растяжение с изгибом

Если брус нагружен так, как показано на рис. 5.42, а, то это обычная деформация растяжения. Если брус нагружен так, как показано на рис. 5.42, б (теперь это балка), то это обычная деформация поперечного изгиба. А если нагружение будет таким, как показано на рис. 5.42, в? Определить вид деформации в этом случае нетрудно, если предварительно разложить заданную силу  $P$  на две составляющие  $P_1$  и  $P_2$  (рис. 5.42, г). Тогда ясно, что нагружение аналогично сумме двух первых нагружений, а значит, и напряженное состояние будет соответствовать одновременному появлению напряжений растяжения и напряжений изгиба.

Проанализируем действие силы  $P_1$ . При деформации растяжения все сечения по длине бруса и все точки в сечениях равноопасны. Равнодействующая внутренних сил  $N = P_1$ . Величина напряжения

$$\sigma_p = \frac{P_1}{F},$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения бруса.

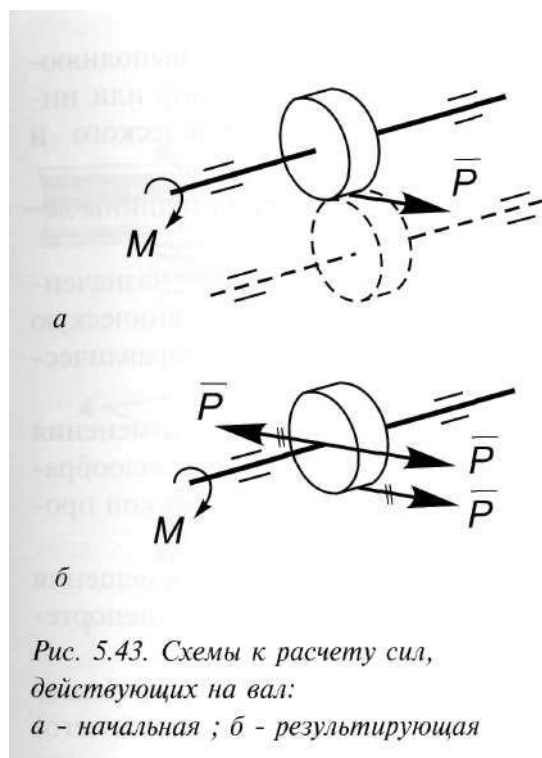
Проанализируем действие силы  $P_2$ . Здесь наиболее опасно сечение в заделке (там наибольший изгибающий момент  $M_u = P_2 l$ ), и в этом сечении наиболее опасны точки, дальше всего расположенные от нейтральной оси. Напряжение в этих точках

$$\sigma_{u \max} = \pm \frac{P_2 l}{W},$$

где  $P_2 l$  - изгибающий момент в заделке;  $W$  - осевой момент сопротивления сечения изгибу.

Нормальные напряжения  $\sigma_p$  и  $\sigma_{u \max}$  можно складывать алгебраически (они направлены по одной прямой). Очевидно, что в итоге наиболее опасным будет сечение в заделке, и в этом сечении наиболее опасными будут те точки, в которых напряжения суммируются, т. е. там, где у них будет одинаковый знак:

$$\sigma_{\text{сум}} = \frac{P_1}{F} + \frac{P_2 l}{W}.$$



### Изгиб с кручением

Этот вид сложной деформации встречается очень часто. Все валы, безусловно, испытывая деформацию кручения, вместе с тем подвергаются деформации изгиба под действием сил, передаваемых зубчатыми колесами, ремнями и другими подобными элементами различных передач. Проанализируем схему, показанную на рис. 5.43, а. На ней изображен вал с зубчатым колесом, которое находится в зацеплении с другим колесом. К валу приложен внешний вращающий момент  $M$ , под действием которого в зацеплении колес возникает сила, направленная по касательной к их начальным окружностям - окружная сила  $P$ .

Чтобы определить, какая деформация вала вызывается силой  $P$ , поступим так. Приложим в центре колеса (т.е. к валу) две равные и противоположно направленные силы  $P$  (рис. 5.43, б). Такое добавление уравновешенной системы сил (равнодействующая добавленной системы сил равна нулю) не изменит механического состояния тела и поэтому возможно. В результате получим эквивалентную систему, состоящую из трех сил. Две из них образуют пару сил, создающую скручивающий момент, а третья изгибает вал в горизонтальной плоскости.

В подобных случаях - совместного действия изгиба и кручения - нельзя (как это мы сделали при совместном действии изгиба и растяжения) алгебраически суммировать напряжения в опасных точках, так как векторы касательных напряжений кручения и нормальных напряжений изгиба направлены не по одной прямой, а под прямым углом. В таких случаях пользуются специальными теориями прочности, которые более подробно изучаются в курсе сопротивления материалов.

## 5.4. Основные сведения о машинах и механизмах

Механизмы широко используются во всех отраслях современной техники. Одни и те же типы механизмов, имеющие общие методы расчета и проектирования, применяют в машинах различных отраслей промышленности. Поэтому изучение механизмов

выделено в самостоятельную дисциплину, называемую «Теория механизмов и машин».

**Машиной** называется механическое устройство, выполняющее движения для преобразования энергии, материалов или информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека.

В зависимости от функционального назначения машины делятся на классы. Приведем некоторые из них:

**машины-двигатели** - энергетические машины, предназначенные для преобразования энергии любого вида в механическую (двигатели внутреннего сгорания, электродвигатели, гидравлические двигатели и т.д.);

**технологические машины**, предназначенные для изменения размеров, формы, свойства или состояния предмета (металлообрабатывающие станки, прессы, машины пищевой и химической промышленности и др.);

**транспортные машины**, предназначенные для перемещения людей, грузов, изделий (эскалаторы, подъемные краны, транспортеры и т.п.).

**Машинным агрегатом** называется сочетание машины-двигателя, передаточных механизмов и исполнительного (рабочего) органа. Для согласования работы двигателя и исполнительного органа имеется система управления. В зависимости от условий работы машинного агрегата режим управления может осуществляться вручную или автоматически.

В структурном отношении машина представляет собой единый комплекс механизмов, обеспечивающий выполнение присущих ей функций.

**Механизмом** называется совокупность звеньев, соединенных кинематическими парами, предназначенными для преобразования одного вида движения в другой.

**Звеном** механизма называется одна или несколько жестко соединенных деталей, входящих в состав механизма.

Звено, принимаемое за неподвижное, называется стойкой. В зависимости от характера движения относительно стойки звенья имеют следующие названия:

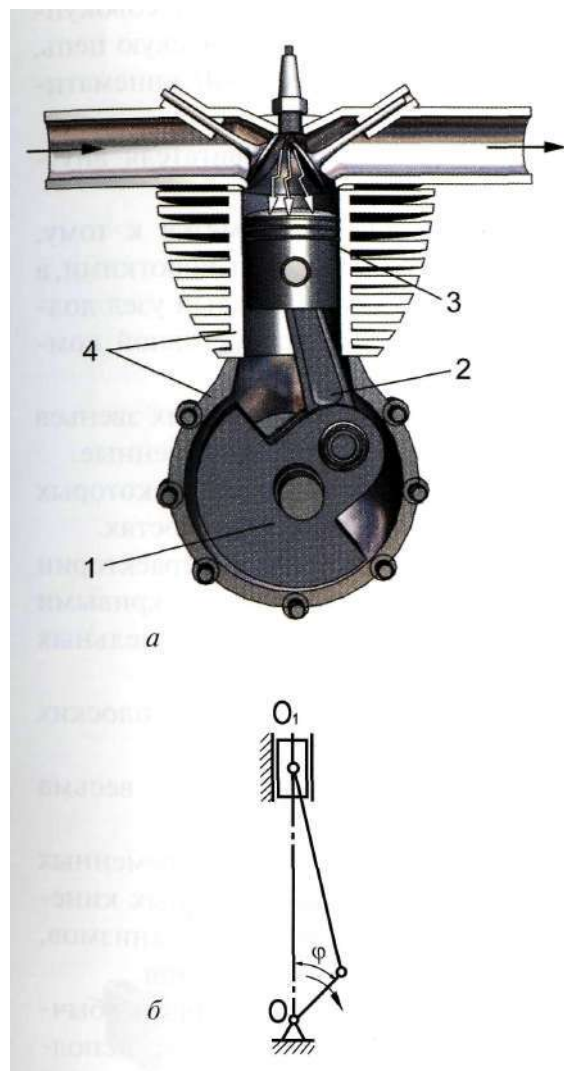


Рис. 5.44. Двигатель внутреннего сгорания:  
а - общий вид;  
б - кинематическая схема

**кривошип** - звено рычажного механизма, совершающее полный оборот вокруг неподвижной оси;

**коромысло** - вращающееся звено рычажного механизма, которое совершает неполный оборот вокруг неподвижной оси;

**шатун** - звено рычажного механизма, образующее кинематические пары только с подвижными звеньями;

**ползун** - звено рычажного механизма, образующее поступательную пару со стойкой;

**кулиса** - звено рычажного механизма, вращающееся вокруг неподвижной оси и образующее с другим подвижным звеном поступательную пару;

**кулачок** - звено, профиль которого, имея переменную кривизну, определяет движение ведомого звена.

Звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в движение других звеньев, называют **входным звеном**.

Звено, совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм, называют **выходным звеном**.

Между входным и выходным звеньями могут быть расположены **промежуточные звенья**.

В каждой паре совместно работающих звеньев в направлении силового потока различают **ведущее** и **ведомое звенья**.

В современном машиностроении широкое применение получили механизмы, в состав которых входят **упругие** (пружины, мембраны и др.) и **гибкие** (ремни, цепи, канаты и др.) **звенья**.

Соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение, называют **кинематической парой**.

По функциональному признаку кинематические пары могут быть вращательными, поступательными, винтовыми и т.д.

Приведенные выше определения рассмотрим на примере двигателя внутреннего сгорания (рис. 5.44, а): 7 - кривошип, соединенный неподвижно с коленчатым валом (выходное звено); 2 - шатун; 3 - поршень (входное звено); 4 - цилиндр и корпус двигателя - стойка.

Связанная система звеньев, образующих между собой кинематические пары, называется кинематической цепью. Так, в рассматриваемом примере поршень 3 и цилиндр 4 образуют кинема-



Схема, на которой в условных обозначениях показаны звенья и пары, называется **кинематической схемой механизма**.

тическую пару с поступательным движением, кривошип 1 и шатун 2 - кинематическую пару с вращательным движением; шатун и поршень также составляют кинематическую пару, а совокупность этих кинематических пар составляет кинематическую цепь. Отсюда следует, что в основе всякого механизма лежит кинематическая цепь.

На рис. 5.44, б дана кинематическая схема двигателя внутреннего сгорания.

При создании промышленных изделий стремятся к тому, чтобы кинематические цепи были по возможности короткими, а узлы замкнуты в объеме простых форм, причем каждый узел должен быть гармонично согласован с общей конструктивной компоновкой.

По различиям в расположении траекторий точек их звеньев различают два вида механизмов: плоские и пространственные.

**Плоские механизмы** - это механизмы, точки звеньев которых описывают траектории, лежащие в параллельных плоскостях.

**Пространственные механизмы** - это механизмы, траектории точек звеньев которых являются пространственными кривыми или плоскими, но расположенными в непараллельных плоскостях.

Большинство узлов различных машин состоит из плоских механизмов.

Механизмы, входящие в состав машины, весьма разнообразны.

Все многообразие механизмов, используемых в современных машинах и приборах, классифицируют с учетом основных кинематических свойств и конструктивных особенностей механизмов, а в некоторых случаях и их функционального назначения.

По функциональному назначению механизмы машин обычно делятся на следующие виды: передаточные механизмы; исполнительные механизмы; механизмы управления, контроля и регулирования; механизмы подачи, транспортирования и сортирования.

Устройство, приводящее в движение машину или механизм, называется приводом. Привод состоит из источника энергии (двигателя) и передаточного механизма.

Передаточные механизмы можно разделить на следующие виды: рычажные, кулачковые, фрикционные, зубчатые, винтовые и червячные, а также механизмы с гибкими звеньями. Кроме того, существует большое число различных составных или комбинированных механизмов, представляющих собой те или иные сочетания механизмов перечисленных выше видов.

Основными функциями передаточных механизмов являются передача и преобразование движения, изменение и регулирование скорости, распределение потоков мощности между различными исполнительными органами данной машины, пуск, останов и реверсирование движения. Эти функции должны выполняться безотказно с заданными степенью точности и производительностью в течение определенного промежутка времени. При этом механизм должен иметь минимальные габаритные размеры, быть экономичным и безопасным в эксплуатации. В ряде случаев к передаточным механизмам могут быть предъявлены и другие требования: надежная работа в загрязненной или агрессивной среде, при высоких или весьма низких температурах.

Ниже приведены некоторые виды механизмов.

#### 5.4.1. Механизмы, преобразующие движение

Механическая энергия многих машин-двигателей обычно представляет собой энергию вращающегося вала. Однако не во всех машинах исполнительные органы также совершают вращательное движение. В подобных случаях применяют механизмы, преобразующие движение. К ним относятся зубчато-реечный, винтовой, кривошипно-шатунный, кулисный, кулачковый механизмы.

**Зубчато-реечный механизм** состоит из зубчатого цилиндрического колеса и зубчатой рейки (рис.5.45).

Этот механизм можно использовать для разных целей, например, вращая зубчатое колесо на неподвижной оси, перемещать поступательно рейку, например, в реечном домкрате (рис. 5.46) или, обкатывая колесо по неподвижной рейке, перемещать ось колеса относительно рейки.

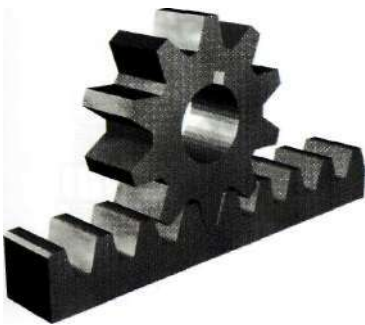


Рис. 5.45. Зубчато-реечный механизм

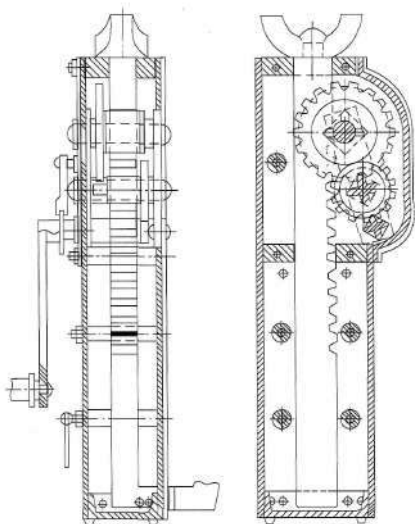
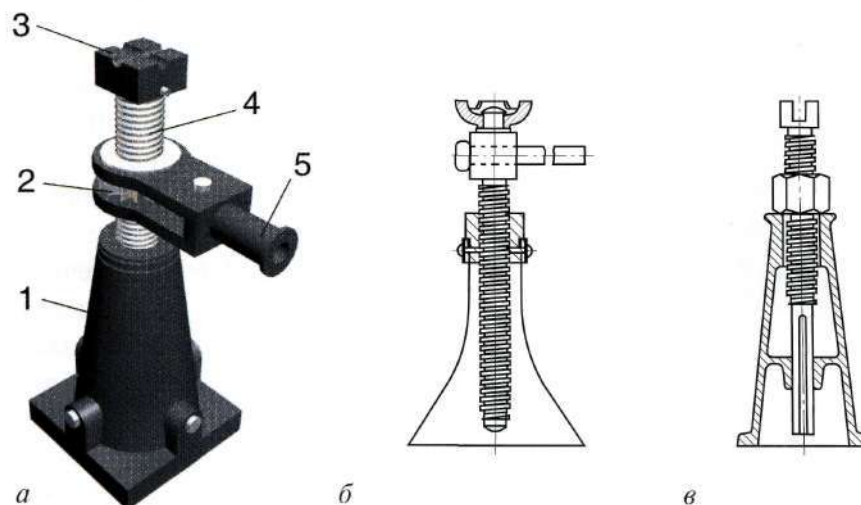


Рис. 5.46. Реечный домкрат

**Винтовой механизм** состоит из винта и гайки. Он широко используется для преобразования вращательного движения в поступательное. Возможны несколько вариантов применения такого механизма:

- ведущим элементом является винт, которому сообщается вращательное движение. Гайка закреплена неподвижно, поэтому винт, вращаясь, одновременно будет перемещаться поступательно (механизм слесарных тисков);
- ведущим элементом также является винт и ему сообщается вращательное движение, но он закреплен так, что лишен возможности поступательно перемещаться. Гайка, в свою очередь, лишена возможности вращаться и будет перемещаться лишь поступательно;
- ведущим элементом является гайка, которой сообщается вращательное движение. Поскольку она закреплена так, что может лишь вращаться, винт будет двигаться поступательно (механизм винтового домкрата - рис. 5.47);
- ведущим элементом является гайка, ей сообщается поступательное движение. Ведомым движением в этом случае будет вращение винта (механизм быстродействующей отвертки). Воз-

Рис. 5.47. Винтовой домкрат:  
 а: 1 - корпус; 3 - грузовая головка;  
 4 - винт; 5 - рукоятка с собачкой 2;  
 б - схема винтового домкрата,  
 в котором винт поднимается вращаясь;  
 в - схема винтового домкрата,  
 в котором винт поднимается путем  
 вращения гайки



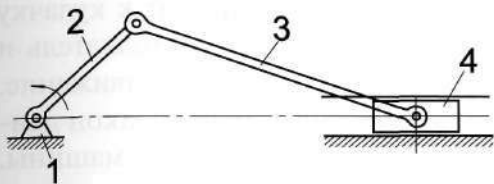


Рис. 5.48. Схема кривошипно-шатунного механизма

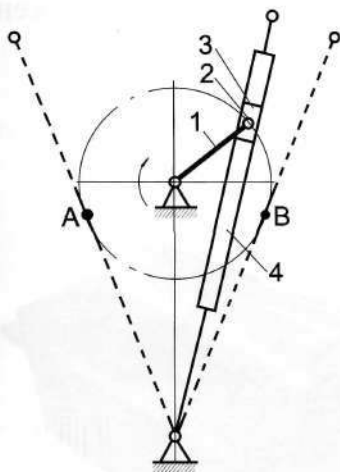


Рис. 5.49. Схема кривошипно-кулисного механизма

можно и обратное преобразование - поступательного движения винта во вращательное движение гайки.

Первые три варианта используются для преобразования вращательного движения в поступательное, а четвертый - поступательного движения во вращательное.

**Кривошипно-шатунный механизм** - один из самых распространенных шарнирно-рычажных механизмов. Его применяют как для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное (например, поршневые насосы), так и для преобразования возвратно-поступательного во вращательное (например, двигатель внутреннего сгорания - рис. 5.44).

Кривошип 2 (рис. 5.48) непрерывно вращается, ползун 4 совершает возвратно-поступательное движение, а шатун 3 - сложное - плоско-параллельное движение. Стойка 1 является неподвижным звеном.

При повороте кривошипа на равные углы ползун проходит неравные участки пути. Таким образом, равномерное вращение кривошипа преобразуется в неравномерное возвратно-поступательное движение ползуна.

При этом скорость движения ползуна при перемещении от крайнего левого положения до крайнего правого равна скорости движения ползуна от правого до левого положения.

Однако в отдельных случаях желательно получить иной закон движения ползуна. В этом случае может применяться кривошипно-кулисный механизм.

**В кривошипно-кулисном механизме** (рис. 5.49) вокруг неподвижной оси вращается кривошип 2, на конце которого имеется пальчик 3. На пальчик свободно насажен ползун 4, скользящий в продольном прямоугольном пазу, прорезанном в рычаге 4 (кулисе).

При вращении кривошипа ползун скользит в пазу кулисы и поворачивает ее вокруг неподвижной оси. При перемещении пальца из положения *A* в положение *B* кулиса перемещается из крайнего левого положения в крайнее правое, а при дальнейшем перемещении пальца из положения *B* в положение *A* кулиса совершает обратный ход. Так как углы поворота кривошипа, на конце которого находится палец, при этом не равны, то и

время, а следовательно, и скорости движения кулисы будут различны.

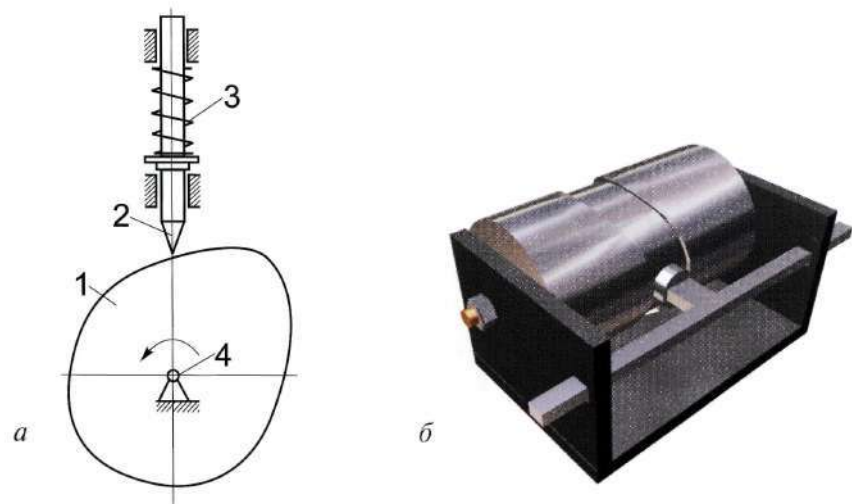
**Кулачковые механизмы** позволяют осуществлять любой закон движения ведомого звена при непрерывном равномерном вращении ведущего звена. Простейший дисковый (или плоский) кулачковый механизм (рис. 5.50, а) представляет собой кулачок (диск) 1 с толкателем (ползуном) 2. Толкатель прижат к кулачку пружиной 3. При вращении вала 4 кулачок давит на толкатель и заставляет его совершать возвратно-поступательное движение. Изменяя профиль кулачка, можно как угодно изменять закон движения толкателя и связанного с ним рабочего органа машины. Именно эта особенность обеспечивает широкое применение механизма (например, в полиграфических машинах).

В отличие от рассмотренного плоского кулачкового механизма существует и более сложный - пространственный. В этом случае (рис. 5.50, б) кулачок имеет форму цилиндра с расположенным на его поверхности замкнутым пазом (канавкой). В паз входит ролик, расположенный на оси, закрепленной в ползуне. При вращении кулачка ползун совершает возвратно-поступательное движение.

Рис. 5.50. Схемы кулачковых механизмов:

а - плоского;

б - пространственного



В ряде устройств широко используют механизмы, в которых выходное звено совершает движение в одном направлении с периодическими остановками. Такие механизмы называются шаговыми. К их числу относятся, например, мальтийские и храповые механизмы.

**Мальтийский механизм** (рис. 5.51) преобразует непрерывное вращение входного звена - кривошипа 1 в прерывистое вращение (с остановками) вращение выходного звена - креста 2. Механизм имеет стойку 3.

**Храповой механизм** с ведущей собачкой и стойкой 2 и стойкой 4 (рис. 5.52) служит для преобразования возвратно-вращательного движения коромысла 1 с собачкой 2 в прерывистое вращательное движение (в одном направлении) храпового колеса 3. Собачка 5 с пружиной 6 не дает колесу вращаться в обратную сторону.

Мальтийские и храповые механизмы широко применяются в станках и приборах.

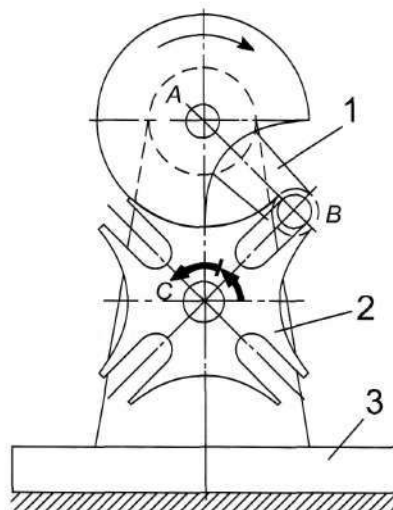


Рис. 5.51. Схема мальтийского механизма

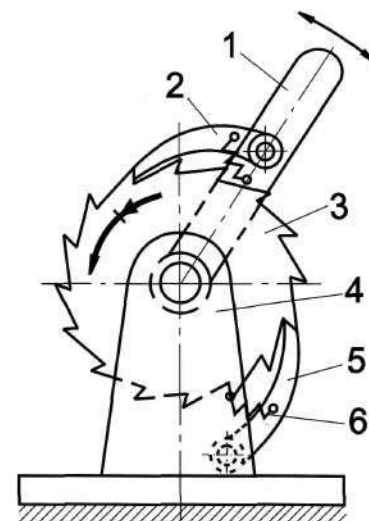


Рис. 5.52. Схема храпового механизма

### 5.4.2. Передачи вращательного движения

Для передачи наиболее распространенного в машинах вращательного движения используют фрикционные, ременные, зубчатые, червячные и цепные передачи.

**По принципу действия** механические передачи (табл.5.2) разделяют на две группы:

1) передачи, основанные на использовании сил трения между элементами передачи (фрикционные, ременные).

В колонке «Фрикционные передачи» (см. табл. 5.2) представлены:

а - фрикционная с условно-постоянным передаточным отношением;

б - фрикционная с переменным передаточным отношением и реверсированием;

в - волновая;

2) передачи зацеплением, работающие в результате возникновения давления между зубьями или кулачками на взаимодействующих деталях. Фрикционные передачи, а также передачи зацеплением могут быть как с непосредственным контактом ведущего и ведомого звеньев передачи, так и посредством гибкой связи - ремня, цепи.

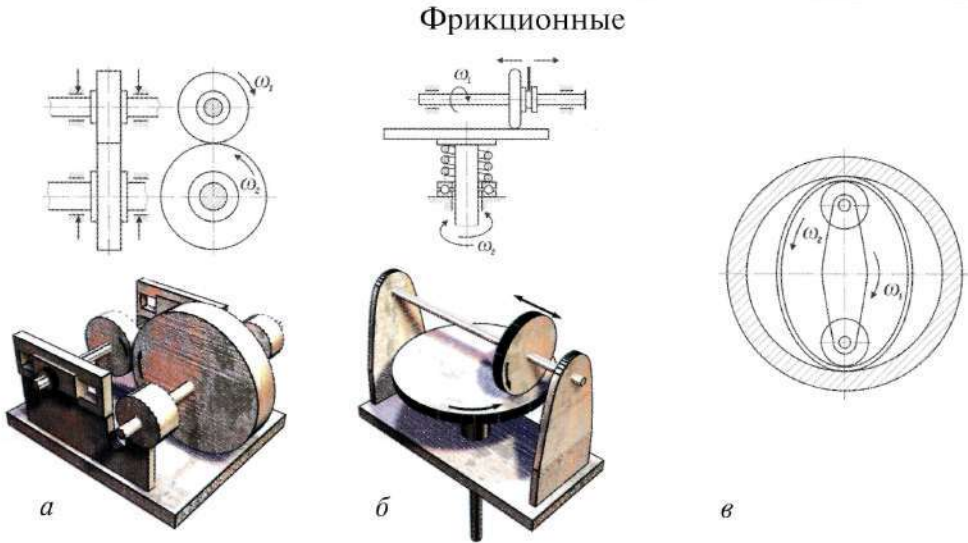
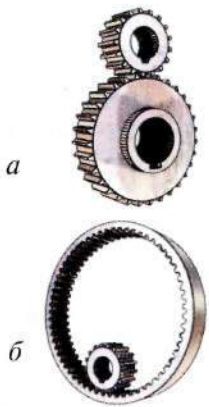
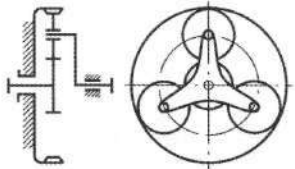
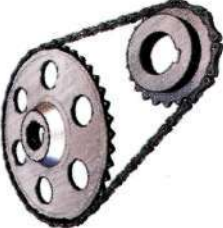
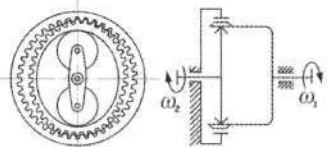
**По характеру изменения скорости передачи** делят на понижающие и повышающие.

**В зависимости от расположения валов** в пространстве вращательное движение может передаваться параллельными, соосными, пересекающимися, перекрещивающимися валами.

**По характеру движения валов** различают **простые** передачи, в которых валы вращаются лишь вокруг своих осей, а оси валов и сопряженные с ними детали остаются в пространстве неподвижными, и **планетарные**, в которых оси и сопряженные с ними детали (сателлиты) перемещаются в пространстве. Разновидностью планетарных передач являются волновые передачи.

**По конструктивному оформлению** передачи могут быть открытые (не имеющие общего закрывающего их корпуса) и закры-

Таблица 5.2  
Классификация механических передач

| По<br>принципу<br>действия   | По расположению звеньев                                                                                                    |                                                                                                              |                                                                                                        |                                                                                                     |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | Передачи с непосредственным контактом                                                                                      |                                                                                                              |                                                                                                        | Передачи гибкой<br>связью                                                                           |
| Передачи<br>трением          | <p>Фрикционные</p>  <p>а б в</p>        |                                                                                                              |                                                                                                        | <p>Ременные</p>  |
|                              | <p>Зубчатые<br/>простые</p>  <p>а б</p> | <p>Планетарные</p>        | <p>Червячные</p>  | <p>Цепные</p>  |
| Передачи<br>зацепле-<br>нием |                                                                                                                            | <p>Зубчатые волновые</p>  |                                                                                                        |                                                                                                     |



**Многопарное зацепление** - это такое зацепление, в котором одновременно находятся две и большее число пар зубьев.

тые (заключенные в общий корпус, обеспечивающий герметизацию и постоянную смазку передачи).

**По числу ступеней**, т.е. отдельных передач, взаимно связанных и одновременно участвующих в передаче и преобразовании движения, различают одноступенчатые и многоступенчатые передачи.

Передача, в которой энергия с входного на выходное звено передается через несколько параллельно расположенных механизмов, называется **многопоточной передачей**. К таким передачам относятся также разветвленные передачи - приводы от одного двигателя нескольких исполнительных механизмов. Многопоточными являются волновые зубчатые и планетарные передачи, так называемые передачи с многопарным зацеплением.

В многопоточной передаче, благодаря распределению нагрузки между параллельно работающими механизмами, кинематическими цепями или кинематическими парами, уменьшены габаритные размеры и масса.

## 5.5. Основные сведения о деталях машин

Детали, которые входят в состав самых различных машин, выполняя одну и ту же роль, называют **детальями общего назначения**.

Их можно разделить на две основные группы:

- соединительные детали (болты, винты, шпильки, гайки, заклепки и т.п.);
- детали передач (валы, оси, опоры осей и валов, муфты).

К современным машинам предъявляется много общих требований, главными из которых являются:

- высокая производительность;
- высокий коэффициент полезного действия;
- удобство и простота изготовления и обслуживания;
- надежность, долговечность и безопасность работы;
- малые масса и габаритные размеры.

В соответствии с этим определяются и **основные требования к деталям машин**:

- прочность - деталь не должна разрушаться или получать остаточные деформации;
- жесткость - упругие деформации элементов детали должны быть весьма малы и не превышать допустимых, заранее заданных величин;
- износостойкость - в течение заданного срока работы износ не должен вызывать нарушения характера сопряжения деталей и приводить к недопустимому уменьшению прочности;
- малая масса - деталь должна быть прочной, жесткой и износостойкой при минимальных массе и габаритных размерах;
- технологичность - форма и размеры детали должны быть такими, чтобы при ее изготовлении были наименьшие затраты труда и времени;

соответствие государственным стандартам - отдельные конструктивные элементы деталей (например, резьба) или форма и размеры деталей в целом (болты, заклепки и др.) не могут быть выполнены по оригинальной разработке конструктора, а должны соответствовать единым нормативам.

### 5.5.1. Соединения деталей машин

Соединения деталей можно разделить на две основные группы: разъемные и неразъемные.

**Неразъемные соединения** не допускают разборку собранных деталей (могут быть разобраны лишь путем разрушения соединенных элементов). Эти соединения применяются для упрощения технологии изготовления деталей или для сокращения расхода дефицитных материалов.

К неразъемным соединениям относятся соединения сваркой, пайкой, склеиванием, заклепками, прессовые, гибкой.

**Разъемные соединения** допускают разборку соединенных деталей без разрушения деталей и скрепляющих элементов. Эти соединения применяют по технологическим, конструктивным и эксплуатационным соображениям. Например, для транспортабельности крупногабаритные изделия лучше расчленять на отдельные механизмы.

Явление разрушения материала от действия переменных напряжений называют **усталостью материала**.

К разъемным относятся соединения резьбовые, шпоночные, шлицевые, штифтовые и клиновые.

К соединениям предъявляют следующие основные требования:

- статическая и усталостная прочность;
- равнопрочность самого соединения с материалом соединяемых деталей;
- жесткость;
- плотность;
- сохранение физических и химических свойств материала в местах соединения (например, при сварке металл получает вблизи сварного шва литую структуру, что приводит к ухудшению механических свойств материала);
- универсальность способа, т.е. применимость способа для соединения деталей различной формы и размеров, изготовленных из разнообразных материалов;
- возможность многократных сборок и разборок без дополнительных технологических операций.

### Неразъемные соединения

**Заклепочные соединения** (рис. 5.53) образуют расклепыванием стержня заклепки, вставленной в отверстие деталей. При расклепывании вследствие пластических деформаций образуется вторая - замыкающая головка заклепки.

Заклепочные соединения применяют для соединения трудносвариваемых металлов и разнородных материалов; в конструкциях, подверженных действию вибрационных и ударных нагрузок; для соединения нескольких деталей в один пакет.

Рис. 5.53. Основные типы заклепочных соединений:

*а* - внахлестку; *б* - с одной накладкой; *в* - с двумя накладками

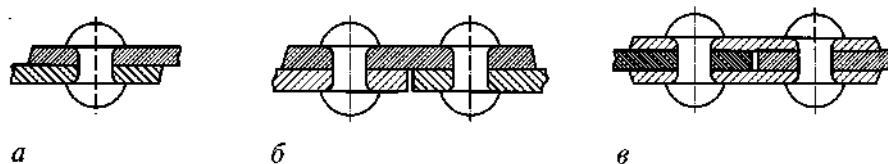
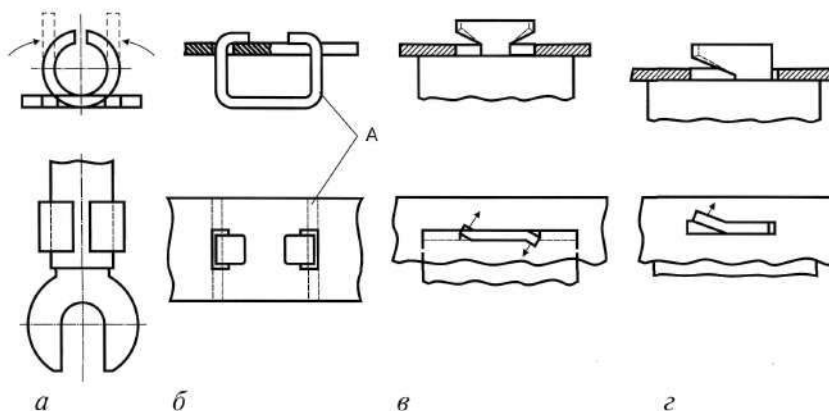


Рис. 5.54. Схемы соединений гибкой



**Соединения гибкой** можно осуществлять путем обжима одной из соединяемых деталей лапками другой (парной) детали (рис.5.54,а). Прочность такого типа соединения следует повышать пайкой, сваркой или другими способами. Более надежным является соединением, в котором прижатие деталей происходит по опорным плоскостям А при загибке лапок (рис. 5.54, б). Наибольшую плотность обеспечивает соединением, в котором прилегание опорных поверхностей создается заклиниванием отгибаемых элементов (рис. 5.54, в, г).

Соединения гибкой применяют для тонколистовых деталей. Если деталь изготовлена из пластичного материала, соединения могут быть разъемными. Конструкция соединения должна обеспечивать надежный прижим собранных деталей.

**Сварные соединения** (рис. 5.55) являются наиболее совершенными из неразъемных соединений, так как лучше других приближают составные детали к цельным.

При сварке детали соединяют путем местного нагрева материала деталей до расплавленного или пластичного состояния.

Разработано много различных способов сварки (электродуговая, контактная и т.д.). Выбор способа сварки зависит от материалов свариваемых деталей, их толщины, назначения и условий работы сварного соединения, объема производства.

Сварку применяют не только как способ соединения деталей, но и как технологический способ изготовления самих дета-

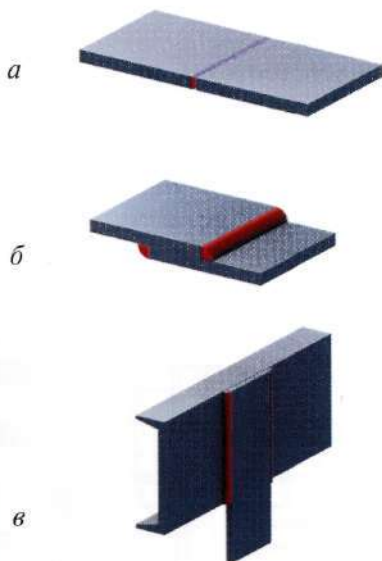


Рис. 5.55. Схемы сварных соединений:  
а - стыковой шов; б - шов внахлестку  
(лобовой); в - фланговый шов

**Пайкой** называют процесс соединения металлических или металлизированных деталей с помощью дополнительного металла или сплава, называемого **припоем**, путем нагрева мест соединения до температуры плавления припоя.

Соединение происходит вследствие растворения и диффузии припоя и материала деталей.

**Натягом (N)** называют положительную разность диаметров вала (B) и отверстия (A):  $N=B-A$ .

лей. Сварные детали во многих случаях с успехом заменяют литые и кованные.

**Соединение пайкой и склеиванием** применяли значительно раньше сварных.

По конструкции паяные и клеевые соединения подобны сварным (рис.5.56).

В отличие от сварки пайка и склеивание позволяют соединять детали не только из однородных, но и неоднородных материалов, например: сталь с алюминием; металлы со стеклом, графитом, фарфором; керамика с полупроводниками; пластмассы; дерево, резина и пр.

По прочности паяные и клеевые соединения уступают сварным в тех случаях, когда материал деталей обладает достаточно хорошей свариваемостью. Исключение составляют соединения тонкостенных элементов типа оболочек, когда имеется опасность прожога деталей при сварке.

**Соединения с гарантированным натягом** разделяют на две группы:

соединения двух деталей по цилиндрическим или коническим поверхностям - прессовые соединения;

соединения двух или нескольких деталей по плоскостям с помощью дополнительных деталей - планок или колец.

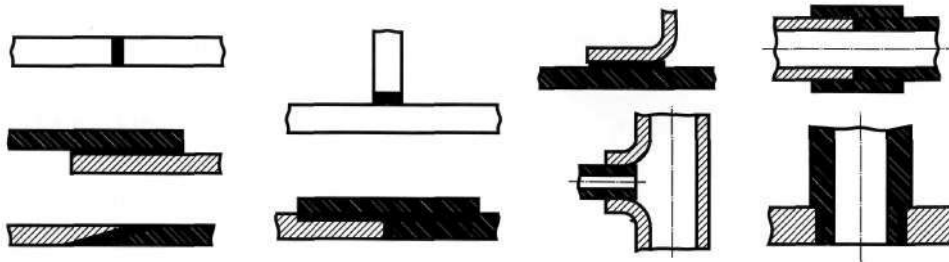


Рис. 5.56. Схемы паяных и клеевых соединений

Перечисленные соединения осуществляют за счет натягов, которые создаются между охватывающими и охватываемыми деталями.

Более распространены прессовые соединения по цилиндрическим поверхностям.

Сборку любого прессового соединения выполняют одним из трех способов:

- прессованием (распространенный и несложный способ сборки, однако при прессовании происходит частичное срезание - шабровка неровностей и снижение надежности соединений);
- нагревом втулки (этот вид сборки может вызвать изменение структуры материала, коробление детали и появление окалины);
- охлаждением вала (не имеет перечисленных недостатков, но требует организации специального технологического процесса).

Для повышения надежности сопрягаемые поверхности прессовых соединений применяют комбинированные соединения, т.е. прессовые соединения усиливают шпонками, штифтами и другими способами.

#### Разъемные соединения

Самыми распространенными соединениями являются резьбовые соединения.

**Резьбовые соединения** выполняются при помощи резьбовых деталей: болтов с гайками (рис. 5.57, а), винтов (рис. 5.57, б), шпилек с гайками (рис. 5.57, в).

Болтовое соединение применяется для соединения деталей небольшой толщины и при наличии в конструкции места для размещения гайки.

В тех случаях, когда одна из деталей имеет значительную толщину (можно нарезать резьбу) и отсутствует место для гайки, можно применить соединение винтом.

Если соединяемые детали имеют значительную толщину, что исключает возможность использования болта, и в то же время частая разборка соединения может вызвать повышенный износ резьбы (например, деталей из чугуна, алюминиевых сплавов), то и

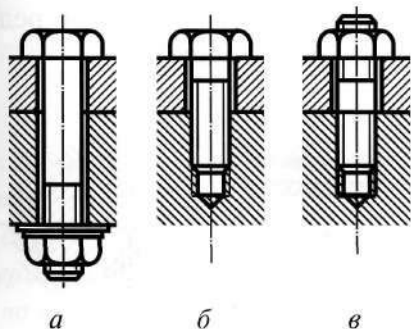


Рис. 5.57. Схемы резьбовых соединений:  
а - болтом; б - винтом; в - шпилькой

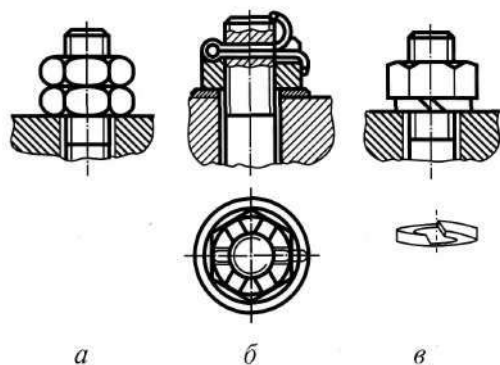


Рис. 5.58. Гаечные замки:  
а - контргайка; б - шплинт;  
в - пружинная шайба

винтовое соединение оказывается нерациональным. В этом случае применяется соединение шпилькой.

Несмотря на то, что треугольная резьба с малым углом подъема винтовой линии, применяемая в резьбовых деталях, обеспечивает самоторможение, особенно при динамических нагрузках, возможны случаи самоотвинчивания. Чтобы этого не произошло, применяют специальные устройства. Наиболее распространенные из них контргайки (рис. 5.58, а), шплинты (рис. 5.58, б), пружинные шайбы (рис. 5.58, в).

**Шпоночные и шлицевые** соединения служат для закрепления деталей на осях и валах. Такими деталями являются шкивы, зубчатые колеса, муфты, маховики, кулачки и т.д.

Шпоночное соединение образуется призматическим или клиновидным стержнем - шпонкой, одновременно находящимся в пазах вала, и насаженной на него детали.

Основное назначение шпонки - передача вращающего момента.

Клиновую шпонку (рис. 5.59, а) забивают в пазы между валом и насаженной на него деталью до упора, поэтому она создает напряженное соединение еще до приложения рабочей нагрузки. Основным недостатком такой системы - неизбежный перекосяс насаживаемой на вал детали и, как результат, смещение центра тяжести всего соединения.

Поэтому клиновые шпонки применяют сравнительно редко, в основном в тихоходных неответственных передачах.

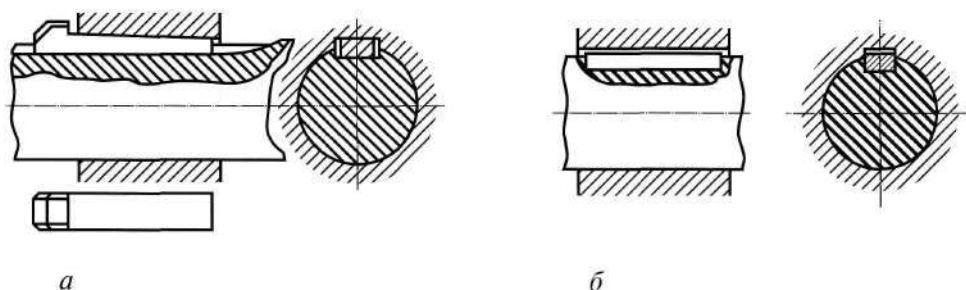


Рис. 5.59. Схемы шпоночных соединений:  
а - клиновой шпонкой;  
б - призматической шпонкой



Рис. 5.60. Шлицевые валы

Наиболее распространена призматическая шпонка (рис. 5.59, б). В отличие от клиновой ее не забивают, а закладывают в паз вала. Подобное соединение требует большей точности при изготовлении, однако оказывается ненапряженным и отсутствует эксцентриситет (смещение осей вала и насаженной на него детали).

Разновидностью призматической шпонки являются сегментная и цилиндрическая шпонки.

Соединением, которым шпонки выполнены за одно целое с валом, называют шлицевым (рис. 5.60).

Такие соединения по сравнению со шпоночными имеют большую поверхность контакта, а следовательно, и большую нагрузочную способность. Шлицевые соединения обеспечивают также более высокую точность соединения, так как в шпоночном соединении участвуют три детали, а в шлицевом - две.

**Клиновое соединение** состоит из стержня (тяги), втулки и клина. Соединяющей деталью является клин, который вставляется в сквозные прорезы стержня и втулки.

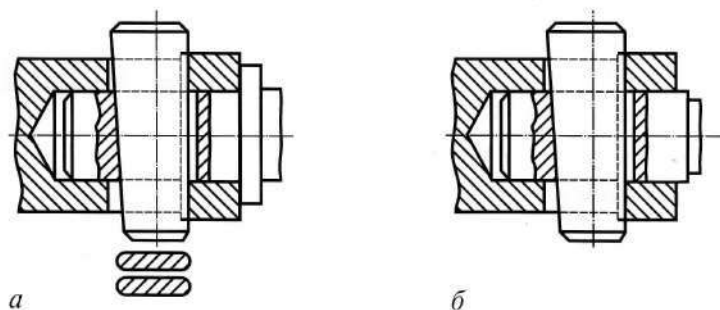
Типичным примером клинового соединения является соединение стержня со втулкой, показанное на рис. 5.61. Соединение обычно затягивают, забивая клин или перемещая его посредством винта.

Разновидностью клинового соединения является **штифтовое соединение**.

Рис. 5.61. Клиновые соединения стержня со втулкой:

а - сопряжение по цилиндрической поверхности и торцу;

б - по конической поверхности





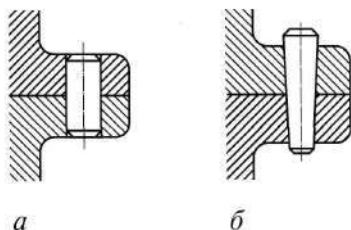


Рис. 5.62. Соединение штифтом:  
а - цилиндрическим; б - коническим

Штифты в основном предназначены для точного фиксирования взаимного положения деталей и узлов, а также для передачи относительно небольших нагрузок.

На рис. 5.62 показаны примеры соединения цилиндрическим и коническим штифтами.

### 5.5.2. Детали передач вращательного движения

#### Оси и валы

Оси и валы (рис. 5.63) - детали, несущие на себе вращающиеся части машин: зубчатые колеса, шкивы, барабаны, звездочки и т.д.

Ось обычно представляет собой сплошное или полое ступенчатое тело цилиндрической формы. Оси бывают вращающиеся и неподвижные (например, вагонная ось вместе с закрепленными на ней колесами вращается, а ось велосипеда неподвижна и колесо вращается относительно нее).

Наиболее распространенные прямые валы по форме не отличаются от осей. Однако они существенно отличаются по характеру работы. Валы не могут быть неподвижными, они обязательно вращаются.

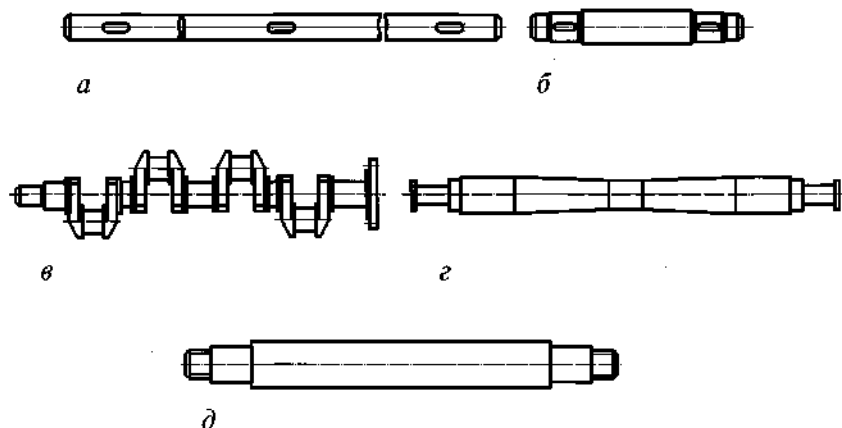


Рис. 5.63. Основные типы валов и осей:  
а - гладкий трансмиссионный вал;  
б - ступенчатый вал; в - коленчатый вал;  
г - ось вращающаяся вагонная;  
д - ось невращающаяся

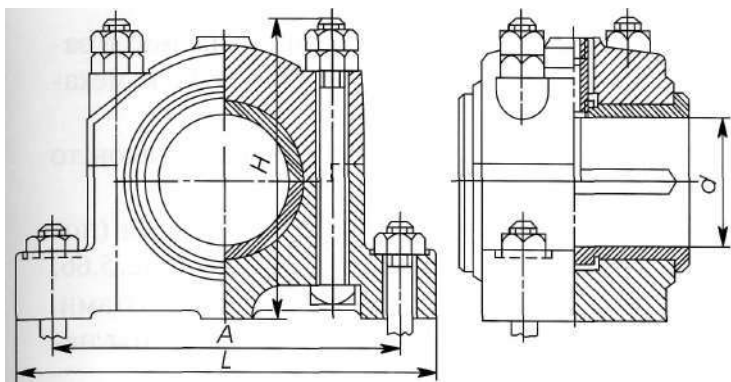


Рис. 5.64. Подшипник скольжения с разъемным корпусом

### Опоры осей и валов (подшипники)

Подшипники служат опорами для валов и вращающихся осей.

Подшипники классифицируют по виду трения и воспринимаемой нагрузке.

По виду трения различают:

- **подшипники скольжения** (рис. 5.64), у которых опорный участок вала скользит по поверхности подшипника;
- **подшипники качения** (рис. 5.65), у которых трение скольжения заменяют трением качения посредством установки шариков или роликов между опорными поверхностями подшипника и вала.

По воспринимаемой нагрузке различают подшипники:

- **радиальные**, предназначенные для противодействия таким внешним силам, которые направлены перпендикулярно продольной оси подшипника (вала);
- **упорные**, удерживающие вал от осевых перемещений, т.е. перемещений в направлении продольной оси подшипника (вала);
- **радиально-упорные** (одновременно противодействуют как радиальным, так и осевым перемещениям валов).

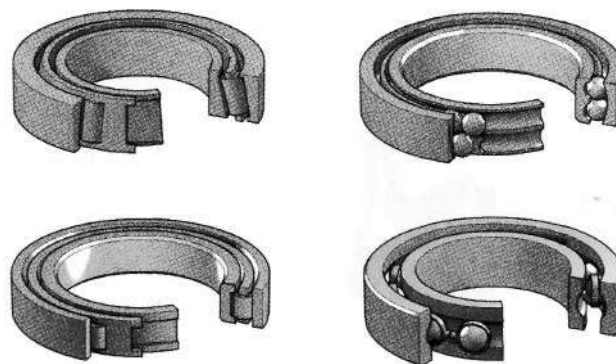


Рис. 5.65. Подшипники качения



а



б

Рис. 5.66. Муфты

а - фланцевая (поперечно-свертная);

б - продольно-свертная



Рис. 5.67. Кулачковая муфта

### Муфты

Муфты предназначены для передачи вращения с одного вала на другой, расположенный с ним соосно.

Муфты имеют различное конструктивное оформление в зависимости от назначения и требований, предъявляемых к механизмам.

Если муфта рассчитана на постоянное соединение валов, то она называется постоянной.

К постоянным муфтам относятся, например, фланцевая (поперечно-свертная) (рис. 5.66, а) и продольно-свертная (рис. 5.66, б) муфты. Они состоят из двух полумуфт, соединенных болтами. Вращающий момент передается шпонками. Подобные муфты называют глухими.

Если в процессе работы необходимо многократно соединять и разъединять валы, то применяются сцепные муфты.

Из сцепных муфт часто применяется кулачковая муфта (рис. 5.67). Одна из полумуфт жестко соединена с валом, а вторая может перемещаться по шпонке или по шлицам вдоль вала. При включении муфты кулачки, имеющиеся на торцевых поверхностях одной полумуфты, входят во впадины другой и передают вращение.

### 5.5.3. Упругие элементы

Широко распространены в машиностроении упругие элементы - пружины и рессоры (рис. 5.68).

Их применяют:

- для создания заданных постоянных сил (например, начального сжатия или натяжения в передачах трением);
- для силового замыкания кинематических пар;
- для выполнения функций двигателя на основе предварительного аккумулирования энергии путем завода, например часовые пружины;
- для виброизоляции в транспортных машинах - автомобилях, вагонах и т. д.;

- для восприятия энергии удара (например, буферные пружины, применяемые в подвижном железнодорожном составе, артиллерийских орудиях и т.д.);
- для измерения сил, температур, перемещений, осуществляемого по упругим деформациям пружин (в измерительных приборах).

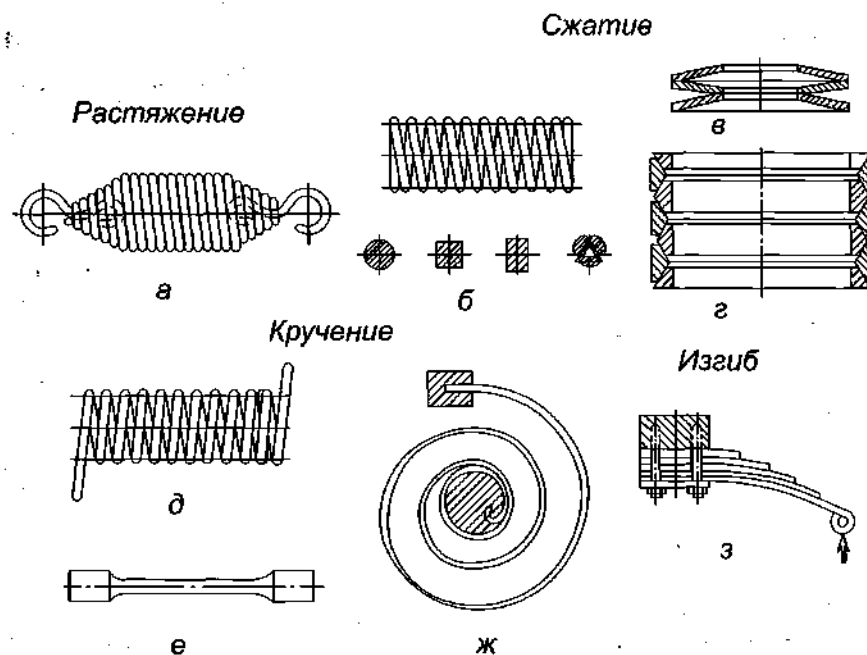


Рис. 5.68. Основные типы пружин:

а, б - витые цилиндрические пружины  
растяжения и сжатия;

в - тарельчатые пружины; з - кольцевые  
пружины;

д, ж - пружины кручения; е - торсионный  
вал; з - рессора

## Список использованной и рекомендуемой литературы

1. **Андреев Л. В.** В мире оболочек: От живой клетки до космического корабля. - М.: Знание, 1986. - 176 с.
2. **Артоболевский С. И.** Теория механизмов и машин. - М.: Высш. шк., 1967. - 364 с.
3. **Беляев Н. М.** Сопротивление материалов. - М.: Наука, 1965. - 856 с.
4. **Гжиров Р. И.** Краткий справочник конструктора: Справ. - Л.: Машиностроение, 1983. - 464 с.
5. **Иванов М. Н.** Детали машин: Учебник. - М.: Высш. шк., 1991. - 383 с.
6. **Конструирование:** Учеб. пособие. В 2-х ч./С. А. Васин, Н. Н. Бородкин, Л. А. Морозова, В. А. Редько; Тул. гос. ун-т. - Тула, 2003.
7. **Нешумов Б. В. и др.** Художественное проектирование. - М.: Просвещение, 1979, 175 с.
8. **Орлов П. И.** Основы конструирования: Справоч.-метод. пособ.: В 2 кн./ Под ред. П. Н. Учаева. - М.: Машиностроение, 1988. - Кн. 1. - 560 с.; Кн. 2. - 544 с.
9. **Решетов Д. Н.** Детали машин: Учеб. - М.: Машиностроение, 1989. - 496 с.
10. **Современные пространственные конструкции** (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справ. / Ю. А. Дыховичный, Э. З. Жуковский, В. В. Ермолов и др.; Под ред. Ю. А. Дыховичного, Э. З. Жуковского. - М.: Высш. шк., 1991. - 543 с.
11. **Справочник по сопротивлению материалов** / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев; Отв. ред. Г. С. Писаренко. - Киев: Наук. думка, 1988. - 736 с.

# **ГЛАВА 6**

## **Материаловедение в промышленном дизайне**

«Создать живой образ из мертвого материала можно только в том случае, если мастер настолько сроднился с этим материалом, что научился «им думать», научился формировать его по законам построения живой органической материи».

И. В. Жолтовский



**Дизайнеру** необходимы не только глубокие знания номенклатуры выпускаемых и осваиваемых материалов и изделий, но и всестороннее понимание их свойств, формирующих качество продукции и определяющих рациональные области ее применения.

Условия эксплуатации материалов в изделиях чрезвычайно разнообразны. Они определяют сложный комплекс производственно-эстетических, экономических требований, которым должны соответствовать важнейшие свойства применяемых материалов и изделий. Только при полном соответствии свойств применяемых материалов предъявляемым конкретными эксплуатационными условиями требованиям дизайнер может быть уверен в том, что созданные по его проекту изделия, механизмы будут прочными, долговечными, экономичными и красивыми.

Современный дизайнер может обращаться как к традиционным, так и к новым конструкторским материалам. Использование того или иного материала определяется спецификой объекта разработки. Например, при проектировании мебели, садово-парковых сооружений дизайнеры часто обращаются к дереву, при разработке городских скамеек, урн, других элементов «малой архитектуры» - к железобетону и камню; при разработке изделий машино- и приборостроения - к металлу; при разработке радиоаппаратуры - к пластмассам.

## 6.1. Свойства материалов

К основным свойствам материалов относятся: физические, механические, электрические, технологические, потребительские.

Они характеризуют функциональную пригодность материалов в изделии, позволяют судить об их технологичности как в производстве, так и при применении.



Физические свойства - внутренние, присущие данному материалу или веществу особенности, обуславливающие его различие или общность с другими веществами или материалами^ проявляющиеся как ответная реакция на воздействия внешних физических полей или сред.

6.1.1. Физические свойства

Физические свойства, определенные стандартными методами с указанием состава, строения и структуры представляют собой стандартные справочные данные веществ и материал.

Основные виды физических свойств приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1  
Основные виды физических свойств

| Наименование                                                                                                                                                    | Виды физических свойств                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Физические свойства, характеризующие агрегатное состояние вещества                                                                                              | <p>Температура - это физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия систем</p> <p>Плотность - мера количества вещества (m) в единице объема <math>\rho = m/V</math> кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Средняя плотность - величина, определяемая отношением массы неоднородного вещества ко всему занимаемому им объему, включая имеющиеся в нем поры и пустоты</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Физические свойства, характеризующие способность веществ и материалов взаимодействовать с потоками масс (воздух, газ, пар, вода) и излучений (свет, звук и др.) | <p>Всеобщими физическими свойствами, характеризующими способность веществ и материалов взаимодействовать с потоками масс (например, воздуха, газа, пара) и излучений (света, звука и др.), являются их отражательная способность, проницаемость и поглощение.</p> <p>Потоки воздуха, газа, пара, воды</p> <p>Воздухо-, газо-, паро- и водопроницаемости - это свойство материала пропускать через свою толщину соответственно воздух, пар и воду при наличии перепада давления</p> <p>Взаимодействие с водой</p> <p>Гигроскопичность - свойство материала поглощать влагу из окружающей среды.</p> <p>Гидрофильность - способность материала смачиваться водой (глина, силикаты)</p> <p>Гидрофобность - неспособность материала смачиваться водой (металлы, воски, некоторые полимеры)</p> <p>Водопоглощение - свойство материала при непосредственном соприкосновении с водой впитывать и удерживать ее в своих порах. Водопоглощение плотных материалов (сталь, стекло, битум) равно нулю</p> <p>Поток тепла</p> <p>Теплопроводность - способность материала передавать через свою толщину тепловой поток, возникающий вследствие разности температур</p> <p>Поток звука</p> <p>Звукопоглощение - свойство материала поглощать звук</p> <p>Звукопроницаемость - способность материала пропускать через свою толщу звуковую энергию</p> |

6.1.2. Механические свойства

Механические свойства проявляются как способность материала сопротивляться всем видам внешних механических воздействий.

К основным механическим свойствам относятся: упругость, жесткость, пластичность, прочность, хрупкость, вязкость и твердость (табл. 6.2).

При механических воздействиях происходит деформация материального объекта (данный процесс подробно рассмотрен в гл.5).

Таблица 6.2  
Основные виды механических свойств

| Название               | Характеристика                                                                                                                                                                 |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Упругость              | Свойство материалов самопроизвольно восстанавливать свою форму и объем при прекращении внешних воздействий                                                                     |
| Эластичность           | Способность материала или изделия претерпевать значительные изменения размеров и формы без разрушения при сравнительно небольшой действующей силе                              |
| Жесткость              | Способность материала или изделия к меньшему изменению размеров и формы при заданном типе нагрузки: чем больше жесткость, тем меньше изменения                                 |
| Пластичность           | Способность твердых материалов сохранять измененными форму и объем без микроскопических нарушений сплошности после снятия механических нагрузок, которые вызвали эти изменения |
| Механическая прочность | Это свойство сопротивляться разрушению, а также необратимому изменению формы при механических воздействиях                                                                     |
| Хрупкость              | Свойство твердых веществ разрушаться при механических воздействиях без существенных предварительных изменений формы и объема                                                   |
| Вязкость               | Способность материалов сопротивляться действию внешних сил                                                                                                                     |
| Твердость              | Свойство материалов оказывать сопротивление в поверхностном слое контактному воздействию                                                                                       |

### 6.1.3. Свойства веществ и материалов в основных физико-химических процессах

**Старение** - изменение физико-химических свойств материала, протекающее либо самопроизвольно, в процессе достаточно длительной выдержки при комнатной температуре (естественное старение), либо при нагреве (искусственное старение).

**Изнашивание** - процесс отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличения его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела (детали).

Старение обычно обусловлено недостаточно стабильным состоянием материала и постепенным его переходом в стабильное. Старение материала может приводить как к улучшению, так и к ухудшению отдельных свойств материалов. Во многих случаях технологическими процессами предусматриваются операции искусственного старения материалов с целью улучшения их свойств.

Наука, изучающая процессы изнашивания с учетом свойств материалов, в том числе в присутствии смазочных материалов, называется **трибология**.

Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах, называется износ. Значение износа может выражаться в единицах длины, объема, массы и др.

В технике следует различать моральный и физический износ. Морально устаревшими считаются машины, конструкции, материалы, если они в результате общего технического прогресса оказываются малопригодными для удовлетворения нужд производства, хотя еще вполне работоспособны.

Изнашивание материалов (изделия) может происходить при скольжении, ударе, качении, скольжении с качением и др., а также под воздействием среды (жидкость, газ и др.). При изнашивании внутри нагруженных областей поверхностного слоя материала возбуждается целый ряд физико-химических процессов. При этом изменяются структура и химический состав материала, а следовательно, и его свойства. В нагруженных областях происходит накопление энергии и могут возникнуть трещины, которые развиваются и приводят к разрушению материала.

Основными видами изнашивания (табл.6.3) являются: **механическое, коррозионно-механическое и молекулярно-механическое**.

Таблица 6.3  
Классификация видов изнашивания

| Способы воздействия при изнашивании | Основные виды изнашивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Механическое                        | <b>Абразивное</b> - в результате режущего или царапающего действия твердых частиц, попадающих в зону контакта<br><b>Адгезионное</b> - в результате связи между поверхностными слоями двух разнородных тел при их соприкосновении<br><b>Эрозионное</b> - под влиянием механических воздействий твердыми частицами в потоке жидкости или газа<br><b>Кавитационное</b> - в результате ударов жидкости при схлопывании парогазовых пузырей на поверхности детали<br><b>Усталостное</b> - под влиянием циклических контактных напряжений сжатия |
| Коррозионное-механическое           | <b>Окислительное</b> - в результате химического взаимодействия материала с компонентами окружающей среды путем среза непрерывно возобновляющихся окисных пленок<br><b>Фреттинг-коррозия</b> - возникает при очень малых колебательных перемещениях сопряженных поверхностей, обусловленных деформациями и люфтами                                                                                                                                                                                                                          |
| Молекулярно - механическое          | <b>Схватывание и заедание</b> - повреждение поверхностей в результате действия молекулярных сил и механического воздействия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

**Износостойкость (износоустойчивость)** - свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания.

Различные виды изнашивания могут действовать как одновременно, так и последовательно; при взаимодействии один из них может задерживать или активизировать другие виды изнашивания. Характеристикой изнашивания служит **износостойкость**. Износостойкость определяется сочетанием свойств трущихся материалов; качеством контактирующих поверхностей (чистота поверхности, смазка); характером движения (скольжение, качение, удары, течение); скоростью взаимного перемещения; уровнем нагрузки; отводом отделяющихся частиц (продуктов износа) или присутствием частиц какого-либо другого материала, осложняющего трение.

**Диффузия** - движение частиц среды, приводящее к необратимому переносу вещества или к установлению равновесного распределения концентраций частиц данного сорта в среде.

**Адсорбция** - поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твердого тела (адсорбента) или жидкости.

**Коррозия** - самопроизвольное разрушение веществ, вызванное химическими и электрохимическими процессами, развивающимися на их поверхности, при взаимодействии с внешней средой.

С процессом диффузии связаны структурные изменения в материалах, которые могут ухудшать их физические и механические свойства. Диффузия в значительной степени определяет кинетику физико-химических процессов, обуславливающих разрушение материалов, ползучесть, старение, коррозию и др. Адсорбция газов или жидкостей из внешней среды приводит к ухудшению диэлектрических свойств изоляционных материалов, понижает прочность металлов и изменяет другие свойства.

Коррозионному разрушению подвержены металлы, бетон, строительный камень, дерево, некоторые пластмассы и другие конструкционные и строительные материалы. Среду, разрушительно действующую на материал, принято называть агрессивной.

Специфической особенностью коррозии является то, что она может происходить как при функционировании, так и при хранении изделий.

Важнейшими характеристиками коррозии являются ее скорость и коррозионная стойкость материалов.

**Скорость коррозии** - масса вещества, превращенная в продукты коррозии, с единицы поверхности материала в единицу времени.

**Коррозионная стойкость** - способность вещества сопротивляться химическому и электрохимическому воздействию среды, т.е. разъеданию или частичному растворению. Коррозионная стойкость материала определяется по величине скорости его коррозии.

Для обеспечения коррозионной стойкости используют в основном два метода: отделение материала от агрессивной среды и придание нужных антикоррозионных свойств среде. К конструктивным мероприятиям по повышению коррозионной стойкости относятся способы предохранения от проникновения агрессивных сред, а также способы электрохимической защиты. К существующим технологическим методам повышения коррозионной стойкости относятся защитные покрытия, упрочнение поверхности, использование ингибиторов (веществ, исключающих или замедляющих коррозию) и др.

**Защитные покрытия** наносят на поверхность изделий из различных материалов для предотвращения коррозии, придания им декоративного вида, создания специальных поверхностных свойств (электропроводности, теплопроводности, электроизоляционных свойств, светоотражающей и светопоглощающей способности, износостойкости и др.). Покрытия могут быть **металлическими**, неметаллическими **неорганическими (оксидные, фосфатные и др.)** и **органическими, лакокрасочными** и др.

#### 6.1.4. Технологические свойства материалов

**Технологические свойства материалов** определяют возможность изготовления продукции при использовании данного материала (сырья). При этом материал должен удовлетворять требованиям минимальной трудоемкости при изготовлении.

К технологическим свойствам материалов относят свойства, определяющие возможности их литья, обрабатываемости давлением и резанием, свариваемости, упрочняемости, восприимчивости к закалке и др.

Рассмотрим наиболее распространенные технологические свойства (табл.6.4).

Испытания технологических свойств (технологические испытания) относятся к самым старым видам испытаний материалов. Отличительной их чертой является определение возможности применения материала в данном способе производства или для специальных целей использования.

Кроме этого, конструкционные материалы в процессе технологической обработки в разных средах органических растворителей, кислотах и щелочах становятся стойкими и нестойкими.

Под технологической стойкостью конструкционных материалов подразумевается устойчивость в средах, применяемых для химической обработки их поверхностей при нанесении на них декоративно-отделочных материалов и покрытий.

Поскольку рассмотренные потребительские и технологические свойства нередко противоречат друг другу (например, более прочные материалы менее технологичны, труднее обрабатываются при резании, холодной объемной штамповке, сварке и др.) решение при выборе материала обычно основывается на компромиссе потребительских и технологических требований.

**Таблица 6.4**  
**Основные технологические свойства**

| Свойства                   | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литейные свойства          | Определяются совокупностью показателей, включающей: температуры плавления, кипения, заливки и кристаллизации; плотность и жидкотекучесть расплава; литейную усадку и др.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Обрабатываемость давлением | В горячем и холодном состояниях оценивают: различными технологическими пробами (на осадку, изгиб, вытяжку сферической лунки и др.); характеристиками пластичности, твердости и упрочнения материала при температуре обработки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Обрабатываемость резанием  | Оценивается скоростью затупления резца при точении на заданных режимах резания с обеспечением необходимых параметров шероховатости поверхности и выражается в процентах от обрабатываемости стандартного материала. На основании данных об обрабатываемости различных материалов составляются нормативы режимов резания или рекомендации по выбору режимов резания для конкретных условий обработки                                                                                                                                                                                                                              |
| Обрабатываемость камня     | Оценивается их податливостью механическому, термическому, электрическому и другими воздействиям для придания им необходимой формы, размеров и фактуры. В качестве показателя обрабатываемости камня используют коэффициент обрабатываемости, представляющий собой отношение трудозатрат при обработке единицы продукции из данного вида камня к аналогичному показателю, соответствующему эталонному материалу. В зависимости от вида воздействия выделяют конкретные характеристики обрабатываемости: пилимость, полируемость, истираемость, шлифуемость и др. Общепринятого метода оценки обрабатываемости камня не существует |
| Свариваемость              | Способность материала образовывать неразъемные соединения с требуемыми механическими характеристиками. Ее оценивают сравнением свойств сварных соединений со свойствами основного материала, количеством способов сварки, диапазоном допускаемых режимов сварки и др. Свариваемость считается тем выше, чем больше способов сварки может быть применено, шире пределы допускаемых режимов сварки; для технологической оценки свариваемости определяют структуру, механические свойства и склонность к образованию трещин материала шва и околошовной зоны                                                                        |

**Потребительские свойства** материалов определяют возможность их использования при максимальной работоспособности в условиях эксплуатации или потребления.

Надежность - свойство объекта сохранять во времени и в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

Долговечность - свойство материала сохранять работоспособность до предельного состояния, которое определяется степенью разрушения, требованиями безопасности или экономическими соображениями.

#### 6.1.5. Потребительские свойства материалов

Перечень и величина потребительских свойств в обязательном порядке устанавливаются в государственных стандартах, что создает законодательные основы гарантии качества и безопасности используемых веществ и материалов. Перечень потребительских свойств для каждого материала, называемый номенклатурой, устанавливается в стандартах государственной системы «Система показателей качества».

Показателями качества могут быть как показатели физических свойств, величина которых определена в стандартных условиях, так и специфические показатели, определяющие возможность максимальной работоспособности материала в условиях эксплуатации или потребления.

В номенклатуре показателей качества показатели распределены по следующим группам: назначение; надежность; эргономичность и эстетичность; технологичность; унификация; стандартизация; патентно-правовые показатели; экологические показатели; безопасность; транспортабельность.

Группой показателей качества, имеющей специальное и технико-экономическое значение, является **надежность**.

В группу показателей надежности входят такие характеристики, как **долговечность, сохраняемость, безотказность, ремонтпригодность** и др. На материалы распространяются, в основном, такие показатели надежности, как **долговечность** и **сохраняемость**.

**Сохраняемость** - свойство материала сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного технической документацией. Сохраняемость количественно оценивают временем хранения и транспортирования до возникновения несоответствия потребительским требованиям.

Потребительские свойства материалов, используемые для оценки их долговечности, можно разделить по области применения на две группы (табл.6.5):

1) свойства, позволяющие оценить прочность, твердость или изменение формы изделия при воздействии окружающей среды



(потоков масс и излучений, агрессивности среды и т.п.);  
2) свойства, использующиеся для оценки последствий механических воздействий на прочностные показатели материалов, в том числе, при различных параметрах окружающей среды.

**Таблица 6.5**  
**Потребительские свойства материалов, используемые для оценки их долговечности**

| Группа свойств                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Свойства                      | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Для свойств первой группы в их наименовании традиционно используется слово «стойкость». Для оценки прочности и воздействия окружающей среды используются термины - атмосферо-, свето-, химическая, радиационная, водо-, огне-, жаро-, термо-, морозо-, хладостойкость и др., а для оценки твердости - красностойкость.</p> <p>Для оценки способности сохранять форму при воздействии окружающей среды используют термины «огнеупорность» и «теплостойкость».</p> | <b>Атмосферостойкость</b>     | Способность материала сопротивляться разрушающему действию солнечных лучей, дождя, мороза, снега, ветра и других атмосферных факторов, например, газов и пыли, загрязняющих нижние слои атмосферы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Светостойкость</b>         | Способность материала сохранять свои физико-химические свойства под воздействием световых лучей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Химическая стойкость</b>   | Способность материала сопротивляться воздействию кислот, щелочей, растворов солей и газов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Радиационная стойкость</b> | Свойство материала сохранять свою структуру и свойства после воздействия ионизирующих излучений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Водостойкость</b>          | Способность материала сохранять необходимые прочностные свойства при действии воды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Огнестойкость</b>          | <p>Способность материалов сохранять необходимые эксплуатационные свойства при действии высоких температур, пламени и воды в условиях пожара в течение определенного времени. Она зависит от сгораемости материала, т. е. от его способности воспламениться и гореть</p> <p>По огнестойкости материалы классифицируются на несгораемые (под действием огня или высокой температуры не горят и не обугливаются), трудносгораемые (под воздействием огня или высокой температуры тлеют, но после прекращения действия огня их горение и тление прекращаются) и сгораемые (горят открытым пламенем и продолжают гореть после удаления источника огня)</p> |

Продолжение табл. 6.5

| 1                                                                                                                                                                                    | 2                                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                      | <b>Жаростойкость</b>                          | Для металлических материалов - это жароупорность, окалиностойкость - способность противостоять химическому разрушению поверхности под действием воздуха или другой окислительной газовой среды при высоких температурах. Для других конструкционных материалов - способность сохранять или лишь незначительно изменять механические свойства при высоких температурах |
|                                                                                                                                                                                      | <b>Термостойкость (термическая стойкость)</b> | Способность хрупких материалов (чугунов, стекол и керамических изделий) противостоять, не разрушаясь, термическим напряжениям                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                      | <b>Морозостокость</b>                         | Свойство насыщенного водой материала выдерживать многократное число циклов попеременно-го замораживания и оттаивания без видимых признаков разрушения и без значительного понижения прочности                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                      | <b>Хладостойкость</b>                         | Способность высокополимерных материалов противостоять низким температурам                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                      | <b>Красностойкость</b>                        | Способность сплава сохранять при нагреве до температур красного каления (обычно 600...650 °С) высокую твердость и износостойкость                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                      | <b>Огнеупорность</b>                          | Способность некоторых материалов (главным образом огнеупоров) противостоять, не расплавляясь и не деформируясь, воздействию высоких температур (от 1580 °С и выше). Материалы по степени огнеупорности подразделяют на огнеупорные (от 1580 °С), тугоплавкие (1350... 1580 °С) и легкоплавкие (менее 1350 °С)                                                         |
| <b>Свойства второй группы</b><br>дают оценку работы материалов в условиях, максимально приближенных к условиям эксплуатации, т.е. с учетом различного рода механических воздействий. | <b>Теплостойкость</b>                         | Определяется для инструментальных и высокомолекулярных полимерных материалов. Характеризуют температурой, при которой наступает еще допустимое для данного изделия изменение формы                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                      | <b>Релаксация напряжений</b>                  | Процесс уменьшения во времени напряжений деформируемого материала в результате перехода упругой деформации в пластическую при условии постоянства общей деформации                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                      | <b>Ползучесть</b>                             | Медленная непрерывная пластическая деформация материалов под действием постоянной нагрузки или механических напряжений. Поскольку деформация и ползучесть увеличиваются с возрастанием                                                                                                                                                                                |

Окончание табл. 6.5

| 1 | 2                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * | <b>Усталость</b>            | температуры, то ее вредные последствия особенно проявляются при повышенных температурах<br><br>Процесс постепенного накопления повреждений под действием повторно-переменных напряжений, приводящий к уменьшению срока службы, образованию трещин и разрушению                                                                                                                                                                                                                    |
|   | <b>Выносливость</b>         | Способность материала сопротивляться усталости                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|   | <b>Живучесть</b>            | Время существования изделия от момента зарождения первой микроскопической трещины усталости размером 0,5... 1,0 мм до окончательного разрушения. Живучесть характеризует надежность материала при циклическом нагружении                                                                                                                                                                                                                                                          |
|   | <b>Длительная прочность</b> | Способность материала разрушаться не тотчас после приложения нагрузки, а по истечении некоторого времени. Явление длительной прочности позволяет использовать конструкционный материал в течение ограниченного (может быть очень короткого, но достаточного для выполнения заданной функции) времени при больших нагрузках, существенно превышающих нагрузки, допустимые при длительной эксплуатации, а также определить время безопасного функционирования (ресурса) конструкции |
|   | <b>Жаропрочность</b>        | Способность конструкционных материалов (главным образом металлических) выдерживать без существенных деформаций механические нагрузки при высоких температурах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|   | <b>Истираемость</b>         | Оценивают потерей первоначальной массы образца, отнесенной к площади поверхности истирания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## 6.2. Конструкционные и отделочно-декоративные материалы

Основные конструкционные, отделочные и отделочно-конструкционные материалы, декоративные и защитные покрытия применяются для средств транспорта, светотехнических изделий, оборудования интерьеров производственных и других помещений, изделий культурно-бытового назначения.

Конструкционные материалы определяют конструктивно-тектоническую структуру разнообразных изделий. Продукцию, выполняемую из этих материалов, обрабатывают декоративно-отделочными органическими и неорганическими покрытиями в зависимости от группы конструктивных материалов (металлы, их сплавы, пластмассы, силикаты и древесина).

Рассмотрим несколько групп этих материалов и покрытий.

### 6.2.1. Общие сведения о металлах и сплавах

**Металлы** - кристаллические вещества, характеризующиеся высокими электро- и теплопроводностью, ковкостью, способностью хорошо отражать электромагнитные волны и другими специфическими свойствами.

**Сплавы** - это системы, состоящие из нескольких металлов или металлов и неметаллов.

В технике обычно применяют не чистые металлы, а сплавы, что связано с трудностью получения чистых веществ, а также с необходимостью придания металлам требуемых свойств.

Сплавы обладают всеми характерными свойствами металлов. На практике термин «металлы» распространяют и на сплавы, поэтому далее он относится и к металлическим сплавам.

Металлы делят на две группы: черные и цветные.

К **черным металлам** относятся железо и сплавы на его основе (чугун и сталь).

**Сталь** - сплав железа с углеродом (до 2,14 %) и другими элементами. По химическому составу различают стали углеродистые и легированные, а по назначению - конструкционные, инструментальные и специальные.

**Чугун** - сплав железа с углеродом (более 2,14 %), некоторым количеством марганца (до 2 %), кремния (до 5 %), а иногда и других элементов. В зависимости от строения и состава чугун бывает белый, серый и ковкий.

**К цветным металлам** относятся все металлы и сплавы на основе алюминия, меди, цинка, титана.

Широкое использование металлов объясняется сочетанием у них высоких физико-механических свойств с технологичностью.

Металлы обладают высокой прочностью, причем прочность на изгиб и растяжение у них практически такая же, как и на сжатие (для сравнения - у каменных материалов прочность на изгиб и растяжение в 10... 15 раз ниже прочности на сжатие). Так, например, прочность стали более чем в 10 раз превышает прочность бетона на сжатие и в 100...200 раз прочность на изгиб и растяжение; поэтому, несмотря на то, что плотность стали ( $7850 \text{ кг/м}^3$ ) в 3 раза выше плотности бетона ( $2500 \text{ кг/м}^3$ ), металлические конструкции при той же несущей способности значительно легче и компактнее бетонных. Этому способствует также высокий модуль упругости стали (в 10 раз выше, чем у бетона и других каменных материалов). Еще более эффективны конструкции из легких сплавов (табл.6.6).

Высокая теплопроводность металлов требует тепловой изоляции. Хотя металлы негорючи, но металлические конструкции необходимо специально защищать от действия огня. Это объясняется тем, что при нагревании прочность металлов резко снижается и металлоконструкции теряют устойчивость и деформируются.

Металлы очень технологичны: во-первых, изделия из них можно получать различными промышленными методами (прокатом, волочением, штамповкой и т.п.), во-вторых, металлические изделия и конструкции легко соединяются друг с другом с помощью болтов, заклепок и сварки.

**Таблица 6.6**  
**Физико-механические свойства металлов и их сплавов**

| Металл             | Предел прочности<br>при растяжении, МПа | Плотность, кг/м <sup>3</sup> |
|--------------------|-----------------------------------------|------------------------------|
| Чугун              | 100600                                  | 7850                         |
| Углеродистая сталь | 200600                                  | 7850                         |
| Легированная сталь | 5001600                                 | 7850                         |
| Алюминиевые сплавы | 100300                                  | 25003000                     |
| Титановые сплавы   | до 1500                                 | 45005000                     |

### 6.2.2. Полимерные пластические материалы

**Полимерные пластические материалы** - искусственные материалы, получаемые на основе природных или синтетических высокомолекулярных полимеров путем формования под давлением при нагреве в размягченном состоянии с последующим переходом в твердое состояние сформованной массы при дальнейших ее нагревании (термореактивные) или охлаждении (термопластичные). В инженерной практике такие материалы получили наименование «пластмассы».

Широкое распространение пластмасс предопределили следующие их достоинства:

- неограниченные запасы сырья;
- легкость переработки в изделия с небольшими трудовыми затратами;
- комплекс ценных свойств;
- малая себестоимость.

#### **Полезные свойства пластмасс:**

- плотность: плотных пластмасс - 900 (полипропилен)...2200 (полимерный бетон) кг/м<sup>3</sup>, ячеистых с пористостью до 95 % - 10...20 кг/м<sup>3</sup>;
- теплопроводность пластмасс при отсутствии наполнителей - 0,116...0,348 Вт/(мК), а у поропластов - 0,028...0,0348 Вт/ДмК);

**Пластмасса** - материал, представляющий собой композицию полимера или олигомера с различными ингредиентами, находящуюся при формовании изделий в вязкотекучем или эластичном состояниях, а при эксплуатации - в стеклообразном или кристаллическом состояниях.

**Ценным** свойством пластмасс является легкость их обработки для придания им разнообразной, даже самой сложной формы с помощью разнообразных технологических приемов (литье, прессование, экструзия и др.), которые могут быть механизированы и автоматизированы. Большая группа пластмасс позволяет сваривать их между собой и таким образом изготавливать, например, различные емкости сложной формы.

- $\sigma_{сж}=150$  (древесно-слоистые пластики)...350 (стеклопластики) МПа, конструктивная прочность  $\sigma_{сж}/\rho = 1...2$  (для кирпича - 0,02, бетона - 0,06, древесины - 0,07);
  - $E = (0,1...0,31) \cdot 10^5$  МПа (для ненаполненных пластмасс -  $0,001...0,045 \cdot 10^5$  МПа);
  - водопоглощение для плотных - 0,1...0,5 %, для пористых - 30...90 %;
  - хорошие фрикционные и антифрикционные свойства;
  - низкая истираемость - 0,035...0,05 г/см<sup>2</sup> (истираемость наиболее твердых горных пород - 0,01...0,1 г/см<sup>2</sup>);
  - диэлектрические свойства;
  - высокие оптические свойства (бесцветность и прозрачность органических стекол);
  - высокая химическая стойкость в ряде сред и неподверженность коррозии;
  - хорошие декоративные свойства (окрашиваются в любые цвета и долго сохраняют цвет);
  - долговечность.
- К **вредным свойствам пластмасс** следует отнести следующие:
- низкая ударная вязкость;
  - повышенная ползучесть;
  - высокий температурный коэффициент линейного расширения, ; у поливинилхлорида - 80...90, у полиэтилена - 160...230 (у стали - 9...12, алюминия - 22...24, бетона - 12, стекла - 0,8...8);
  - низкая теплостойкость (при средней - 80...150 °С до 400 °С у кремнийорганических полимеров);
  - способность воспламеняться или подвергаться деструкции под действием огня;
  - накопление зарядов на поверхности изделий (нужны антистатики);
  - старение;
  - токсичность;
  - пожароопасность.

Общая классификация пластмасс может быть дана по следующим признакам (табл.6.7): по происхождению полимеров, по

составу и структуре, по происхождению наполнителей и их виду, по упругим свойствам при нормальной температуре, по отношению к нагреву и по области применения.

**Таблица 6.7**  
**Классификация пластмасс**

| Признак                                         | Вид пластмасс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| По происхождению                                | Полимеры, используемые для изготовления пластмасс, делятся на природные и синтетические. Природные полимеры, в свою очередь, могут быть органическими и неорганическими                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| По составу                                      | Пластмассы могут быть простыми ненаполненными (чистый полимер) и сложными наполненными, в том числе газонаполненными                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| По структуре                                    | Пластмассы делят на однородные (гомогенные) и неоднородные (гетерогенные). Структура пластмасс в первую очередь определяется их составом                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Наполнители для пластмасс                       | По происхождению различают как органические (хлопковые очесы, ткани, бумага и др.), неорганические (слюда, кварц, стеклянное волокно, мука и др.) и газовоздушные. По виду наполнители для пластмасс делятся на порошкообразные, волокнистые и листовые                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| По упругим свойствам при нормальной температуре | Различают жесткие ( $E > 1$ ГПа), полужесткие ( $E = 1...0,4$ ГПа), мягкие ( $E = 0,020,1$ ГПа) и эластичные ( $E < 0,02$ ГПа). Жесткие пластмассы имеют предел прочности при сжатии при 50 %-ной деформации более 0,15 МПа, эластичные при аналогичных условиях - менее 0,01 МПа. Примерами жестких пластмасс являются фено- и аминопласты; полужестких - полиамиды и полипропилен; мягких - поливинилацетат и полиэтилен. К эластичным пластмассам относят разнообразные каучуки                                                                                                                                                 |
| По отношению к нагреву                          | Пластмассы могут быть термореактивными (реактопласты) и термопластичными (термопласты).<br>К основным термопластичным полимерам относятся полиэтилен, полистирол, полиметилакрилат, поливинилхлорид (винипласт) и др. В этой группе усадка достигает 1...3 %, поэтому термопластичные полимеры не сочетают с наполнителями. Недостаток - незначительная прочность и теплостойкость.<br>Среди термореактивных полимеров наибольшее распространение получили фенолформальдегид, полиэфирные и полисиликоновые (кремнийорганические) полимеры. Они обладают повышенной теплостойкостью, для них характерны хрупкость и большая усадка |
| По применению                                   | Пластмассы можно подразделить на конструкционные общего и специального (фрикционные и антифрикционные, уплотнительные, тепло- и электроизоляционные, химически стойкие, декоративные и др.), назначения и с особыми физико-химическими свойствами. Однако это деление условно, так как одна и та же пластмасса может обладать разными свойствами                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



**В дизайн-проектировании изделий промышленного производства**, отделке интерьеров помещений различного назначения широко применяются следующие основные декоративно-конструкционные пластмассы: полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид (ПВХ), полистирол, органическое стекло, винипласт, поликарбонаты, полиформальдегид, теплостойкие конструкционные пластмассы, стеклопластики и др.

По внешнему виду **полиэтилен** представляет собой слегка просвечивающийся белый материал, жирный на ощупь, твердый, режущийся ножом и напоминающий парафин.

**Полипропилен** - высокомолекулярный продукт, выпускаемый в виде порошка белого цвета или гранул с насыпной плотностью 0,4...0,5 г/см<sup>3</sup>, может быть окрашенным.

По внешнему виду **поливинилхлорид** - это белый порошок, без запаха и вкуса, не ядовитый, стойкий к действиям воды, кислот, солей.

Рассмотрим некоторые особенности пластмасс.

### **Полиэтилен**

Один из самых дешевых полимеров. Механические свойства полиэтилена и его теплостойкость невысоки, однако он обладает прекрасной химической стойкостью и морозостойкостью, высокими диэлектрическими показателями.

Полиэтилен перерабатывается в изделие литьем под давлением, экструзией, вакуумным прессованием, сваркой.

По способу технологического получения полимера различают: полиэтилен высокого давления - мягкий и эластичный; полиэтилен среднего и низкого давления, отличающийся большой плотностью, прозрачностью и жесткостью.

Полиэтилен используется для изготовления пленки, листов, бутылей, флаконов, игрушек и других изделий технического и бытового назначения.

### **Полипропилен**

Он обладает высокой прочностью и теплостойкостью по сравнению с полиэтиленом, причем почти не адсорбирует влагу, вследствие чего влажность окружающей среды не влияет на его диэлектрические свойства.

Полипропилен может быть использован при изготовлении различных деталей для бытовых изделий и декоративных покрытий.

### **Поливинилхлорид (ПВХ)**

Высокомолекулярный продукт полимеризации винилхлорида. Он не растворяется и не набухает в воде, трудно растворяется в органических растворителях. Растворяется в циклогексаноне, тетрагидрофуране, нитробензоле, дихлорэтане и частично в бензоле, ацетоне.

На основе поливинилхлорида могут быть жесткие пластмассы (винипласты), мягкие пластмассы (пластикаты) и поливинилхлоридные пасты (гидропласты).

Жесткие пластмассы (винипласты) обладают достаточно высокой механической прочностью, стойкостью ко многим химическим средам, водостойкостью, грибостойкостью и хорошими диэлектрическими показателями. Эти пластмассы выпускаются в

виде пленки, листов, труб, стержней и других профильных изделий, а также в виде гранул, перерабатываемых затем в изделия. С увеличением содержания пластификатора у мягких пластмасс (пластиков) повышается морозостойкость, возрастает относительное удлинение при разрыве, но понижается механическая прочность и ухудшаются диэлектрические показатели. Легкость переработки пластифицированного ПВХ и комплекс ценных свойств обуславливают разнообразие выпускаемых на его основе материалов. Наибольший удельный вес среди них занимают электротехнические материалы.

**Профильные изделия из поливинилхлорида получили большое распространение.** Это поручни для лестничных и балконных ограждений, угловые накладки для крепления листовых материалов, наличники для дверных проемов, профили для мебельной промышленности и др. Профили из поливинилхлорида могут быть любой формы, различного цвета и разной мягкости, но обязательно гибкими, упругими и эластичными.

К пластифицированным материалам на основе ПВХ относятся так называемые формо- и гидропласты, которые используются при изготовлении форм для отливок гипсовых и цементных архитектурных лепных деталей, точного художественного литья, а также для герметизации различных приспособлений и зажимов токарных и фрезерных станков и т.п.

### **Полистирол**

Полистирол обладает абсолютной водостойкостью, химической стойкостью, диэлектрическими свойствами, прозрачностью, легкоокрашиваемостью и легкостью переработки в изделия методами литья под давлением, экструзии и пневмоформования.

Основные недостатки полистирола - хрупкость, невысокая теплостойкость и тенденция к растрескиванию при эксплуатации.

Из полистирола общего назначения изготавливают детали радиоаппаратуры и высококачественных приборов, предметы культурно-бытового назначения, детские игрушки, школьно-канцелярские принадлежности, тару для упаковки фармацевтических препаратов и других товаров в мелкой расфасовке, фотокассеты, ки-

**Полистирол** общего назначения бывает блочным, суспензионным гранулированным и эмульсионным гранулированным в порошке.

**Органическое стекло** является термопластичным материалом, обладающим высокой прозрачностью - для видимых (до 96 %) и ультрафиолетовых лучей (до 75 %), хорошей перерабатываемостью, высокими прочностными характеристиками, достаточной стойкостью к атмосферному старению, хорошей маслостойкостью, бензостойкостью и водостойкостью.

но- и магнитофонные пленки, облицовочную плитку для отделки помещений, санитарных узлов и т.д.

Ударопрочный полистирол обладает высокой ударной вязкостью и способен выдерживать значительные ударные нагрузки без разрушений.

Все марки ударопрочного полистирола перерабатываются в изделия методами литья под давлением, экструзии и вакуум-формирования.

Наиболее широко применяются ударопрочные полистиролы в машиностроении для корпусов приборов, телевизоров, холодильников, сантехнических приборов, а также деталей внутренней отделки самолетов, пассажирских вагонов и других изделий народного потребления.

### **Органическое стекло**

Органические стекла различных марок отличаются по своим свойствам - температуре размягчения и прочностным характеристикам при нормальной и повышенной температурах. При нагревании органическое стекло становится мягким, гибким и ему можно придавать любую форму. Кроме того, оно легко распиливается, фрезеруется, сверлится обычным инструментом, предназначенным для дерева или металла, легко поддается шлифовке и полировке, может свариваться и склеиваться.

При использовании органического стекла как конструкционного и отделочного материала необходимо учитывать возможность поверхностного повреждения его от механических воздействий.

Органическое стекло используют для заполнения проемов и всевозможных облицовок в интерьере, выполнения изделий декоративно-прикладного характера и т.д., это хороший материал для изготовления светильников, устройства светящихся потолков и панелей, элементов ограждений и перегородок.

Кроме органического стекла применяют светопрозрачные полимерные материалы, используемые для заполнения оконных проемов, устройства кровель, ограждений и перегородок. Изготавливаются эти изделия из акрилатов, поливинилхлорида и поликарбоната.

**Поликарбонаты** отличаются высокой ударной прочностью в сочетании с хорошими диэлектрическими и механическими свойствами: водостойки, имеют красивый внешний вид, могут быть прозрачными и непрозрачными, окрашенными в разные цвета и оттенки.

**Полиформальдегид** по внешнему виду - это порошок молочно-белого цвета, иногда со слабым запахом формальдегида

**Теплостойкие пластмассы** относятся к полимерным вязкоупругим материалам.

### **Поликарбонаты**

Как конструкционный материал, **поликарбонаты** используются для деталей машино- и приборостроения, электро- и радиотехники, а в качестве пленки - для кино- и электропромышленности.

Поликарбонаты перерабатываются всеми известными методами переработки термопластов.

### **Полиформальдегид**

Полиформальдегид - высококристаллический термопластический материал, обладающий высокими физико-механическими свойствами и хорошими диэлектрическими качествами.. Изделия из этого материала отличаются хорошим внешним видом, стабильностью размеров, сохраняют твердость, жесткость и стойкость к старению.

Полиформальдегид широко используется в машино- и приборостроении с выделением в особую группу конструкционных термопластов.

Красивый внешний вид, способность окрашиваться в различные цвета и сохранять в течение долгого времени свои свойства дают возможность широко применять полиформальдегид в дизайн-проектировании как конструктивно-декоративный материал.

По показателям долговременной прочности при растяжении и изгибе и по усталостной прочности полиформальдегид превосходит все другие термопласты, включая полиамиды, поликарбонаты и др.

Кроме перечисленных выше декоративно-конструкционных пластмасс в отдельную группу выделены теплостойкие пластмассы и стеклопластики, применяемые в ответственных конструкциях и деталях машино- и приборостроения, строительстве.

### **Теплостойкие пластмассы**

Они армированы различными наполнителями, которые широко применяются для изготовления деталей и узлов машин, работающих при повышенных температурах. Их использование в машиностроении позволяет получить значительный экономический эффект благодаря ряду положительных свойств, которыми

**Стеклопластики** - композиционные материалы на основе органического или неорганического полимерного связующего и стеклянного наполнителя.

они обладают в сравнении с другими традиционными конструкционными материалами.

**Стеклопластики.**

Большинство стеклопластиковых конструкций и деталей выпускается в виде плоских и волнистых листов, а также в виде объемных элементов из прессованных материалов.

Стеклопластики широко используются при изготовлении узлов, деталей машин. Они успешно заменяют металлы, улучшая эксплуатационные качества машин, агрегатов и архитектурно-строительные конструкционные элементы.

Использование стеклопластиков в качестве электроизоляционных материалов в приборах, электромашинах и аппаратах значительно повышает надежность и срок службы оборудования.

Декоративные свойства стеклопластиков обуславливаются вводимыми в их состав пигментами или опрессовкой их поверхности **бумажно-смоляными покрытиями**. Для окрашивания стеклопластиков применяют в основном пигменты органического и минерального происхождения.

**6.2.3. Бумажные материалы**

**Бумажные материалы** - материалы на основе растительных волокон, сохранившие их природную структуру и химический состав.

Бумажные материалы классифицируют по виду сырья, по толщине и массе 1 м<sup>2</sup> и по количеству слоев (табл.6.8).

**Таблица 6.8**  
**Классификация бумажных материалов**

| Классификация признаков            | Виды бумажных материалов          |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Вид сырья                          | 1. Древесные<br>2. Растительные   |
| По толщине и массе 1м <sup>2</sup> | 1. Бумага<br>2. Картон            |
| По количеству слоев                | 1. Однослойный<br>2. Многослойный |

**Бумага** - искусственный материал, состоящий, главным образом, из специально обработанных растительных (в основном древесных) волокон, тесно переплетенных между собой и соединенных силами сцепления, возникающими между волокнами при их обработке, массой 1 м<sup>2</sup> менее 250 г.

**Картон** - искусственный материал, состоящий преимущественно из специально обработанных растительных волокон, тесно переплетенных между собой и соединенных силами сцепления, возникающими между волокнами при их обработке, отличающийся от бумаги большей толщиной и массой 1 м<sup>2</sup> (более 250 г).

### **Бумага**

При изготовлении бумаги обязательно используются различного рода добавки для придания бумаге необходимых потребительских свойств, а в ряде случаев - из экономических соображений. К наиболее распространенным добавкам относятся, например, мел и каолин.

К основным потребительским свойствам бумаги относятся масса 1 м<sup>2</sup> (4...250 г), толщина (4...400 10<sup>-6</sup> м), механические свойства, цвет, белизна, гладкость, впитывающая способность, электрические свойства и др.

Бумага классифицируется по ее назначению на следующие виды: электроизоляционная, конденсаторная, кабельная, фильтровальная, реактивная, светочувствительная, чертежная, оберточная и др. Известно свыше 600 видов бумаги.

### **Картон**

При изготовлении картона широко применяют добавки и покрытия, которые могут обеспечить ему особые свойства: биостойкость, термостойкость, пожаробезопасность, влагопрочность и др.

К наиболее распространенным видам покрытий для картона относятся металлизированные, полимерные, восковые или парафиновые, латексные и др.

Картон по назначению подразделяют на технический, строительный, фильтровальный, тарный, для полиграфического производства и др. (табл. 6.9)

Широкое распространение в строительстве получили изделия из картона, например, рубероид, пергамин, толь.

**Таблица 6.9**  
**Классификация картона по назначению**

| <b>Вид картона</b>     | <b>Область применения</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Технический</b>     | Используется в качестве конструкционного материала и может изготавливаться водонепроницаемый, обивочный, для радиотехнической промышленности, прокладочный, термоизоляционный прокладочный (в том числе, биостойкий), электроизоляционный, огнестойкий, циферблатный и др. |
| <b>Строительный</b>    | В строительстве, кровле и облицовке                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Фильтровальный</b>  | Пористый картон, предназначенный для очистки жидкостей и газов фильтрованием, например, противопыльный (для противопыльных респираторов), для фильтрования воздуха, нефтепродуктов и технических масел, дизельного топлива и др.                                           |
| <b>Тарный</b>          | Прочный картон, обладающий хорошей способностью к сгибанию, применяемый при изготовлении тары. Тарный картон делят на картон для плоских слоев гофрированного картона, собственно гофрированный картон, коробочный и термосвариваемый картоны                              |
| <b>Полиграфический</b> | Делится на переплетный, цветной склееный и билетный картоны, а также на картон для стереотипных матриц. Применяется в полиграфическом производстве                                                                                                                         |

#### 6.2.4. Декоративные свойства древесины

**Древесина** как конструкционный и отделочно-декоративный материал широко применяется в различных отраслях народного хозяйства и обладает универсальными свойствами в эстетическом отношении.

**Палитра цветов** древесины разнообразна - от желтовато-белого до темно-коричневого. Каждая порода имеет свой естественный цвет. Цвет древесины зависит также от возраста дерева и климата. Древесина южных пород имеет более яркие цвета. Из наиболее распространенных пород интенсивную темную окраску имеют дуб, орех, дис, шелковица, груша, платан. К светлым породам относятся береза, граб, ель, осина, тополь, ольха, бук. Цвет древесины непостоянен, он изменяется после пребывания на воздухе. Одни породы (ель, сосна, пихта, липа) темнеют, а другие (дуб, бук, бере-

**Цвет, текстура и фактура** поверхности древесины - основные художественные средства, которые используются при изготовлении различных изделий и внутренней отделке помещений разного назначения.

**Текстура древесины** - характерный рисунок, обусловленный анатомическим строением породы дерева и образующийся при перерезании волокон древесины, годичных слоев и сердцевинных лучей на поверхности среза.

за, осина) светлеют. При нанесении на поверхность древесины защитных пленок цветовая характеристика значительно меняется.

**Рисунок текстуры древесины** изменяется в зависимости от направления обработки, т.е. от плоскости резания - радиальной, тангентальной, радиально-торцевой и тангентально-торцевой. В практике используются первые два направления обработки - радиальный (параллельно сердцевинным лучам) и тангентальный (перпендикулярно сердцевинным лучам). Оба эти направления у большинства пород дают красивый рисунок (дуб, ясень, красное дерево, орех, палисандровое и др.). Значительную роль в выявлении текстуры играет цвет, особенно в окраске ранней и поздней древесины.

Древесина дуба красива на радиальном и тангентальном разрезах, здесь в создании рисунка текстуры участвуют как сердцевинные лучи, так и годичные кольца. Структура древесины, создающая текстуру, зависит от строения древесного ствола - так называемой микроструктуры.

В зависимости от вариантов микроструктуры и композиций текстуры различают следующие виды рисунка древесины, наиболее широко применяющиеся в промышленности (табл. 6.10).

С внедрением индустриальных методов лущеного и строганого шпона получило развитие декоративное фанерование путем оклеивания элементов конструкций, изготовленных из малоценных в декоративно-художественном отношении пород, тонколистными материалами ценных пород древесины.

С развитием производства разнообразных синтетических декоративно-облицовочных пленок взамен обычного фанерования шпоном из различных пород древесины появилась возможность использовать декоративные пленки с применением микрошпона, бумаги и различных смол (декоративный фанеропластик, микрофанера, фанеропленка рулонная, фанеростекловинит и др.).



Таблица 6.10  
Виды рисунка древесины

| Вид древесины                                                                          | Характер текстуры древесины                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Береза, липа, груша                                                                    | Древесина без ясно выраженного рисунка со слабозаметным направлением волокон.                                                                                                                                                          |
| Бух                                                                                    | Штриховой рисунок текстуры с мелкими однородными штрихами                                                                                                                                                                              |
| Красное дерево, волнистый клен, береза                                                 | Муаровый рисунок, образующийся при радиальном разрезе                                                                                                                                                                                  |
| Хвойные породы, красное дерево, орех, палисандра                                       | Полосатый рисунок с узкими и широкими, темными и светлыми полосами образуется также при радиальном разрезе.                                                                                                                            |
| Береза, клен, красное дерево, ясень и другие породы, имеющие неправильную форму ствола | Волнистый рисунок образуется на радиальном срезе свилеватой древесины                                                                                                                                                                  |
| Хвойные породы, орех, дуб, ясень                                                       | V-образный рисунок текстуры характерен для тангентального разреза, при котором выявляются годовые слои в виде параболических дугообразных линий.                                                                                       |
| Орех, карагач и др.                                                                    | Криволинейный рисунок текстуры образуется на тангентальном разрезе некоторых лиственных пород древесины при ненормальных условиях роста дерева. Хаотично переплетающиеся линии и пятна придают рисунку древесины декоративные качества |
| Сосна, ель, акация                                                                     | Сучковый рисунок в виде пятен, сучков и концентрических окружностей имеет высокие декоративные качества.                                                                                                                               |

Понятие «фактура» тесно связано с отражательной способностью поверхностей древесины. Глянцевые поверхности получают при обработке древесины шлифованием и полированием до необходимой степени блеска, а матовые поверхности характеризуются наличием неровностей, диффузно рассеивающих световой поток.

При отделке лакокрасочными покрытиями дуб, ясень, бук и некоторые другие породы имеют незначительный блеск, а свет-

**Фактура древесины** характеризуется строением поверхности материала и определяется величиной неровностей и шероховатостью.

лые породы древесины (береза, липа, осина, ель, пихта) обладают широким диапазоном отражательных свойств вплоть до зеркального блеска. Облагороженная поверхность древесины в зависимости от вида покрытия, толщины лаковой пленки и качества обработки может быть глянцевой с «зеркальным» блеском и матовой с равномерным «шелковистым» блеском.

Независимо от фактуры для изменения естественных декоративных свойств древесины и экономии запаса ценных пород существуют следующие **методы облагораживания древесины:**

1. Методы, не изменяющие текстуру основной древесины, а лишь усиливающие ее, придавая ей новый цветовой тон. К этой группе относятся крашение красителями, протравное окрашивание и отбеливание.

2. Методы, сочетающие текстуру основной древесины с нанесением дополнительного имитационного рисунка и изменением цвета. Нанесение текстуры ценных пород древесины (имитация) производится непосредственно на поверхности основы.

3. Методы, имитирующие цвет и текстуру ценных пород древесины при нанесении на поверхность лакокрасочных материалов, на прессовке и наклеивании текстурных бумаг, тканей, декоративных слоистых пластиков, пленочных материалов, паст, эмульсий, порошков полимеров, металлизации.

Облагораживание древесины окрашиванием и «травлением» является одним из важных в художественном отношении методов, так как одновременно с изменением общего цветового тона усиливается характер строения поверхностного слоя древесины - текстура. Практикой разработаны методы поверхностного, глубокого крашения (на глубину от 0,2 до 0,5 мм) и сквозного (на глубину более 0,5 мм). Крашение производится водными или спиртовыми растворами различных органических красителей. Протравное окрашивание основывается на химическом взаимодействии щелочей или солей металлов (хромовокислый или двуххромовокислый калий, хлорное или серноокисное железо, хлорная или серноокислая медь и др.) с дубильными веществами, содержащимися в древесине.

Значительный интерес представляет отбеливание поверхности некоторых древесных пород (береза, клен, ясень и др.), что-

бы улучшить их декоративные свойства и ликвидировать неравномерную естественную окраску. Отбеливание поверхностного слоя древесины производят растворами хлорной извести, перекиси водорода или щавелевой кислоты.

Кроме перечисленных методов облагораживания древесины существуют и другие, более сложные способы: выжигание, металлизация, гравирование, тиснение, золочение, серебрение и др. (табл.6.11).

**Таблица 6.11**  
**Сложные способы облагораживания древесины**

| Способ                        | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Выжигание</b>              | Осуществляется при температуре 150 °С и выше. Древесина меняет свой цвет, приобретая коричневые тона. Непригодны для выжигания слишком темные и твердые породы, а также содержащие смолы и дубильные вещества. Наиболее приемлемы для выжигания липа, ольха, тополь, каштан. Древесина должна быть достаточно сухой, без сучков и других пороков и соответствующим образом подготовленной.<br>Выжигание можно выполнять также кислотами. Для этого древесину покрывают воском или парафином, а места, подлежащие выжиганию, очищают от них и обрабатывают кислотой |
| <b>Металлизация</b>           | Отделка древесины распылением металла (оловом, латунью, бронзой, алюминием) в виде порошка или в расплавленном состоянии. Этому виду отделки более всего поддаются липа, дуб, ясень, клен                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Гравирование</b>           | Осуществляется сильной струей мелкого песка. Оно придает изделию матовую фактуру. Особенно эффектна гравированная поверхность в сочетании с блестящей, гладкой, полированной поверхностью древесины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Тиснение</b>               | Выдавливание с помощью прессы на предварительно размягченной древесине неглубокого рельефного рисунка. Размягчение древесных волокон достигается пропаркой и последующей обработкой их соляной кислотой                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Золочение и серебрение</b> | Осуществляются отделкой поверхности деревянного элемента тончайшими листами золота или серебра (фольги). Наклеивание выполняют, покрывая поверхность клееким составом - полиментом                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

### 6.3. Лакокрасочные и пластмассовые органические покрытия

Среди полимерных органических покрытий самыми распространенными являются лакокрасочные.

Выпускаемые отечественной промышленностью лакокрасочные и пластмассовые материалы можно разделить на условные группы (табл.6.12):

Таблица 6.12  
Классификация лакокрасочных и пластмассовых материалов

| Номер группы | Название группы                        | Область применения                                                                                                                                                                                                |
|--------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I            | Атмосферостойкие                       | Для наружных покрытий изделий, которые используются в разных климатических условиях (вагоны городского транспорта, сельскохозяйственные машины, автомобили, железнодорожные металлические мосты, дорожные машины) |
| II           | Стойкие                                | Внутри помещений, - станочное оборудование, бытовые приборы, изделия из древесины                                                                                                                                 |
| III          | Стойкие к различным агрессивным средам | Оборудование химических цехов; емкости для нефтепродуктов, защищающие от воздействия минеральных масел; суда и т.п.                                                                                               |
| IV           | Термостойкие                           | Изделия, подвергающиеся воздействию повышенных температур                                                                                                                                                         |
| V            | Электроизоляционные                    | Изделия, подвергающиеся воздействию электрического тока                                                                                                                                                           |

Лакокрасочные покрытия могут быть прозрачными и непрозрачными. К прозрачным относятся различные олифы и лаки, а к непрозрачным - краски и эмали, содержащие белые, черные или цветные пигменты. Пигменты придают изделию определенный цвет и эстетическое качество, а также оказывают существенное влияние на физико-химические свойства покрытия, повышая его твердость, износо- и атмосферостойкость.

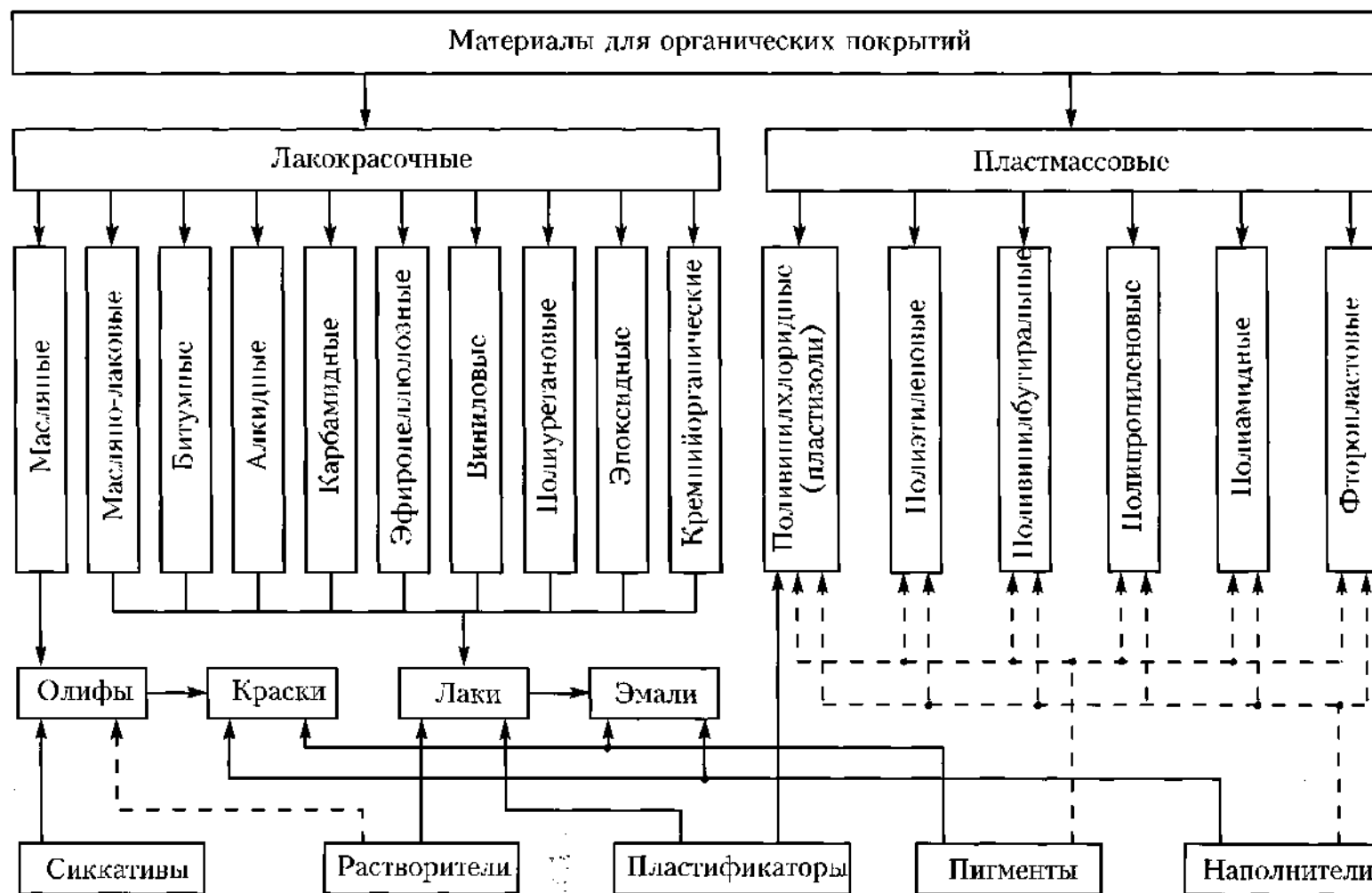
Из перечисленных пяти групп лакокрасочных материалов наиболее широкое применение в машиностроении находят первые две. К материалам, обеспечивающим защиту изделия от коррозии в атмосферных условиях, относятся: перхлорвиниловые, сополимерные, пентафталевые, глифталевые, нитроцеллюлозные, меламиналкидные и др. Для покрытия изделий, эксплуатируемых внутри помещений (станки, машины, промышленные и бытовые приборы), можно также использовать материалы первой группы, если к ним не предъявляются дополнительные специальные требования. Для покрытия приборов существует большое количество наименований приборных эмалей, а для станков – станочные нитроэмали. Для окраски изделий культурно-бытового назначения (холодильников, стиральных машин, светильников, велосипедов, пылесосов и др.) рекомендуется применять полиакриловые эмали, меламинакриловые эмали с металлизированным эффектом, водоразбавляемые и порошковые краски, эпоксидные и другие, имеющие высокие декоративные свойства и ряд других преимуществ по сравнению с традиционными лакокрасочными материалами.

Наряду с лакокрасочными материалами успешно применяются органические покрытия из пластмасс, получаемые на основе порошкообразных термопластичных полимеров, имеющих сравнительно небольшой интервал температур с достаточной текучестью и термостойкостью в этом интервале.

Добавление к полимерным порошкам мелкодисперсных пигментов дает возможность получать цветные покрытия с хорошими декоративными свойствами.

На рис. 6.1 приведены наиболее распространенные покрытия группы пленкообразователей, которые определяют основные свойства органических покрытий, а также показывают связи между исходными полупродуктами и готовыми к употреблению пленкообразующими материалами.

Пластмассовые покрытия обладают удовлетворительной стойкостью в атмосфере, но нестойки в большинстве органических растворителей. В связи с плохой адгезией (прилипанием) этих пленок к конструкционным материалам они наносятся на специальные грунты или покрываются эпоксидной смолой.



Изображение является частью учебного пособия и не должно использоваться для коммерческих целей.

Рис. 6.1. Классификационная схема лакокрасочных и пластмассовых покрытий

Покрyтия из полиэтилена формируются при 200 °С, а полипропиленовые и поливинилбутиральные - при 240 и 270 °С. Эти покрyтия обладают хорошими защитными свойствами в атмосферных условиях, а также в среде органических кислот и минеральных масел. Покрyтия из полиамидных порошков, особенно капроновые, с успехом могут применяться в узлах трения. Покрyтия из фторопластов отличаются высокой устойчивостью к воздействию агрессивных сред и почти всех органических растворителей. Среди всех полимерных покрyтий фторопласт - один из лучших диэлектриков, его высокие механические и диэлектрические свойства сохраняются при повышенных и минусовых температурах.

Материалы лакокрасочных покрyтий в зависимости от состава наносятся на конструкционные материалы разными методами, но один и тот же материал можно наносить несколькими способами, что создает различные декоративные результаты.

Применяются следующие методы нанесения лакокрасочных покрyтий (табл. 6.13): пневматическое распыление (холодное и с подогревом); распыление в электрическом поле; окунание и обливание; струйные облив и окунание, с последующей выдержкой в парах растворителей; воздушное и безвоздушное распыление; окраска кистью.

При выборе методов нанесения лакокрасочных и пластмассовых покрyтий необходимо стремиться к максимальной механизации и автоматизации процессов с учетом их рентабельности.

Выбор технологии нельзя приурочивать к последней стадии конструкторских разработок. Необходимо учитывать возможность влияния технологии покрyтия на конструктивные формы и материал изделия. Так, если для данного изделия выбран оптимальный способ покрyтия, то отдельные детали, препятствующие его эффективному осуществлению («карманы» - при окраске окунанием, экранируемые поверхности - при отделке в электрополе, острые, плохо окрашиваемые и опыляемые углы и т.п.), могут быть в той или иной мере изменены без существенных изменений конструкций. В начале конструирования может быть произведена замена части литых изделий с плохим качеством поверхности на

**Таблица 6.13**  
**Методы нанесения лакокрасочных покрытий**

| Метод                                                                       | Характеристика метода                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                           | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Пневматическое распыление</b>                                            | Этот метод рекомендуется при окраске изделий из различных металлов любой конфигурации и размеров при серийно-массовом и индивидуальном производстве (за исключением внутренних недоступных плоскостей)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Распыление в электрическом поле</b>                                      | Этот метод рекомендуется для окраски наружных поверхностей различных изделий из металла, дерева, резины и др. при крупном и мелкосерийном производстве. Он особенно эффективен при окраске однотипных изделий, позволяет полностью автоматизировать процесс окраски и снизить потери краски на 30... 40 % по сравнению с пневматическим распылением. Недостаток этого метода - для изделий особо сложной конфигурации с глубокими впадинами или экранируемыми поверхностями применяется дополнительная ручная подкраска                                                                                                                  |
| <b>Окунание и обливание</b>                                                 | Окраска окунанием и обливанием рекомендуется для изделий, окрашиваемых со всех сторон в одинаковый цвет, обтекаемой формы без углублений (где может задерживаться краска) различных габаритов, простой и средней сложности конфигурации при массовом производстве.<br>Этот метод позволяет осуществить полную механизацию процесса. Окраска обливанием вместо окунания может рекомендоваться для крупногабаритных изделий. Способ окунания получил широкое распространение в сельхозмашиностроении и приборостроении. Качество при этом покрытии удовлетворительное. Недостаток этого метода - неравномерность пленки и наличие подтеков |
| <b>Струйный облив с последующей выдержкой изделия в парах растворителей</b> | Этот метод рекомендуется для изделий, окрашиваемых в один цвет, любой конфигурации, но без углублений, препятствующих стоку краски. Рекомендуемые габариты изделий - не свыше 4000 мм при серийном и массовом производстве. Особенно целесообразно внедрение этого метода для изделий сельхозмашиностроения, мебельной промышленности и др. Данный метод значительно экономичнее пневматического распыления и окраски окунанием                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Безвоздушное распыление под большим давлением и с подогревом</b>         | Этот метод рекомендуется для окраски крупногабаритных изделий при серийном, массовом и индивидуальном производстве. Он непригоден для автоматической окраски изделий сложной конфигурации. Окраску можно производить вне окрасочных камер, при хорошей вентиляции. Указанный метод применяется в машиностроении, авиации и других областях. Покрытия отличаются высоким качеством, хорошим ровным глянцем, равномерной толщиной и меньшим количеством слоев при отсутствии пористости                                                                                                                                                    |



Окончание табл.

| 1                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Газопламенный метод                            | Этим методом можно наносить покрытия на металлы, керамику, полимеры и другие (даже не очень теплостойкие) материалы. Сущность газопламенного напыления порошков состоит в том, что, попадая в факел пламени, создаваемый воздушно-ацетиленовой струей, частицы полимера, имеющие размер 0,15...0,3 мм, оплавляются до пластичного состояния и при ударе о покрываемую поверхность конструкционного материала сцепляются с ней, образуя сплошное покрытие                                                                                                                                                                                 |
| Теплолучевой метод                             | Он заключается в том, что струя порошкообразного полимера подается сжатым воздухом в мощный поток тепловых лучей. Нагреватель состоит из нескольких параболических отражателей, в фокусах которых расположены кварцевые лампы. В комплект установки входит аппарат, где создается воздушно-порошковая смесь, поступающая по шлангу к распылителю                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Вихревой метод в «кипящем слое»                | Этот метод нанесения пластмасс используется преимущественно для изделий небольших габаритов. Метод вихревого напыления для нетеплостойких, легкодеформируемых материалов непригоден. Находящаяся в движении взвесь порошка циркулирует вокруг предварительно нагретой детали и, оседая на ней, частично оплавляется. Окончательное оплавление полимерного порошка и формирование покровной пленки происходят в оплавительных печах, куда детали помещаются после извлечения их из вихревой камеры                                                                                                                                        |
| Метод покрытия в ионизированном «кипящем слое» | Деталь погружается в сжиженный слой порошкообразного полимера, находящийся под воздействием электрического поля высокого напряжения и сжатого воздуха. Время оплавления полимера зависит от конструкционного материала и толщины наносимого слоя (0,5...20 с). Затем изделие перемещают в печь, где полимер плавится, образуя равномерное и плотное покрытие. Конструктивные формы оборудования для получения покрытий в ионизированном «кипящем слое» зависят главным образом от габаритов деталей, на которые наносят покрытие, и серийности производства. В крупносерийном производстве создают поточные линии с замкнутым конвейером |

сварные, что значительно улучшит качество покрытия и уменьшит объем шпаклевочных и шлифовальных операций.

Для окраски и покрытия изделий можно применять материалы холодной и горячей сушки. Материалы холодной сушки технологичнее, так как не требуют сушильных устройств, однако необходимо учитывать то, что применение горячей сушки вместо холодной для большинства материалов повышает их эксплуатационную стойкость в 1,3... 1,5 раза. Значительно целесообразнее в некоторых случаях организовать искусственную сушку покрытий.

Таким образом, при выборе материалов для покрытий необходимо учитывать условия эксплуатации последних, выбор цвета материала, установление правильной технологии в увязке с конструктивной разработкой, выбор холодной или горячей сушки, способ нанесения покрытия и т.п.

## 6.4. Гальванические и стеклоэмалевые покрытия

В дизайн-проектировании применяются различные неорганические покрытия.

В табл. 6.14 приведены некоторые физико-химические характеристики металлов, часто используемых для отделки деталей приборов и изделий культурно-бытового назначения табл.6.15 - физико-химические характеристики наиболее распространенных в промышленной практике неметаллических неорганических покрытий, в табл. 6.16 - возможные способы непосредственного нанесения наиболее распространенных металлопокрытий на металлы, силикаты, полимеры и древесину.

Существует много видов гальванических покрытий, которые нашли широкое применение во всех отраслях промышленности и могут быть использованы в качестве как защиты металлических изделий от коррозии, так и декоративно-отделочных средств. Нанесение гальванических покрытий представляет собой электрохимический процесс осаждения металлического слоя на металлоизделие. Для декоративной отделки применяются покрытия никелем, хромом, цинком, свинцом, оксидными пленками, бронзой, серебром и др.(табл.6.17)

Таблица 6.14

Основные физические и химические характеристики металлов,  
применяемых в качестве металлопокрытий

| Металл<br>покрытия | Электрохимиче-<br>ский потенциал<br>(по отношению к<br>потенциалу<br>нормального<br>водородного<br>электрода) | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Твердость*, кН/м <sup>2</sup> | Удельное<br>электросопротив-<br>ление, 10 <sup>-8</sup> Ом | Температура<br>плавления, К | Собственная стойкость **<br>(+ стойкие, - нестойкие) |         |                   |                    | Визуальная оценка цвета матовых<br>поверхностей покрытия |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|---------|-------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|
|                    |                                                                                                               |                              |                               |                                                            |                             | в атмосфере                                          |         | в растворах       |                    |                                                          |
|                    |                                                                                                               |                              |                               |                                                            |                             | Сухой                                                | Влажной | Слабоокис-<br>лых | Слабощелоч-<br>ных |                                                          |
| Алюминий           | - 1,67                                                                                                        | 2,700                        | 0,25                          | 2,70                                                       | 933                         | +                                                    | +       | +                 | -                  | Светло-серый с голубым оттенком<br>(холодный)            |
| Цинк               | - 0,76                                                                                                        | 7,140                        | 0,35                          | 5,75                                                       | 862                         | +                                                    | -       | -                 | -                  |                                                          |
| Хром               | - 0,71                                                                                                        | 6,920                        | 2,20                          | 15,25                                                      | 2073                        | +                                                    | +       | +                 | +                  |                                                          |
| Железо             | - 44,00                                                                                                       | 7,860                        | 0,50                          | 10,60                                                      | 1770                        | -                                                    | -       | -                 | -                  | Светло-серый (нейтральный)                               |
| Кадмий             | - 40,00                                                                                                       | 8,650                        | 0,20                          | 10,66                                                      | 594                         | +                                                    | +       | -                 | -                  | Бело-серый (нейтральный)                                 |
| Никель             | - 0,25                                                                                                        | 8,900                        | 0,70                          | 7,24                                                       | 1728                        | +                                                    | +       | +                 | +                  | Светло-серый с желтым оттенком<br>(теплый)               |
| Олово              | 0,13                                                                                                          | 7,300                        | 0,05                          | 11,5                                                       | 505                         | +                                                    | +       | +                 | -                  | Бело-серый (теплый)                                      |
| Свинец             | - 0,12                                                                                                        | 11,340                       | 0,04                          | 18,8                                                       | 700                         | +                                                    | +       | +                 | -                  | Светло-серый с голубым оттенком<br>(холодный)            |
| Латунь             | Физические и химические свойства зависят от состава<br>сплава и изменяются в сравнительно широких пределах    |                              |                               |                                                            |                             |                                                      |         |                   |                    | Золотисто-желтый (холодный)                              |
| Бронза             |                                                                                                               |                              |                               |                                                            |                             |                                                      |         |                   |                    | От бело-серого до красно-желтого<br>(теплый)             |
| Медь               | + 0,34                                                                                                        | 8,950                        | 0,35                          | 1,65                                                       | 1356                        | +                                                    | -       | -                 | -                  | Розовый (теплый)                                         |
| Серебро            | + 0,79                                                                                                        | 10,530                       | 0,25                          | 1,50                                                       | 1234                        | +                                                    | +       | +                 | +                  | Белый (теплый)                                           |
| Золото             | + 1,68                                                                                                        | 19,280                       | 0,18                          | 2,00                                                       | 1326                        | +                                                    | +       | +                 | +                  | Ярко-желтый (теплый)                                     |
| Платина            | + 1,19                                                                                                        | 21,450                       | 0,25                          |                                                            | 2046                        | +                                                    | +       | +                 | +                  | Светло-серый (нейтральный)                               |

\* Твердость покрывных пленок соответствующих металлов зависит от способов и условий их нанесения.

\*\* Под термином «собственная стойкость» подразумевается химическая инертность или активность покрывных пленок без учета материала основы.

**Таблица 6.15**  
**Некоторые физические и химические характеристики основных**  
**видов неметаллических неорганических покрывных пленок**

| Наименование пленок                                               | Примерная толщина, мм | Твердость по микро-твердомеру, Н/мм | Предельная эксплуатационная теплостойкость, °С | Собственная стойкость |         |             |               | Характеристика внешнего вида           |                      | Примечание                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|---------|-------------|---------------|----------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   |                       |                                     |                                                | в атмосфере           |         | в растворах |               |                                        |                      |                                                                             |
|                                                                   |                       |                                     |                                                | Сухой                 | Влажной | Слабокислых | Слабощелочных | Цвет                                   | Фактура              |                                                                             |
| 1                                                                 | 2                     | 3                                   | 4                                              | 5                     | 6       | 7           | 8             | 9                                      | 10                   | 11                                                                          |
| Оксидные на черных металлах                                       | 2...5                 | 500...1000                          | 523...573                                      | +                     | +       | -           | +             | Черный                                 | Металлической основы | В зависимости от способов нанесения можно получить синие и золотистые цвета |
| Фосфатные на черных и цветных металлах                            | 3...10                | 250..300                            | 473...523                                      | +                     | +       | +           | +             | От серого до темно-серого              | Тоже                 | -                                                                           |
| Оксидные на меди и ее сплавах                                     | 2...3                 | 250...300                           | 473...523                                      | +                     | +       | +           | +             | Черный                                 | »                    | Можно получить тончайшие цветные пленки, применяя особые методы обработки   |
| Оксидные на цинке и его сплавах                                   | 1...3                 | 100...150                           | 473...523                                      | +                     | -       | -           | -             | Черный                                 | »                    | -                                                                           |
| Оксидные на алюминии и его сплавах                                | 5...25                | 3000..4500                          | 623                                            | +                     | +       | +           | -             | Серебристо-серый                       | »                    | Окрашивается в различные цвета адсорбцией из водных растворов красителей    |
| Эмалевые                                                          | 8...20                | 5000..7000                          | 623                                            | +                     | +       | +           | -             | Светло-серый матовый                   | Эмалевидная          | -                                                                           |
| Оксидные на магниевых сплавах                                     | 3...5                 | -                                   | 623                                            | +                     | +       | -           | -             | От коричневых до черного               | Металлической основы | -                                                                           |
| Силикатные (стеклоэмалевые) на конструкционных металлах и сплавах | 50...500              | 4000...8000                         | 523...673                                      | +                     | +       | +           | +             | Глянцевая или полуматовая стекловидная | Эмалевидна           | Цветные пленки могут быть «глухими» и лессированными                        |

**Таблица 6.16**

**Способы нанесения различных металлопокрытий  
на металлы, силикаты, полимеры**

| Металл покрытия | Способ нанесения      |          |           |             |                           |                                  |
|-----------------|-----------------------|----------|-----------|-------------|---------------------------|----------------------------------|
|                 | Погружение в расплавы | Диффузия | Напыление | Конденсация | Химическое восстановление | Электрохимическое восстановление |
| Алюминий        |                       | М        | М,С,П,Д   | М,С,П,Д     |                           | М                                |
| Цинк            | М                     | М        | М,С,П,Д   | М,С,П,Д     |                           | М                                |
| Хром            |                       | М        |           | М,С,П,Д     | М,С,П                     | М                                |
| Железо          |                       |          | М,С,П,Д   | М,С,П,Д     | М,С,П                     | М                                |
| Кадмий          | М                     |          |           | М,С,П,Д     |                           | М                                |
| Никель          |                       |          |           |             |                           | М                                |
| Олово           |                       |          |           |             | М,С,П                     | М                                |
| Свинец          | М                     |          | М         |             | М,С,П                     | М                                |
| Медь            |                       |          | М,С,П,Д   | М,С,П,Д     |                           | М                                |
| Серебро         |                       | М        |           | М,С,П       | М,С,П                     | М                                |
| Золото          |                       | М        |           | М,С,П       | М,С,П                     | М                                |
| Сплавы          | М                     |          | М,С,П,Д   | М,С,П,Д     | М,С,П                     | М                                |

Примечания:

1. Условные обозначения конструкционных материалов: М - металлы; С - силикаты; П - полимеры; Д - древесина.
2. В таблице указаны только варианты, которые нашли промышленное применение в технологии покрытий.

Таблица 6.17  
Методы декоративной отделки

| Метод                                                                                    | Характеристики метода                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Никелирование</b> - нанесение на поверхность металлических изделий никелевых покрытий | <p><b>Никель</b> является наиболее универсальным из всех металлов благодаря своей технологической стойкости в различных кислых и щелочных растворах и надежному сцеплению с любым металлом. Он защищает изделие от коррозии и одновременно придает ему красивый внешний вид. При непосредственном контакте со сталью однослойное покрытие никелем сравнительно быстро тускнеет и разрушается во влажной атмосфере. Этот существенный недостаток однослойного покрытия устраняется при двухслойном никелировании, которое повышает коррозионную стойкость и декоративность изделия. Никелевое покрытие широко применяется для окончательной отделки конструктивных элементов и деталей автомобилей, велосипедов, холодильников, стиральных машин, пылесосов, осветительных приборов и т.д.</p> <p><b>Никелевое покрытие</b> различают нескольких видов: полублестящее (однослойное), блестящее (двухслойное), черное никелирование и безэлектролизное, т.е. химическое никелирование. Толщина никелевого покрытия должна быть не меньше 25...30 мкм с подслоем, а верхний слой должен составлять не менее 10... 15 мкм. При глянцеваании полублестящего никелевого покрытия можно получить блестящее покрытие. Однако, чтобы избежать этой трудоемкой операции (глянцевания), сразу применяют блестящее никелирование.</p> <p><b>Черное никелирование</b> применяется в производстве оптических приборов, а также для декоративных целей. Черный никель осаждается из электролитов, содержащих наряду с сульфатом никеля серноокислый цинк и роданистый калий. Безэлектролизное никелирование осуществляется преимущественно на изделиях из стали. Оно используется в основном для внутренних деталей и для деталей, работающих на трение. Этот способ применяется в медицинской промышленности, производстве часов и других отраслях</p> |
| <b>Хромирование</b>                                                                      | <p><b>Нашло широкое применение</b> во всех областях промышленности. Хромируются наружная и внутренняя арматуры автомобилей, мотоциклов, велосипедов, железнодорожного транспорта, трамваев, автобусов и др. Используется для декоративной отделки различных изделий широкого потребления. Наиболее износостойким и твердым покрытием среди металлических считается хромовое. Оно не тускнеет во влажной атмосфере и обладает высокой отражательной способностью.</p> <p><b>Виды хромирования:</b> защитно-декоративное, твердое, равномерное черное, агатовое, холодное и пористое. При защитно-декоративном хромировании для улучшения коррозионной стойкости в качестве подслоя наносят никель или медь, или комбинируют слои этих металлов, причем каждый слой перед нанесением исследуемого покрытия полируют.</p> <p><b>Агатовое хромирование</b> заключается в том, что тщательно отполированные изделия из любого металла покрывают сплавом хрома с цинком. В этом случае покрытия имеют дымчатый темно-синий цвет и светлые полосы, чем напоминают полированный агат. Для того чтобы придать покрытию блеск, изделия протирают маслом</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Продолжение табл. 6.17

| 1                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Меднение</b> - электролитическое нанесение поверхностного медного слоя на металлические изделия                     | <b>Производится</b> для образования промежуточного слоя при никелировании и хромировании, но как средство защиты от коррозии фактически не применяется. С применением промежуточного покрытия медью достигается лучшее сцепление основного металла с металлом покрытия и этим самым облегчается его полирование при декоративных покрытиях                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Серебрение</b> - гальваническое нанесение серебряных покрытий на изделия в защитно-декоративных и специальных целях | <b>Преимущественно наносится</b> на токопроводящие детали, электродетали, радиоприборы, а также используется для покрытия рефлекторов, фар, зеркал, столовых приборов и ювелирных изделий.<br>Чтобы придать изделиям дымчатый или черный цвет, применяется оксидирование серебряного покрытия. Толщина слоя зависит от требования к покрываемому изделию и колеблется от 5 до 30 мкм.<br><b>Медь и ее сплавы</b> серебрят непосредственно, а сталь предварительно меднят или латунируют. Изделия из других материалов перед серебрением амальгамируют или серебрят в ванне предварительного серебрения |
| <b>Золочение</b> - покрытие изделий тонким слоем золота                                                                | <b>Достоинство</b> его состоит в том, что покрытие золотом не окисляется и не тускнеет на воздухе. Золочение применяется в ювелирном деле, часовом производстве и при изготовлении некоторых лабораторных приборов. Цвет золотого покрытия можно изменять, добавляя в электролит для красного оттенка до 20 % цианистой меди, а для зеленого - цианистого серебра и солей мышьяка. Толщина слоя покрытия в зависимости от назначения колеблется от долей мкм до нескольких мкм                                                                                                                         |
| <b>Цинкование</b> - покрытие стальных и чугунных изделий слоем цинка для предохранения от коррозии                     | <b>Цинкование</b> применяется главным образом при изготовлении посуды и других изделий, используемых в сырых помещениях, в условиях влажного воздуха и не пригодно для изделий, работающих на стирание, а также соприкасающихся с кислотами и щелочами                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Кадмирование</b>                                                                                                    | <b>Применяется</b> в некоторых резьбовых и тонких деталях, а также в автомобильной промышленности. Кадмий - очень дорогой и дефицитный металл, поэтому его используют для защиты стальных изделий от воздействия морской воды и воздуха, содержащего ее испарения, а также в условиях тропического климата                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Свинцевание</b> - нанесение защитного свинцового покрытия на металлические изделия для предохранения от коррозии    | <b>Свинцовое покрытие</b> хорошо защищает металл от действия растворов серной кислоты и ее солей, а также от загрязненной сернистыми газами атмосферы и предохраняет от воздействия радиоактивных излучений. Применение свинцового покрытия ограничено, так как оно растворяется в щелочах и органических кислотах. Следовательно, свинцевание используется в основном для защиты химической аппаратуры при работе с серной кислотой, а также при изготовлении рентгеновской аппаратуры и других радиоактивных устройств. Толщина слоя свинцового покрытия должна быть не менее 25 мкм                 |

Продолжение табл. 6.17

| 1                                                                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Лужение</b>                                                                                                             | <p><b>Лужение</b> изделий оловом отличается характерной особенностью - покрытие совершенно безвредно для живых организмов и прежде всего для человека. Это свойство олова обусловило его широкое применение в качестве покрытия внутренних поверхностей оборудования пищевой промышленности и кухонной посуды. Кроме того, покрытие оловом медных сплавов и черных металлов применяется в машиностроении и электротехнике.</p> <p><b>Лужение производится</b> тремя способами: гальваническим, контактным и горячим. Гальванический способ наиболее экономичен, обеспечивает малую пористость покрытия. Толщина слоя покрытия в зависимости от назначения изделия колеблется в пределах от 2 до 25 мкм</p>                                                                                                                                             |
| <b>Латунирование</b><br>представляет собой гальваническое осаждение сплава, состоящего из 60...80 % меди и 20...40 % цинка | Чаще всего оно применяется для нанесения подслоя при никелировании и серебрении. Для большей декоративности латунное покрытие лакируется бесцветным лаком. Толщина слоя покрытия равна 3...5 мкм                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Бронзирование</b> - гальваническое осаждение сплава, содержащего медь и олово в различных пропорциях                    | Сплав из 55 % меди и 45 % олова, называемый "белой бронзой", по внешнему виду напоминает серебро. Защитно-декоративные качества сплава очень высоки, он легко полируется до блеска. Толщина слоя "белой бронзы" равна 3...5 мкм                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Оксидирование</b> - окисление поверхностных слоев металлических изделий химической или электрохимической обработкой     | <p><b>Оксидные пленки</b> придают поверхностям изделий защитные, декоративные и специальные свойства. Оксидирование используется в тех случаях, когда требуется сохранение первоначальных размеров изделия, и в декоративных целях.</p> <p>Оксидные покрытия применяются при отделке точных и оптических приборов, огнестрельного оружия, в самолето- и машиностроении, для отделки ответственных архитектурно-строительных деталей и различных металлических изделий бытового назначения.</p> <p>Существует три способа получения искусственных оксидных покрытий - термический, химический и электрохимический. Эти способы позволяют осуществлять воронение стали, анодирование алюминия и его сплавов с последующим окрашиванием и имитацией, оксидирование меди и ее сплавов в черный и другие цвета, оксидирование цинка и магниевых сплавов</p> |
| <b>Стеклоэмалевые неорганические покрытия</b>                                                                              | Находят широкое применение в защитно-декоративной и специальной поверхностной обработке основных конструкционных металлов и керамики. Силикатные эмали представляют собой относительно легкоплавкие стекла, которые в виде тонкого слоя наплавляются на поверхность изделия. В эмалированных металлических изделиях удачно сочетаются механическая прочность металла с химической стойкостью, декоративностью и другими свойствами стекла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |



Окончание табл. 6.17

| 1                                                                                                                                                                                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Современные эмали</b> для покрытия металла и керамики получают сплавлением шихты, состоящей из кварцевого песка, полевого шпата, буры, соды, которые взяты в определенном соотношении со специальными добавками для улучшения сцепления эмалевого слоя и декоративных свойств покрытий.</p> <p>Успешно применяется эмалирование алюминия и сплавов на его основе. При эмалировании тонкого листового металла эмалевый слой увеличивает жесткость конструкций, являясь своеобразным армировочным материалом. Для окрашивания эмалей применяются цветные оксиды кобальта, железа, меди, хрома и марганца.</p> <p>Эмалирование золота, серебра, меди и некоторых других сплавов на их основе применяется в декоративных целях при изготовлении ювелирных и сувенирно-подарочных изделий. Для эмалирования этих металлов используются легкоплавкие многосвинцовые калиево-силикатные эмали, имеющие сильный блеск. Красителями для прозрачных и заглушенных эмалей служат оксиды кобальта, хрома и некоторых других металлов</p> |
| <p><b>Анодирование</b> - один из процессов, при котором изделия пропитываются различными составами и окрашиваются в водных растворах органических красителей в различные цвета - золота, латуни, бронзы, ценной породы дерева, минералов и т.д.</p> | <p><b>Декоративное анодирование</b> широко используется для отделки различных изделий из алюминия и его сплавов, особенно для галантерейно-ювелирных изделий культурно-бытового назначения (с последующей имитацией золота) и других видов цветного анодирования</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><b>Фосфатирование</b> - химический процесс образования на поверхности черных металлов и сплавов на основе цинка тонкого слоя фосфата, который не уступает оксидным покрытиям, а в ряде случаев превышает их</p>                                  | <p><b>Фосфатирование</b> черных металлов проводят в растворе, содержащем фосфаты железа и марганца, при температуре 97...99 °С в течение 40... 120 мин.</p> <p>Широко используется фосфатирование при подготовке поверхности стали и чугуна к покраске. Это увеличивает коррозионную стойкость изделия. Если изделие фосфатируется без последующей окраски, то после него необходимо промасливание</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## 6.5. Механическая обработка и способы отделки материалов

Изделия требуемых форм, размеров и свойств получают из различного рода сплавов, как правило, применяя механическую обработку.

Механическая обработка - обработка давлением или резанием.

### Обработка давлением

Обработку давлением применяют как объемную, так и поверхностную (табл.6.18).

К объемным видам обработки давлением относятся прокатка, волочение, штамповка (рис. 6.2) и прессование, а к поверхностным - ковка.

Среди поверхностных способов широко применяются также дробеструйный наклеп, накатывание стальным шариком, центробежно-шариковый наклеп, алмазное выравнивание и др., основной целью которых является упрочнение поверхности.

**Обработка давлением** - обработка, заключающаяся в пластическом деформировании или разделении материала, причем, разделение материала давлением происходит без образования стружки.

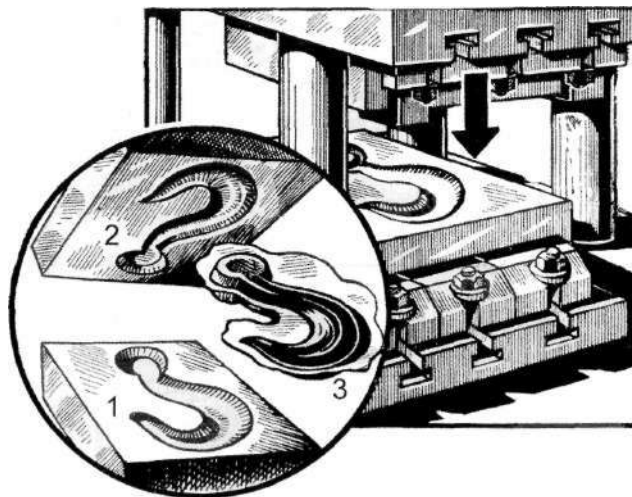


Рис. 6.2. Штамповка под прессом:  
1 - матрица; 2 - пуансон;  
3 - готовая деталь

**Таблица 6.18**  
**Основные виды обработки давлением**

| Вид обработки      | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Прокатка</b>    | Обжатие материалов основным металлом, между вращающимися валками с уменьшением исходного сечения заготовки, увеличением ее длины и формированием профиля, соответствующего форме валков, если последние не гладкие. Способом прокатки получают большинство строительных изделий: балки, рельсы, листовую и прутковую сталь, арматуру, трубы                                                                           |
| <b>Волочение</b>   | Протягивание заготовки через отверстие, сечение которого меньше сечения заготовки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Штамповка</b>   | Выдавливание материала, при котором форма и размеры изделия определяются конфигурацией инструмента (штампа). Штамповка позволяет получить изделия очень точных размеров                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Прессование</b> | Выдавливание (экструдирование) материала из замкнутой полости контейнера через канал матрицы, форма и размеры которого определяют сечение прессуемого профиля. Прессование используется как способ обработки материалов давлением с целью их упрочнения и (или) производства изделий                                                                                                                                  |
| <b>Ковка</b>       | Свободная или штампованная деформация материала, в основном металла, под действием повторяющихся ударов молота или пресса.<br>Свободной ковкой пользуются преимущественно в условиях строительства для изготовления различных деталей (болтов, скоб, анкеров), для пробивки отверстий, рубки и резки металлов. Одной из разновидностей ковки является клепка - образование неразъемных соединений при помощи заклепок |

**Обработка резанием** - обработка, заключающаяся в образовании новых поверхностей отделением поверхностных слоев материала с образованием стружки. Образование поверхностей сопровождается деформированием и разрушением поверхностных слоев.

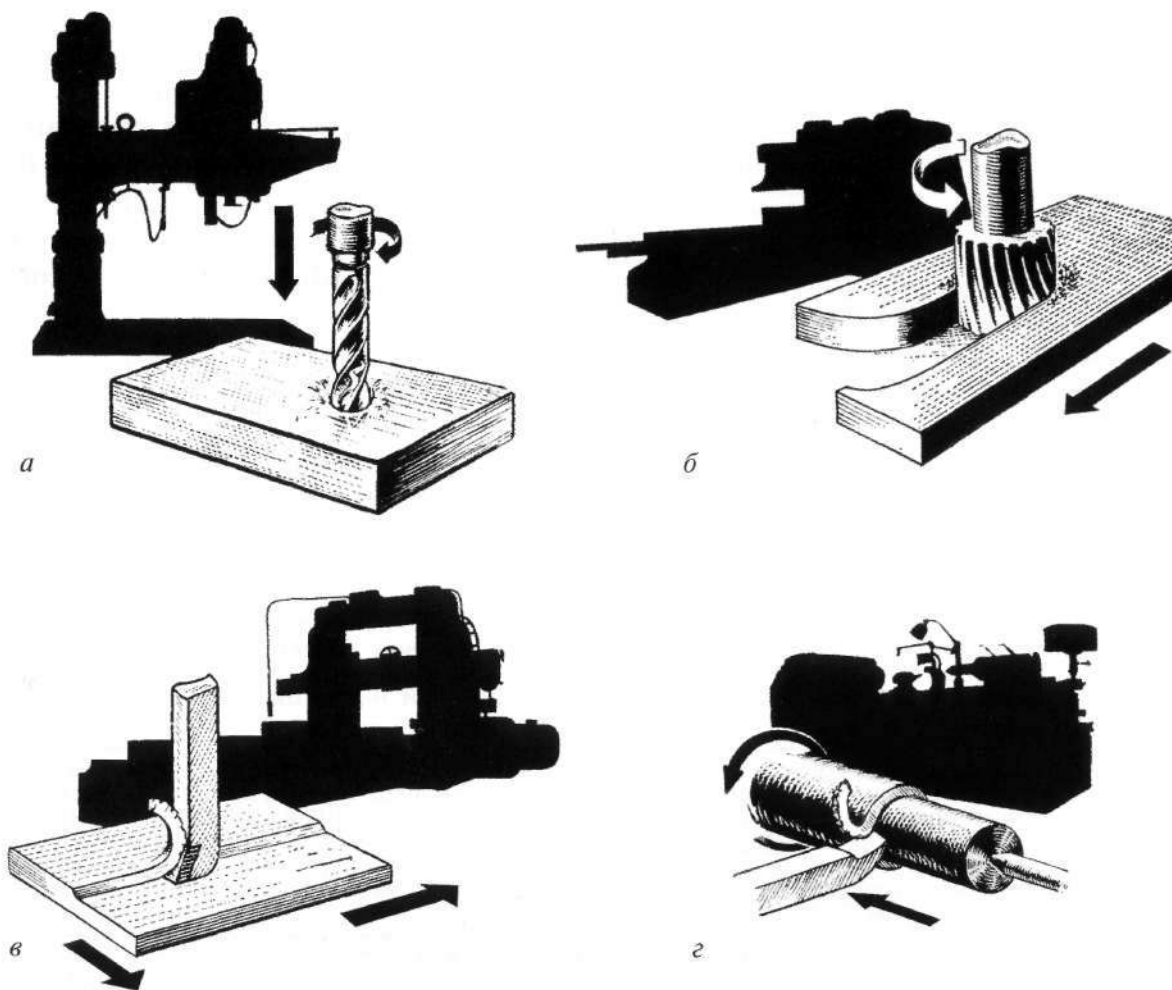


Рис. 6.3. Обработка резанием:  
а - сверление; б - фрезерование;  
в - строгание; г - точение

Среди механических способов отделки можно выделить крацевание, шабровку, шлифование, голтование, полирование и пескоструйную отделку (табл.6.19).

Иногда для отделки металлических изделий применяется также стальная дробь или гранулированные зерна белого чугуна.

**Таблица 6.19**  
**Механические способы обработки**

| Способ обработки  | Характеристика способа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Крацевание</b> | <p>Обработка изделий при помощи металлических щеток. Оно применяется как подготовительная операция перед дальнейшей химической или гальванической отделкой или как самостоятельный вид отделки главным образом художественного литья. При обработке поверхности жесткими щетками поверхность приобретает законченный вид с характерной матовой поверхностью, а при обработке мягкими щетками поверхность приобретает блеск.</p> <p>Часто при полировке или шлифовке лицевых частей изделия обратные и боковые стороны, которые мало просматриваются, обрабатываются путем крацевания, которое может производиться вручную (ручными щетками) или на специальных станках - при помощи стальных или латунных вращающихся щеток</p> |
| <b>Шабровка</b>   | <p>Способ обработки главным образом литых изделий для получения гладких чистых и ровных поверхностей. Шабровка осуществляется шаберами, имеющими острое заточенное лезвие, при помощи которого с изделия снимается тонкая стружка. Толщина стружки при черновой шабровке составляет 0,05 - 0,02 мм, при чистовой - 0,02 - 0,01 мм. Шабровка обычно производится попеременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Это позволяет получать наиболее ровные поверхности, без волнистости, которая неизбежно возникает при шабровке в одном направлении</p>                                                                                                                                                                 |
| <b>Шлифование</b> | <p>При отделке шлифованием поверхность металла приводится в ровное и гладкое состояние, приближающееся к зеркальному. Это делается в целях придания изделию красивого внешнего вида или подготовки поверхности к дальнейшей отделке - полировке или покрытию (рис. 6.4)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Голтование</b> | <p>Процесс массового полирования мелких изделий во вращающихся барабанах при помощи стальных шариков, конусов и т.п.</p> <p>При вращении барабана мелкие изделия и шарики непрерывно перемешиваются, вследствие ударов и трения сглаживаются неровности и шероховатости.</p> <p>Тонкостенные изделия с сильно выступающими деталями обрабатывать этим способом не рекомендуется из-за возможных повреждений.</p> <p>Существует разновидность голтования, когда вместо стальных шариков в барабан загружают абразивные материалы (песок, наждак, пемзу). Такая обработка мелких изделий заменяет их шлифование</p>                                                                                                               |

Окончание табл. 6.19

| 1                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Полирование           | <p>Доведение поверхности металла до зеркального состояния, когда луч света не рассеивается, как на шлифованной поверхности, а полностью отражается.</p> <p>Различают ручное и механическое полирование.</p> <p>Ручное полирование применяется главным образом в области ювелирного производства при отделке изделий из драгоценных металлов, а также золоченых и серебряных изделий в тех случаях, когда необходимо придать блеск только отдельным участкам поверхности изделий.</p> <p>Механическое полирование осуществляется на тех же станках, на которых производится шлифование, но вместо войлочных кругов обычно применяют хлопчатобумажные круги (или шерстяные), на которые наносится специальная полировочная паста</p> |
| Пескоструйная отделка | <p>Применяется для получения матовых поверхностей. Эта операция производится в пескоструйных камерах и представляет собой обработку поверхности изделий сухим песком, который подается под давлением по резиновому шлангу при помощи сжатого воздуха. В зависимости от размеров зерен песка получается различная фактура - от нежно-бархатистой до грубозернистой</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

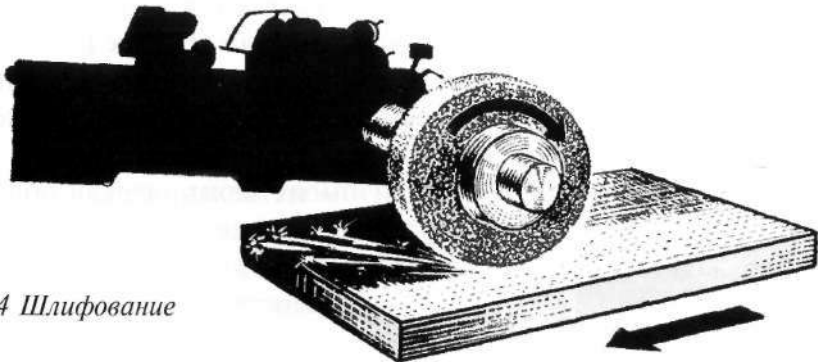


Рис. 6.4 Шлифование

## 6.6. Понятие технологичности

### Общие правила технологического формообразования

**Технологичность** - совокупность признаков, обеспечивающих наиболее экономичное, быстрое и производительное изготовление машин с применением прогрессивных методов.

Технологичность конструкции всегда связана с серийностью, масштабом производства.

Обеспечение технологичности должно осуществляться в неразрывной взаимосвязи требований к материалам, технологии изготовления и эксплуатации объекта.

Создание высокотехнологичных промышленных изделий предполагает ориентацию на сокращение трудозатрат, экономию производственных площадей, снижение расходов сырья, материалов и энергетических ресурсов. Предпочтение отдается менее трудоемким, ресурсосберегающим, безотходным и экологически чистым технологиям.

Существует разнообразие возможных способов целенаправленной обработки материалов, технологических приемов формирования конструкции.

Например, к способам формования пластмасс относятся: прессование, литье под давлением (до 200 отливок в минуту), экструзия (непрерывное выдавливание фасонных профилей сквозь форму-решетку); выдувание, штамповка или вакуум-формование разогретого листового термопласта, сварка и склейка, формование (стеклопластика) по модели болвана; механическая обработка на станках. Большая часть этих способов базируется на способности пластмасс размягчаться и принимать нужную форму под давлением и при высокой температуре. Относительно пластмасс следует помнить:

- их механическая обработка непроизводительна;
- сварке подлежат лишь термопластичные пластмассы (исключая реактопласты - текстолит, поликарбонат);
- листы оргстекла выпускаются толщиной не более 20 мм;
- обязательно учитывать тип и мощность формовочных машин;
- есть пластмасса, не склеиваемая никаким клеем, т.е. не вступающая во взаимодействие ни с каким химическим веществом (полиэтилен). Полиэтилен благодаря своим свойствам нашел

широкое применение при производстве тары, упаковки, изготовлении детских игрушек и т. д.

Хорошими литейными свойствами обладают и цветные металлы, чугун, бетон, гипс. Среди литейных технологий - литье металла в песчаные (земляные) формы, оболочковые (песчано-бакелитовые), чугунные или стальные формы (кокильное литье), центробежное литье во вращающиеся формы (для отливки полых деталей), точное литье под давлением и по выплавляемым моделям (из легкоплавких материалов - парафина).

Конструирование литых деталей имеет особенности: модель должна беспрепятственно извлекаться из формы, на ее поверхности не должно быть выступов и углублений, расположенных перпендикулярно к направлению выемки. Для облегчения выемки модели из формы поверхности, перпендикулярной к плоскости разъема, придают формовочные (литейные) уклоны. Следует избегать разъема форм по наклонным и ступенчатым поверхностям, осложняющего изготовление форм.

Механически обрабатываемые детали наиболее трудоемки и трудны в изготовлении. Следует предусматривать возможность обработки максимального числа поверхностей при одной операции, на одном станке, с одного установа, одним инструментом.

Детали из листового материала в зависимости от тиража, формы, габаритов выполняются либо штамповкой (горячей, холодной), либо давальными работами (на токарном станке), либо вакуум-формованием, либо сваркой, либо гибкой. Общие задачи формообразования изделий из листового материала - получение внешнего радиуса его изгиба, равного не менее чем двум толщинам листа; компенсация недостаточной прочности и жесткости тонколистовых конструкций приданием им скорлупчатой или сводчатых форм; выдавливание рельефов; отбортовка; приварка ребер жесткости.

Важной задачей рационального конструирования является малая материалоемкость изделия. Наибольшее значение масса имеет в транспортном машиностроении, особенно авиации, где каждый лишний килограмм уменьшает полезную грузоподъемность, скорость и дальность действия. Наибольшие возможности



экономии заложены в снижении массы изделий массового производства. Уменьшение массы машин означает снижение расхода материала и стоимости изготовления. Конечно, уменьшение массы не является самоцелью, лучше иметь более тяжелую машину, но и более надежную.

Уменьшения материалоемкости добиваются приданием деталям рациональных сечений и форм, целесообразным использованием прочности материалов, применением прочных материалов, рациональных конструктивных схем, устранением излишних запасов прочности, заменой металлов неметаллическими материалами.

## Список использованной и рекомендуемой литературы

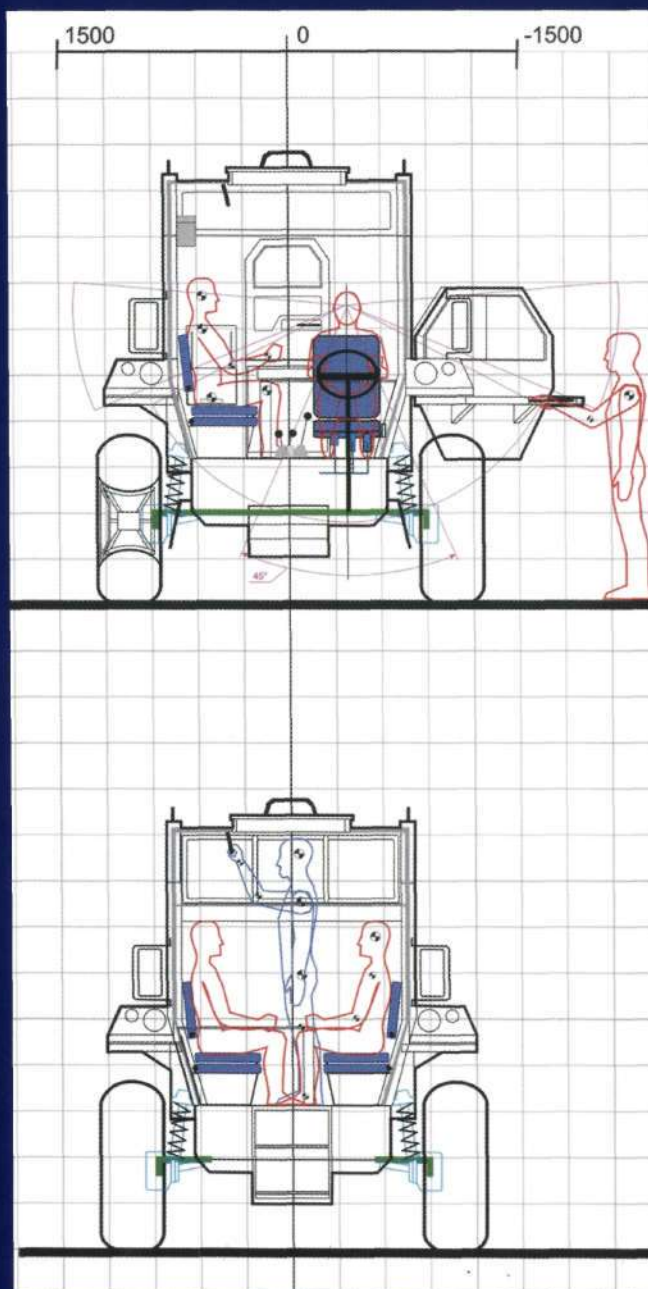
1. **Квасов А.С.** Пластмассы. Технология и художественное конструирование изделий из них.- М.: Высшая школа, 1976.- 152 с.
2. **Крайнев А. Ф.** Механика машин. Фундаментальный словарь.- М.: Машиностроение, 2000.-904 с.
3. **Материаловедение:** Учеб.пособ./ С. А.Васин, Н. Н.Бородкин, Л.А.Морозова, В.А.Редько.- Тула: Изд-во ТулГУ, 2003.- 104 с.
4. **Попов К.Н.** Строительные материалы и изделия: Учеб./К.Н.Попов, М.Б.Каддо.- М.: Высш.шк., 2002.- 367 с:
5. **Ржевская С.В..** Материаловедение.- 2-е изд.,- М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2000.- 304 с.
6. **Шпара П.Е., Шпара И.П.** Техническая эстетика и основы художественного конструирования.- Киев: Высшая школа, 1989.- 247 с.

# **ГЛАВА 7**

## **Эргономика**

«Работать напряженно - значит прилагать к делу максимальные усилия, работать производительно - значит прилагать к делу усилия минимальные».

Г. Эмерсон



Одна из важнейших задач дизайн-проектирования промышленных изделий состоит в оптимизации использования их человеком. Научным исследованием условий, путей и средств подобной оптимизации, наряду с другими научными дисциплинами занимается эргономика.

## 7.1. Понятие эргономики

**Эргономика** (от греч. *ergon* - «работа», *nomos* - «закон») возникла на стыке наук о человеке и его деятельности (психологии, физиологии и гигиены труда, антропологии) и технических наук.

**Предметом эргономики** как науки является изучение системных закономерностей взаимодействия человека (группы людей) с техническими средствами, предметом деятельности и средой в процессе достижения цели деятельности или при специальной подготовке к ее выполнению.

**Цель эргономики** - повышение эффективности и качества деятельности человека в системе «человек - машина - предмет деятельности - среда» (далее будет употребляться термин система «человек-машина»), - рис.7.1 при одновременном сохранении здоровья человека и создании предпосылок для развития его личности.

**Задачей эргономики** как сферы практической деятельности является проектирование и совершенствование процессов (способов, алгоритмов, приемов) выполнения деятельности и способов специальной подготовки (обучения, тренировки, адаптации) к ней, а также тех характеристик средств и условий деятельности, которые непосредственно влияют на эффективность и качество деятельности и психофизиологическое состояние человека.

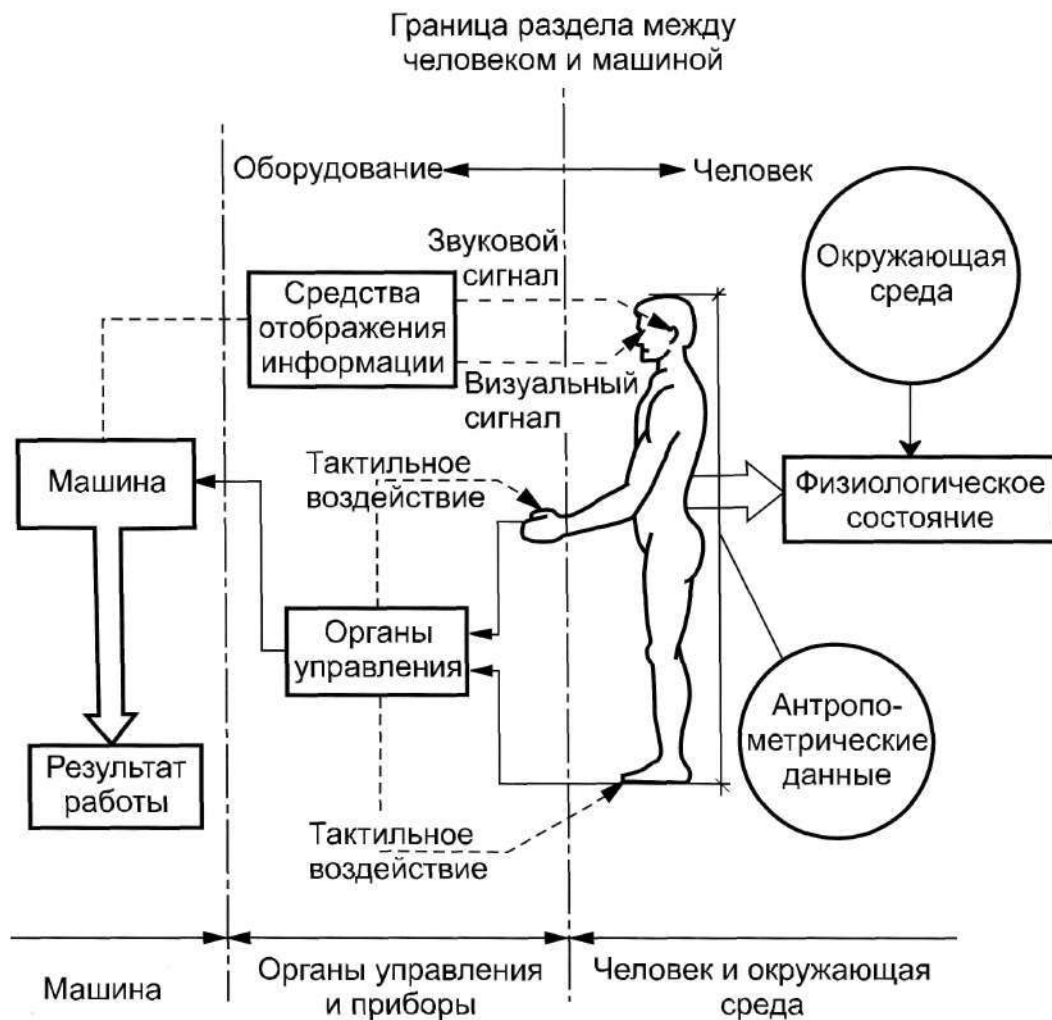


Рис. 7.1. Система  
«человек - машина - среда»

Рассматривая человека, машину, предмет деятельности и среду как единую систему, эргономика занимается изучением проблем оптимального распределения и согласования функций между человеком и машиной, а также внутри трудового коллектива, проектированием процесса деятельности, обоснованием оптимальных требований к ее средствам и условиям и разработкой методов их учета при создании и эксплуатации изделий.

## 7.2. Факторы, определяющие эргономические требования

Эргономические требования - это требования, которые предъявляются к системе «человек-машина» в целях оптимизации деятельности человека-оператора с учетом его социально-психологических, психофизиологических, психологических, антропологических, физиологических и гигиенических характеристик и возможностей.

Эргономические требования являются основой при формировании конструкции машины, дизайнерской разработке пространственно-композиционных решений системы в целом и отдельных ее элементов.

Эргономический подход к решению задачи оптимизации жизнедеятельности человека определяется комплексом факторов. Ниже приведены главные из них, обусловленные индивидуальными особенностями человека.

**Социально-психологические факторы** предполагают соответствие конструкции машины (оборудования, оснащения) и организации рабочих мест характеру и степени группового взаимодействия, а также устанавливают степень межличностных отношений, отвечающую содержанию совместной деятельности по управлению объектом.

**Антропометрические факторы** обуславливают соответствие структуры, формы, размеров оборудования, оснащения и их элементов структуре, форме, размерам и массе человеческого тела.

**Психологические факторы** предопределяют соответствие оборудования, технологических процессов и среды возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики закрепленных и вновь формируемых навыков работающего человека.

**Психофизиологические факторы** обуславливают соответствие оборудования зрительным, слуховым и другим возможностям человека, условиям визуального комфорта и ориентирования в предметной среде.

**Физиологические факторы** призваны обеспечить соответствие оборудования физиологическим свойствам человека, его силовым, скоростным, биомеханическим и энергетическим возможностям.

**Гигиенические факторы** предопределяют требования по освещенности, газовому составу воздушной среды, влажности, температуре, давлению, запыленности, вентилируемости, токсичности, напряженности электромагнитных полей, интенсивности различных видов излучений, в том числе радиации, шуму, гравитационной перегрузке и ускорению.

### 7.3. Антропометрические факторы в дизайн-проектировании

Форма и функциональные размеры всей предметной среды, ее объемно-пространственных структур неразрывно связаны с размерами и пропорциями тела человека.

Измерениями человеческого тела занимается **антропология**, и в частности ее раздел - **антропометрия** (от греч. *anthropos* - «человек» и *metreo* - «меряю»).

Среди антропометрических различают **классические** и **эргономические** размеры человеческого тела. Первые используются при изучении пропорций тела, возрастной морфологии, для сравнения морфологической характеристики различных групп населения, а вторые - при проектировании изделий и организации труда.

Эргономические антропометрические признаки по способам измерений и в зависимости от сферы использования разделяются на **статические** и **динамические**.

**Статические антропометрические признаки** - это размеры тела, измеренные однократно в статическом положении испытуемого. Они включают размеры отдельных частей тела и габаритные, т.е. наибольшие размеры в разных положениях и позах человека.

Эти признаки используются для расчета свободных (несопреженных) параметров элементов рабочих мест, для определения диапазона регулирования изменяемых параметров, конструирования манекенов, создания математических моделей тела человека.

В приложении приведены значения этих признаков для русских мужчин и женщин (табл. П7.1, П 7.2) (поскольку в таблицах П7.1 и П7.2 даны значения для обнаженного тела, то в табл. Ш.3 приведены поправки на легкую и тяжелую одежду).

**К динамическим антропометрическим признакам** относятся размеры тела, изменяющие свою величину при угловых и линейных перемещениях измеряемой части тела в пространстве. Они характеризуются угловыми и линейными перемещениями (углы вращения в суставах, угол поворота головы, линейные измерения длины руки при ее перемещении вверх, в сторону и т.д.) - рис. 7.2.





**Перцентиль** - это сотая доля объема измеренной совокупности, выраженная в процентах, которой соответствует определенное значение признака. Площадь, ограниченная кривой нормального распределения значений признака, делится на 100 равных частей, или перцентилей, каждый из которых имеет свой порядковый номер. Так, 5-й перцентиль ограничивает слева на кривой нормального распределения 5 % численности людей с наименьшими значениями признака, 95-й - 5 % справа, а 50-й соответствует среднему арифметическому значению признака *M*.

При использовании числовых значений антропометрических признаков следует учитывать их особенности, обусловленные полом, возрастом, национальностью и другими факторами. Особое внимание нужно обращать на значительные половые различия большей части антропометрических признаков, так как многие элементы производственного оборудования предназначены одновременно и для мужчин и для женщин. Эти различия в размерах достаточно значительны для положения как стоя, так и сидя. Так, продольные размеры в положении стоя (высота точек над полом) у мужчин больше, чем у женщин на 7-12 см, а в положении сидя (высота точек на сиденье) - на 3-6 см; поперечные передне-задние и периметровые размеры по отношению к верхней части тела у мужчин больше, чем у женщин на 1-3 см, но по отношению к нижней части тела (таз и бедра) - у женщин больше, чем у мужчин на 2-4 см; габаритные размеры у мужчин также больше: длина руки на 7-15 см, а длина ноги - на 6-19 см.

Национальные различия по группам размеров несколько меньше, чем половые, но также значительны, особенно по продольным размерам в положении стоя. Исключение составляют следующие признаки: высота над сиденьем (плеча, шейной точки, нижнего угла лопатки, линии талии, локтя, бедра); спинка сиденья - колено; передняя досягаемость для руки; ширина двух колен; ширина двух стоп.

Возрастные различия антропометрических признаков взрослого населения выражены нерезко. Имеется тенденция к увеличению (на 5 см) всех продольных размеров у лиц молодого возраста (20-29 лет) и поперечных, передне-задних и обхватных размеров у лиц старшего возраста (30-50 лет).

При расчете параметров оборудования по высоте следует учитывать, что наибольшие половые, национальные и возрастные различия наблюдаются в продольных размерах тела в положении стоя. В положении сидя эти различия уменьшаются или вовсе исчезают.

Для определения размеров элементов и изделий для детей пользуются антропометрическими признаками, сгруппированными по ростовым группам.

При использовании антропометрических данных необходимо:

- учитывать количество регулируемых параметров производственного оборудования и рабочих мест;
- помнить о том, что наибольшие различия в размерах тела - индивидуальные (внутригрупповые), а затем межгрупповые (половые, национальные, возрастные);
- рассчитывать требуемый минимум свободного пространства для размещения тела человека или его перемещения, исходя из антропометрических данных людей, характеризующихся наибольшими продольными, поперечными и передне-задними размерами тела;
- рассчитывать те части рабочего пространства, которые связаны с различными видами досягаемости, на основе антропометрических данных людей, характеризующихся наименьшими продольными, поперечными и передне-задними размерами тела;
- помнить, что люди отличаются друг от друга не только общими размерами тела, но и соотношениями этих размеров;
- использовать базы отсчета, которые соотносятся с базами, взятыми при измерении размеров тела, и не требуют сложных перерасчетов;
- округлять цифровые значения антропометрических данных, заимствованные из таблиц, но не более чем на 1 см или 1 градус.

**При использовании антропометрических данных не рекомендуется:**

- рассчитывать параметры оборудования и рабочих мест на основе только средних арифметических значений антропометрических признаков;
  - пользоваться антропометрическими данными 20-25-летней давности;
  - пользоваться источниками (справочники, монографии и т.п.), в которых не указаны год сбора материала, пол, возраст и национальность контингента исследуемых, численность группы населения;
- использовать размеры тела, измеренные в положении

стоя, при расчетах параметров рабочих мест, предназначенных для работы сидя;

- получать основные эргономические размеры путем сложения отдельных классических размеров;
- выделять основные и второстепенные антропометрические признаки; следует считать все множество антропометрических признаков одинаково необходимым, выявляя их значимость только при анализе конкретных объектов производственного оборудования.

## 7.4. Рекомендации по эргономическому обеспечению проектирования

**Эргономические свойства** – это свойства изделий (предметов), которые проявляются в системе «человек-машина» в результате реализации эргономических требований.

Та часть рабочего пространства, где располагается производственное оборудование, с которым взаимодействует человек в рабочей среде, называется **рабочим местом**.

Под эргономическим обеспечением проектирования понимается установление эргономических требований и формирование эргономических свойств системы «человек-машина» на стадиях ее разработки и использования.

### 7.4.1. Проектирование рабочего пространства и рабочего места

Трудовая активность человека во многом определяется условиями, в которых он работает. К ним прежде всего относятся **рабочее пространство и рабочее место**.

Эргономическое проектирование рабочих пространств и рабочих мест производится для конкретных рабочих задач и видов деятельности с учетом антропологических и психических возможностей и особенностей работающих людей. Оно должно создать наилучшие условия:

- для работающего человека с учетом рабочих движений и перемещений в соответствии с требованиями технологического процесса;
- для выполнения основных и вспомогательных операций в удобном рабочем положении, соответствующем специфике трудового процесса, и с применением наиболее эффективных приемов труда;

- для расположения средств управления в пределах максимальных и минимальных границ пространства движений человека (по ширине, глубине и высоте);
- для свободного доступа к местам профилактических осмотров, ремонта и наладки, удобства их выполнения;
- для рационального размещения рабочего оборудования, безопасности работающих.

Рабочее пространство и организация рабочего места, достигаемость и величина усилий на органы управления, а также характеристики обзорности обуславливаются прежде всего положением тела работающего. Наиболее распространены рабочие положения стоя и сидя, реже - лежа. Каждое из положений характеризуется определенными условиями равновесия, степенью напряжения мышц, состоянием кровеносной и дыхательной систем, расположением внутренних органов и, следовательно, расходом энергии.

Выбор рабочего положения связан с размерами пространства движений человека, величиной и характером (статическая, динамическая) рабочей нагрузки, объемом и темпом рабочих движений, требуемой степенью точности выполнения операций, особенностями предметно-пространственного окружения.

Термин **«рабочая поза»** обозначает наиболее частое и предпочтительное взаиморасположение звеньев тела при выполнении трудовых операций. Рабочая поза динамична. Ее изменение связано с рабочими движениями, причем поза рассматривается как пространственная граница фазы движения (начальная, граничная, конечная). Сохранение той или иной позы происходит при активном участии нервно-мышечной системы.

Особое внимание следует уделять рабочей позе и условиям ее поддержания при проектировании рабочих задач и деятельности ^ выполнении которых преобладают двигательные компоненты и требуется длительное поддержание определенной рабочей позы. При этом важно иметь в виду, что негативное воздействие оказывает не столько сама поза, сколько время, в течение которого человек в ней находится. Оптимальная рабочая поза должна служить исходным моментом при расчетах размеров достигаемости для рук и ног в пределах пространства движений человека.

Например, неудобная поза, вызванная недостаточным пространством для ног при работе сидя, приводит к значительному снижению точности тонких ручных операций.

При расчете параметров рабочего места на основе антропометрических данных необходимо учитывать: выбранную систему координат и соответствующие базы отсчета; рабочее положение работающего; возможность изменения положения тела; величину размаха рабочих движений; количество элементов рабочего места; параметры обзорности; требования ограничения рабочего пространства (кабины, площадки, отсеки и т.п.); возможность регулирования параметров элементов рабочего места; возможность подвижности элементов рабочего места (сиденья, подставки для ног, педали).

#### **Рабочая поверхность**

Характеристики рабочей поверхности определяются спецификой деятельности, положением тела, антропометрическими данными, числом и размерами предметов и средств деятельности.

Для рабочих поверхностей рассчитывают: габаритные размеры; максимальные и минимальные границы досягаемости по высоте, ширине, глубине; размеры пространства для ног (сидя) и стоп (стоя); размеры подходов к каждой из них, а также требуемую обзорность.

Для оптимальной организации рабочего места необходимо учитывать размеры соотношения параметров рабочей поверхности и параметров других элементов рабочего места, из которых наиболее существенны: соотношение по высоте между рабочей и опорной поверхностями при работе стоя и сидя (сиденье, подставка для ног, пол); расстояние между передним краем сиденья и краем рабочей поверхности; соотношение по ширине между рабочей поверхностью и подставкой для ног.

Высота рабочей поверхности определяется антропометрическими данными работающего, характером выполняемой работы, степенью ее тяжести и требуемой точностью. Человек может субъективно различать изменение высоты и угла наклона рабочей поверхности, сиденья и подставки для ног соответственно на 1 см и 1 градус.

**Рабочая поверхность** - это элемент оборудования рабочего места, на которой работающий, используя необходимые средства, выполняет действия с предметом деятельности.

**Рабочее сиденье** - это элемент рабочего места, который обеспечивает поддержание рабочей позы в положении сидя.

При нерегулируемой по высоте рабочей поверхности для работы стоя необходима подставка, регулируемая по высоте, с целью обеспечения каждому работающему удобства на рабочем месте. В этом случае высота рабочей поверхности рассчитывается на самого высокого рабочего, диапазон регулирования высоты подставки для ног равен разнице в росте самого высокого и самого низкого человека в группе работающих.

Покрытие рабочей поверхности должно обеспечивать оптимальный цветовой и яркостный контраст с предметом труда и не давать бликов.

#### **Рабочие сиденья**

Основное назначение сиденья - не только снизить нагрузку на ноги человека, но и создать опору сидящему, чтобы он мог поддерживать стабильную позу во время работы и расслабить те мышцы, которые не участвуют в работе.

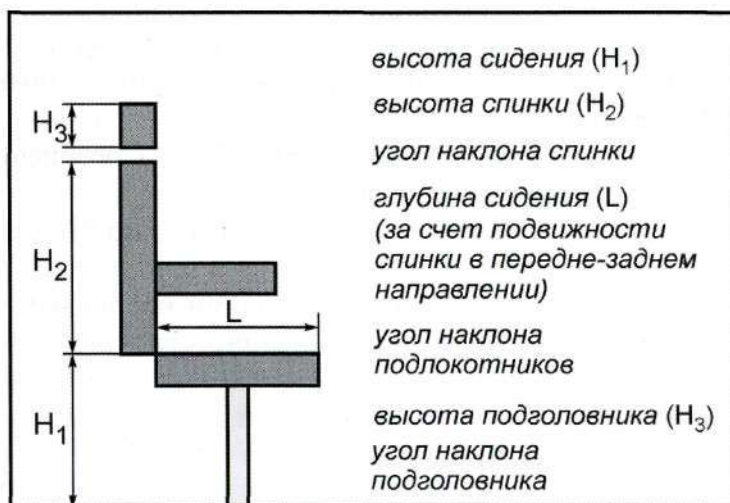
При выборе типа рабочего сиденья учитываются специфика работы, объем рабочей области, пространственные соотношения с другими элементами рабочего места, вид рабочего места, возможность смены рабочих поз, рабочего положения, величина развиваемых усилий, диапазон движений частей тела, наличие вибрации, условия безопасности.

Конструируя рабочее сиденье, следует соблюдать следующие условия распределения давления при сидении:

- 1) давление на область седалищных бугров должно быть снижено слабым профилированием поверхности сиденья в области расположения ягодиц;
- 2) спинка должна быть профилирована, чтобы обеспечить поддержку для поясничного отдела позвоночника;
- 3) давление на заднюю поверхность бедер должно быть сведено к минимуму;
- 4) угол между сиденьем и спинкой должен составлять 95-105 °, что также способствует оптимизации распределения давлений;
- 5) обивка и покрытие сиденья и спинки должны быть достаточно эластичны, чтобы принимать на себя локальные давления тела;

Рабочие сиденья должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать такое положение тела, при котором нагрузка на мышцы будет оптимальной;
- создавать условия для изменения рабочей позы с целью снятия статического напряжения мышц спины и предупреждения общего утомления;
- способствовать нормальному функционированию сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем;
- обеспечивать удобство усаживания и вставания, свободное перемещение корпуса и конечностей относительно друг друга в процессе работы;
- создавать надежную опору позвоночнику и тазу и сохранять их естественное выпрямленное положение;
- свободно перемещаться относительно рабочей поверхности, а также фиксироваться при обширной зоне вращения;
- иметь регулируемые параметры.



6) поверхность сиденья не должна сдавливать и ограничивать область распределения больших бугров бедренной кости;

7) поверхность сиденья и спинки должны иметь размеры, удовлетворяющие размерам тела человека от 5 до 95-го перцентиля взрослого населения.

Рабочие стулья и кресла предназначены в основном для длительного пользования, состоят из сиденья, спинки, поддерживающих конструкций, подлокотников (для кресел). Спинка кресел может быть обычной или высокой. В конструкцию кресла могут входить также подставка для ног и подголовник.

Сиденья должны регулироваться по высоте и углу наклона спинки (рис. 7.3). Изменение параметров кресла и стула должно осуществляться быстро, без приложения значительных усилий и использования специального инструмента. Регулирование параметров рабочего сиденья может быть плавным или ступенчатым. Шаг ступенчатой регулировки для линейных параметров - 10 мм, для угловых - 1°.

Рекомендуется соблюдать меру при определении числа регулируемых параметров как кресла, так и других видов оборудования, имея при этом в виду, что любая дополнительная возможность регулирования повышает неустойчивость оборудования и влечет за собой проблему стабилизации; чем больше возможностей для регулирования оборудования, тем больше вероятность ошибки при использовании им.

#### 7.4.2. Рабочий инструмент

Конструкция инструмента должна быть ориентирована на создание функционального единства с рукой как по форме управляющей части (грифов, рукояток, пусковых кнопок, курков), так и по направлению приложения усилий.

Рис. 7.3. Регулируемые параметры кресел

**При проектировании управляющих частей инструмента необходимо учитывать:**

- способ удержания инструмента в руке (двумя, тремя пальцами или всей кистью);
- величину усилий; направление приложения усилий (вращение, надавливание, вытягивание и т.п.);
- вид выполняемой работы, ее точность, затраты механической энергии и другие характеристики;
- высоту рабочей зоны или зоны для манипулирования с предметом труда;
- основное рабочее положение тела и положение рук в процессе работы;
- размеры инструмента, его вес; материал для изготовления рабочей и управляющей частей инструмента;
- неблагоприятные факторы, создаваемые преобразующей частью инструмента (электромагнитное излучение, вибрация, шум, перегрев, ударные воздействия и др.).

Форма захватных частей должна быть удобной, изготовленной из прочного материала, обладающего низкой теплопроводностью. При длительной работе инструмент не должен вызывать отрицательных ощущений (боль, термический дисбаланс и др.), мозолей, деформации и искривления пальцев и т.п. Его конструкция должна быть простой и безопасной в обращении, ремонтпригодной, соответствовать биомеханическим свойствам двигательного аппарата человека и эстетическим запросам работника, быть технологичной и экономичной в изготовлении, предусматривать, возможность удобного хранения и транспортирования.

Форма захватной части инструмента должна соответствовать морфологической структуре кисти. Давление на кисть руки в процессе работы должно равномерно распределяться по возможно большей площади соприкосновения с рукой. Нельзя придавать захватным частям узкоспециализированную форму по отношению к способу удержания инструмента; необходимо предусматривать возможность небольшого варьирования расположения захватной части в руке, перераспределяя нагрузки между мышцами пальцев и кисти; следует учитывать, что часть работающих (6-7 %) может быть левшами.

Рукоятка инструментов должна иметь форму, которая не требовала бы чрезмерно большого усилия при ее сжатии рукой, не принуждала бы руку к одному и тому же положению, не увеличивала бы статического напряжения.

Управляющая часть рабочего инструмента должна быть безопасной, изготовлена из гигиеничного и прочного материала, который не бьется на осколки и имеет небольшую теплопроводность. Допустимо незначительное рифление поверхности для уменьшения скольжения пальцев. Следует избегать декоративных покрытий, увеличивающих скольжение.

Функцию управления инструментом (включение электромотора, переключение скоростей и т.п.) целесообразно сосредоточивать на одной руке, а функцию выбора зоны действий инструмента и его поддержания в пределах зоны - на другой.

Конструкция инструмента должна предотвращать перегрузки мышц пальцев, кисти и предплечья, способствовать развитию



навыков мастерства обращения с инструментом.

Управляющая часть инструмента по форме и размеру должна соответствовать форме и размерам руки основного контингента работающих, для которых инструмент проектируется.

Для конструирования инструментов полезно знать основные рекомендации по их использованию:

следует избегать контакта руки с действующей частью инструмента;

- центр тяжести инструмента должен быть расположен как можно ближе к центру тяжести удерживающей кисти;

- ручки для удерживания инструмента должны быть расположены вблизи от его центра тяжести,

инструмент с массой более 4 кг не должен использоваться более 2 мин без перерыва;

- инструмент с массой более 0,5 кг, удерживаемый в вытянутой руке, должен быть укреплен на подвеске;

- при работе с инструментом следует избегать положений с руками на весу и поэтому необходимо оборудовать рабочие места поддержками для рук;

- приводные устройства инструмента (шланги, провода) не должны увеличивать массу инструмента, удерживаемого в руке;

- ручки, расположенные под углом к действующей части инструмента, позволяют использовать его, избегая крайних положений в суставах кисти и запястья;

- инструмент с ручкой-пистолетом следует использовать при движениях, когда ось инструмента направлена горизонтально, а усилие прикладывается на уровне локтя либо когда ось инструмента направлена вертикально, а усилие прикладывается на уровне пояса;

- инструмент с прямой ручкой предпочтительнее использовать на вертикальных поверхностях ниже уровня пояса и на горизонтальных поверхностях на уровне локтя;

- ручка инструмента должна позволять удерживать его в положении, когда большой палец заходит за ногтевые фаланги указательного, среднего и безымянного пальцев,

- шлифовальные, полировальные, резательные ручные машины не должны быть слишком легкими, чтобы рабочий не прикладывал излишнее усилие для контакта обрабатываемой поверхности с обрабатываемой деталью;
- если инструмент удерживается рукой в перчатке, длина ручки не должна быть меньше 115 мм, если инструмент плотно обхватывается и зажимается в ладони, его ручка должна иметь гладкую закругленную поверхность;
- давление от инструмента, требующего большого усилия, не должно попадать в центр ладони;
- немеханизированные инструменты типа ножниц, кусачек следует снабжать пружиной, автоматически разводящей концы;
- пусковую клавишу механизированного инструмента лучше располагать между средним и безымянным пальцами, чем под указательным или большим;
- уменьшить статическую нагрузку на руки можно с помощью ремня, перекинутого от ручки инструмента через тыл кисти (как на лыжных палках).

Инструменту полной мере отвечающий требованиям эргономики и дизайна, должен содействовать развитию у работника гностических, различающих и управляющих способностей рук и вызывать положительные эмоции при пользовании инструментом.

#### 7.4.3. Проектирование интерфейса

Интерфейс обеспечивает взаимодействие человека с техническими средствами при приеме и оценке информации, информационной подготовке и принятии решений, исполнительных действиях и коммуникации. Основные компоненты - это **средства отображения информации (СОИ)** и **органы управления**.

**Средства отображения информации** (приборы, экраны, мнемосхемы, табло и т.п.) предназначены для предъявления работающему человеку данных, характеризующих объект управления, ход технологического процесса, энергетические

**Мнемосхемы** представляют собой наглядное графическое изображение функциональной схемы объекта или системы, технологического процесса, включают в себя цифровые и стрелочные приборы, видеотерминалы и пр. При компоновке мнемосхем стараются использовать привычные ассоциации и стереотипы. Так схема может ассоциироваться с пространственным расположением обозначаемых объектов, отдельные символы - с функциональной схемой объектов, либо с внешним видом агрегатов, либо с общепринятыми значениями для их обозначения, буквами.

ресурсы, состояние средств автоматизации, каналов связи и пр. Эти данные предъявляются человеку в количественной и качественной форме.

**Органы управления** (кнопки, клавиши, рычажные и поворотные переключатели, маховики, педали и т.п.) предназначены для передачи управляющих воздействий от работающего человека к производственному оборудованию и играют роль связующего звена между ними. С их помощью осуществляются ввод информации, ее вызов на СОИ, приведение в действие исполнительных органов объекта управления (подгонка резца, подъем ковша экскаватора и т.п.).

#### **Восприятие визуальной информации**

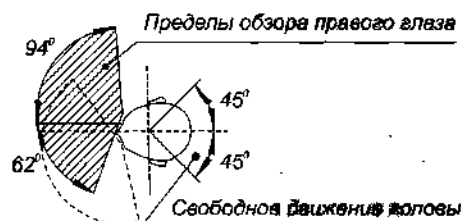
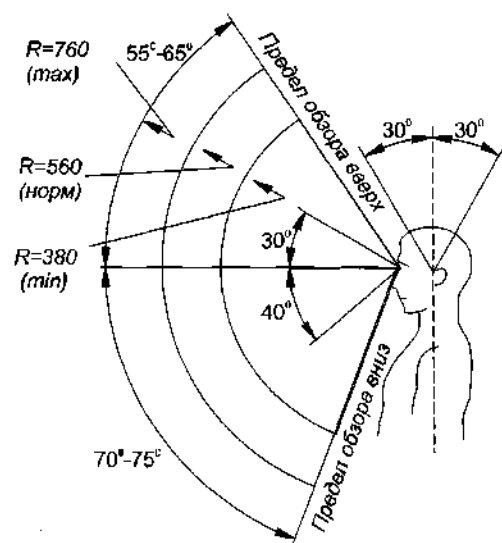
Для правильной организации рабочего места, в частности при проектировании средств отображения информации, необходимо обеспечить оптимальные условия для зрительного восприятия в пределах рабочей зоны.

Качество восприятия информации обусловлено:

- характеристиками зрительного аппарата человека, пороговыми и другими значениями ощущений (формой поля зрения, видимым спектром, разрешающей способностью и т.п.);
- угловыми размерами элементов информации, ее формой и положением в пространстве, движением (статичные сигналы, динамичные дискретные и непрерывные).

Поле зрения человека обоими глазами (бинокулярное зрение) ограничено угловыми размерами и предельными расстояниями от глаза до наблюдаемого предмета при нормальной освещенности последнего (рис. 7.4). Диаграмма на рис. 7.4 показывает обзор без напряжения для глаз, т.е. для длительного и точного наблюдения при фиксированном положении головы и всего корпуса. Точность восприятия изображения предмета зависит от того, под каким углом оно рассматривается. При рассматривании изображения сбоку допустимый угол обзора не должен превышать 45° к нормали экрана, так как при больших углах изображение значительно искажается.

Видимые размеры объектов, в том числе знаков, определяются в угловых величинах (см. рис. 7.4).



### Поле зрения

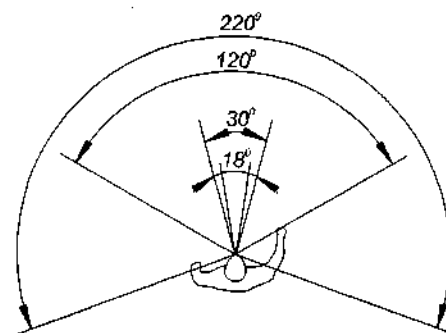
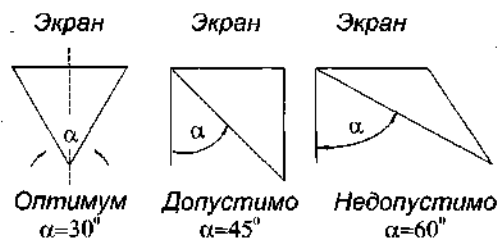
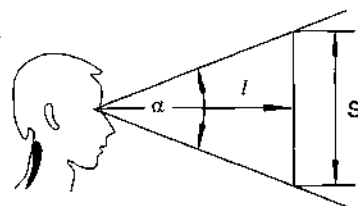


**Схема углов видимости:**  
мгновенного зрения в рабочей зоне - 18°,  
эффективной видимости в рабочей зоне - 30°,  
обзора на рабочем месте при фиксированном положении головы - 120°,  
обзора при поворотах головы - 220°.



$\alpha$  - УГЛОВЫЕ РАЗМЕРЫ ОБЪЕКТА  
 $\lg \frac{\alpha}{2} = \frac{S}{2l}$



$$\frac{1}{6} - \frac{1}{8} - \frac{1}{10} H$$

**ОПТИМАЛЬНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗНАКА**

Рис. 7.4. Поля зрения человека и оптимальные параметры

Угловые размеры (в градусах, минутах и секундах) определяются по формуле:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{S}{2l},$$

где  $\alpha$  - угол зрения;  $S$  - линейный размер объекта (знака);  $l$  - расстояние до объекта (знака) по линии взора.

Для обеспечения читаемости цифр необходимо выдерживать оптимальные соотношения основных параметров знака: высота, ширина, толщина линии. Для знаков прямого контраста толщина линии должна составлять 1/6 - 1/8 высоты знака, для знаков обратного контраста - 1/10.

Помимо границ зрительного поля и его зон необходимо также учитывать другие закономерности зрительного восприятия, а именно:

- различительная чувствительность глаза резко уменьшается от центра к периферии;
- цветовое зрение осуществляется за счет центральных областей сетчатки глаза, ахроматическое - за счет периферического зрения;
- монохроматические цвета в рамках зрительного поля воспринимаются в различных границах: желтый и голубой имеют наиболее широкие границы, красный и зеленый - узкие;
- по мере передвижения к периферии зрительного поля некоторые цвета меняются: красные и зеленые - желтеют, пурпурные - синеют;
- на большом расстоянии хуже всего воспринимается синий цвет;
- подвижные объекты периферическим зрением воспринимаются значительно лучше, чем неподвижные;
- глаз человека может зрительно воспринимать одновременно объем в пределах 5...7 отдельных объектов.

На основании общих физиологических закономерностей движения глаз дизайнеру и другим специалистам необходимо знать следующее:

- горизонтальные движения глаз быстрее, чем вертикальные;
- вертикальные движения глаз утомительнее, чем горизонтальные;
- точнее оцениваются горизонтальные пропорции и размеры изделий, чем вертикальные, а следовательно, ритмичность в горизонтальной плоскости воспринимается четче, чем в вертикальной;
- глаз, являясь физическим телом, обладает определенной инертностью, вследствие чего прямолинейные контуры воспринимаются легче, чем ломанные. Однако это не означает, что необходимо избегать резких контуров;
- скачкообразная моторика глаз в известной мере подсказывает целесообразность применения ритмических композиций.

Зрительное восприятие имеет еще такие особенности, как зрительные иллюзии, своеобразные ошибки зрения.

### **Органы управления**

Орган управления состоит из приводного элемента и исполнительской части. Размеры и форма приводного элемента рассчитываются в соответствии с размерами и формой тех частей тела человека, с которыми он соприкасается.

Различают **ручные** и **ножные органы управления**.

Предпочтение следует отдавать ручным органам, поскольку руками можно управлять множеством органов различного типа, а для каждой ноги могут быть предназначены не более двух.

**Ручные органы управления** рекомендуется использовать тогда, когда важны точность установки органа управления в определенное положение, скорость манипулирования, а также когда нет необходимости в непрерывном или продолжительном приложении усилий в 90 Н и более.

Проектирование и выбор органов управления зависят от следующих факторов:

- структуры и особенностей деятельности оператора как при нормальной работе систем, так и при их отказе;
- антропометрических, психофизиологических характеристик человека;

- управляющих действий, которые должен производить оператор (включение, переключение, регулирование);
- рабочего положения тела человека; динамических характеристик рабочих движений (усилия, точность, диапазон, траектория и т.д.);
- технических характеристик объекта управления; информации, на которую должен отвечать человек или которую должен вводить в машину;
- места расположения органа управления (на панелях пульта или вне его);
- характеристик рабочей среды (освещенность, вибрация, помехи и т.д.);
- наличия или отсутствия спецодежды и средств индивидуальной защиты.

Требования к размещению органов управления касаются их размещения на рабочем месте относительно работающего, группирования и взаимного расположения на панели, относительно СООИ или управляемых объектов.

Органы управления должны быть сгруппированы в моторном пространстве рабочего места или на нескольких его участках (рис.7.5,7.6).

Независимо от типа органы управления должны быть логически сгруппированы в определенную пространственную структуру с учетом:

- функционального назначения (принадлежность к одному комплексу оборудования, системе, агрегату, функциональному узлу);
- последовательности использования в зависимости от алгоритма деятельности оператора;
- времени использования (в период функционирования системы или ее подготовки к эксплуатации);
- характера режима работы системы, значимости органа управления для работы системы. При затруднении с реализацией этих требований предпочтение следует отдавать принципу группирования по функциональному назначению системы. Нельзя

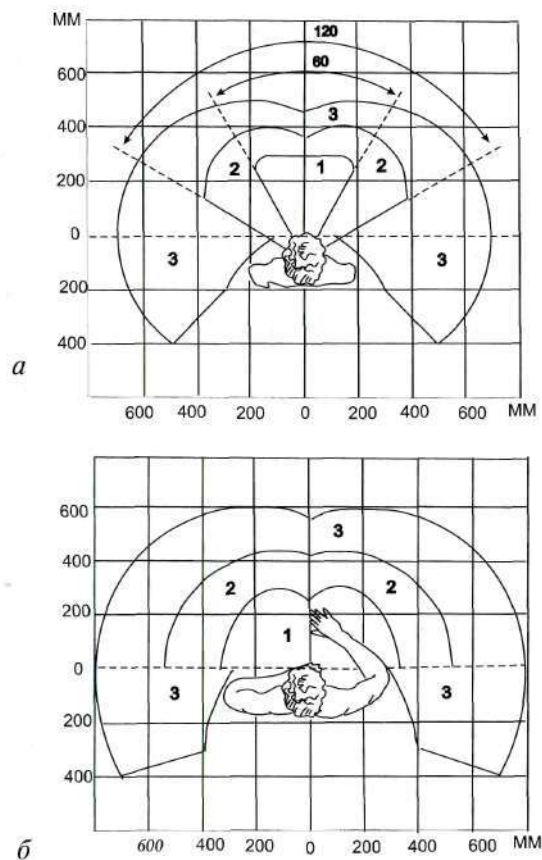


Рис. 7.5. Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в горизонтальной плоскости:  
 а - при работе сидя; б - при работе стоя;  
 1 - наиболее важных и очень часто используемых органов управления; 2 - часто используемых; 3 - редко используемых органов управления

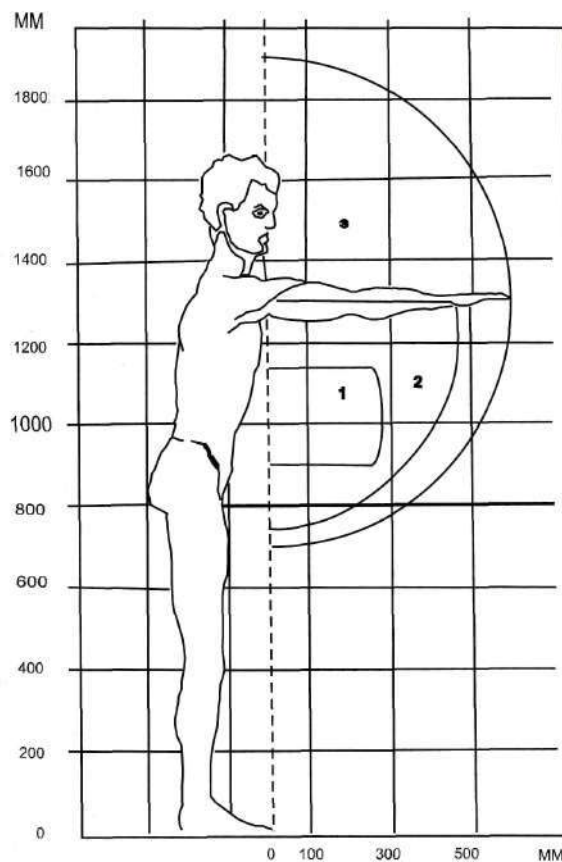


Рис. 7.6. Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в вертикальной плоскости:  
 1 - наиболее важных и очень часто используемых; 2 - часто используемых;  
 3 - редко используемых



располагать рядом органы управления, используемые при нормальной работе и в аварийных ситуациях.

**Ручные органы управления** следует размещать так, чтобы ни приводной элемент, ни рука работающего не закрывали расположенных рядом СОИ.

Если на панели расположено большое количество взаимосвязанных ручных органов управления и средств отображения информации, рекомендуется каждый орган управления располагать непосредственно под связанным с ним индикатором: справа от него - для правой руки, слева - для левой руки (рис.7.7).

При конструировании органов управления необходимо учитывать физические возможности человека. В качестве примера на



*Рис. 7.7. Рекомендуемые варианты размещения органов управления и средств отображения информации*

рис.7.8 приведены размеры поворотных ручек и необходимые при использовании усилия.

Все органы управления должны быть легко опознаваемы, информировать о состоянии управляемого объекта и позиции приводного элемента в любой момент приложения управляющего усилия. Приводные элементы органов управления должны различаться между собой как минимум по двум - трем признакам. Для этих целей используется кодирование формой, цветом, размером и размещением.

Форма приводных элементов органов управления должна быть наглядной, удовлетворять требованиям мнемоники и облегчать их использование. Для аварийных органов управления нужно предусматривать возможность не только зрительного, но и тактильного опознания. Кроме того, форма приводного элемента органа управления должна быть обусловлена морфологическими и

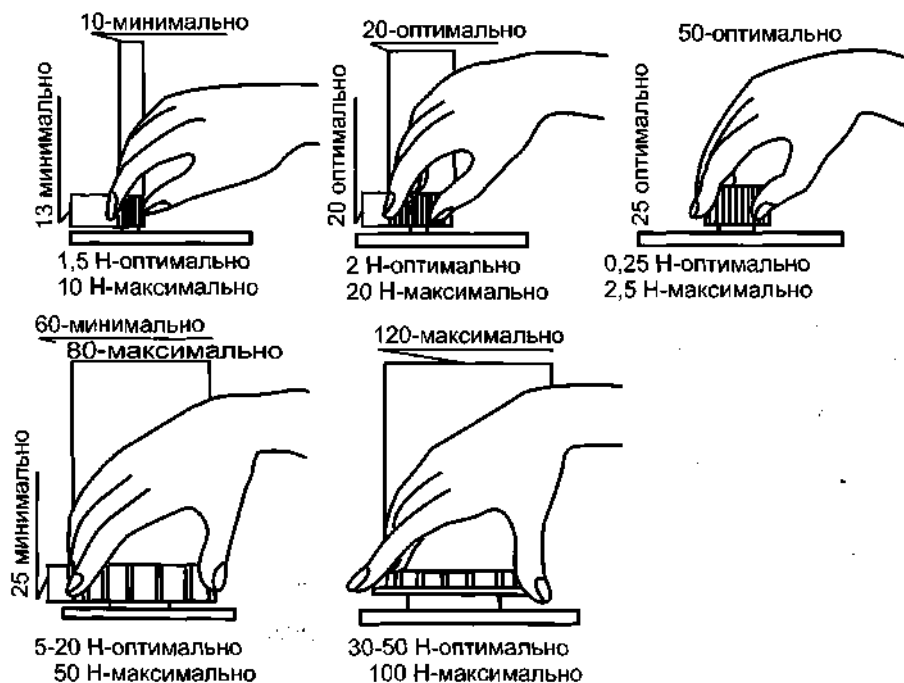


Рис. 7.8. Оптимальные размеры поворотных ручек и значений прилагаемых к ним усилий

**Хиротехника** - прикладная дисциплина эргономики, занимающаяся проблемой соответствия формы элементов и инструмента (связанных с движениями рук человека) требованиям удобства.

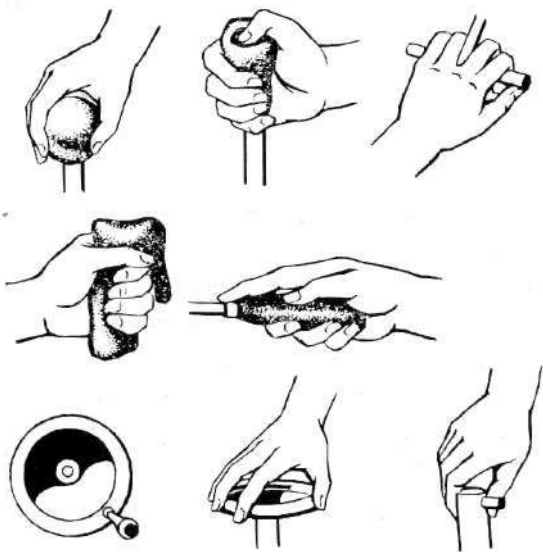


Рис. 7.9. Различные варианты решения ручек по требованию хиротехники

физиологическими особенностями управляющих звеньев человеческого тела (пальцы, ладонь, стопа и др.), не должна вызывать излишних деформаций и неравномерных мышечных нагрузок при выполнении управляющих движений (рис. 7.9).

Материал, из которого изготавливаются захватные части, должен быть гигиеничным, приятным на ощупь. Края органа управления должны быть закруглены и не иметь заусенцев.

Окраска приводных элементов органов управления должна производиться в соответствии с их функциональным назначением. Например, органы управления, относящиеся к кислородной системе питания, окрашиваются в голубой цвет, аварийные органы управления - в красный.

**Ножные органы управления** предназначены для операций типа включения-выключения и регулирования состояний объекта управления.

Решение о предпочтительном выборе ножных органов управления следует принимать при необходимости:

- разгрузки рук для выполнения более тонких и точных движений, снятия излишних мышечных нагрузок, вызывающих утомление;
- установки одного из двух рабочих положений органа управления (включение-выключение, пуск-остановка);
- быстрой, хотя и грубой регулировки.

При частом и продолжительном пользовании ножными органами управления необходимо обеспечить работу в положении сидя.

Усилие, прилагаемое к педали, определяется рядом факторов: типом объекта управления, конструктивным решением педали, положением работающего (сидя, стоя), частотой использования и т.п. Усилие, развиваемое ногой, больше в положении стоя. При выполнении работ в положении стоя следует по возможности избегать применения педалей. Если это необходимо, то педаль должна располагаться на высоте не более 200 мм от пола. Направление движения должно быть приблизительно вертикальным. Движения нажатия должны осуществляться только в голеностопном суставе.

*Рис. 7.10. Рабочая зона для ног в положении сидя (двойной штриховкой выделена оптимальная зона для точных движений с небольшими усилиями)*

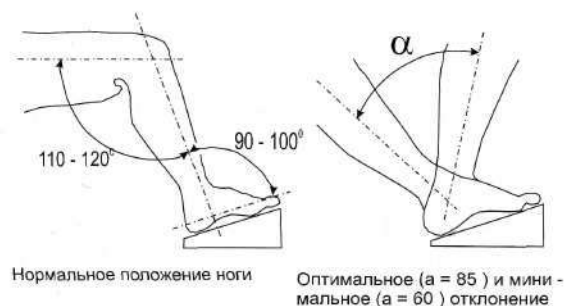
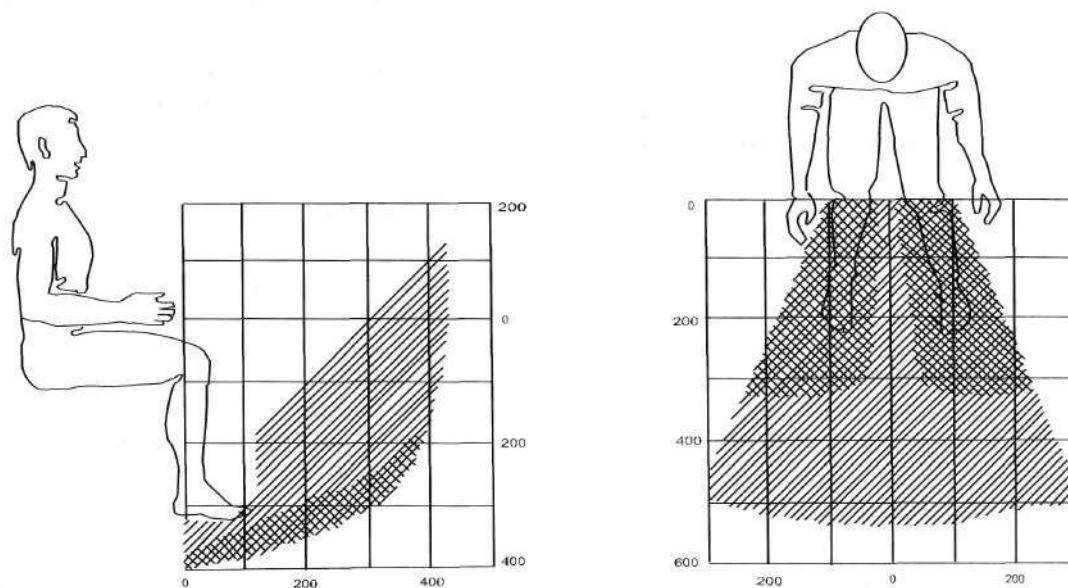


*Рис. 7.11. Положение ступни и голени при управляющих движениях*

Педали следует располагать в зоне досягаемости или в оптимальной зоне действия ног (рис. 7.10).

Для обеспечения оптимального положения ноги угол в голеностопном суставе должен составлять 90-110°, а в коленном - 110-120°. При рабочих движениях педалью нужно учитывать оптимальное и максимальное отклонения голени относительно горизонтальной плоскости зоны действия (рис. 7.11).

#### 7.4.4. Проектирование рабочей (производственной) среды

Проектирование рабочей среды основывается на знании физических, физиологических и психологических механизмов воздействия ее факторов на организм и деятельность человека. Ниже перечислены основные факторы рабочей производственной среды:

- микроклимат (температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха);
- освещенность (искусственная, естественная);
- шум, вибрация (промышленные, естественные);
- атмосферное давление (повышенное, пониженное);
- излучения (инфракрасные, ультрафиолетовые, электромагнитные, волны радиочастот, радиоактивные);
- вредные вещества (пары, газы, аэрозоли, пыль, растворы химических веществ);
- профессиональные инфекции и биологические агенты (вирусы, бактерии, риккетсии).

В зависимости от особенностей рабочей системы необходимо руководствоваться следующими общими требованиями к рабочей среде:

1. Исходные предпосылки - размеры оборудования, рабочего пространства и пространства, необходимого для передвижения, - должны быть адекватны выполняемой работе.

2. Воздухообмен должен регулироваться в соответствии с такими факторами, как количество людей в помещении; интенсивность использования физического труда; исходные предпосылки работы, включая производственное оборудование; выделение токсических и пылящих веществ в помещении; устройства, потребляющие кислород.

3. Оптимальные метеорологические условия в производственных помещениях создаются с учетом температуры, влажности и скорости движения воздуха; теплового излучения; интенсивности использования физического труда; свойств рабочей одежды, производственного оборудования и средств индивидуальной защиты.

4. Освещение должно создавать оптимальные условия зрительного восприятия для конкретных видов деятельности и обеспечивать психологический комфорт работникам. Для достижения этого принимаются во внимание такие факторы, как освещенность, цвет, распределение светового потока; устранение слепящего действия света и бликов; соотношение освещенности и цвета; возраст работников; естественная освещенность.

5. При выборе цветоцветового решения производственного помещения принимают во внимание его влияние на создание в поле зрения работающего оптимальных соотношений по яркости и цветности, на обеспечение хорошего различения обрабатываемых деталей, органов управления и элементов оборудования (табл.П7.4).

6. Акустика производственной среды должна исключать вредные или раздражающие воздействия шума, включая шумы от внешних источников. Важными здесь являются уровни звукового давления в октавных полосах спектра шума; суммарная длительность воздействия шума в течение рабочего дня и его распределение по времени; характер шума (широкополосный, тональный и импульсный); восприятие акустических сигналов; различимость речи.

7. Вибрации и их воздействие на человека не должны достигать уровня, вызывающего физические повреждения, патофизиологические реакции или сенсомоторные нарушения.

8. Работники должны предупреждаться о воздействии на них электромагнитных полей высокой частоты и источников ионизирующих излучений, а также принимать необходимые меры безопасности при работе; следует выявлять ранние изменения в состоянии здоровья и работоспособности под влиянием указанных факторов, а также предупреждать утомление и связанные с ним возможные ошибочные действия работающих людей.

9. Если работы ведутся на открытом воздухе, следует обеспечивать адекватную защиту работников от неблагоприятных климатических воздействий.

Показатели приведенных факторов можно найти в стандартах и других нормативно-технических документах.

Одним из основных факторов плодотворной трудовой деятельности является **освещение**. Важно правильно выбрать источник света, систему освещения, предусмотреть меры защиты от слепящего воздействия света, устранить блики. Освещенность должна соответствовать характеру выполняемой деятельности; рекомендуется также учитывать длительность напряженной зрительной работы в течение рабочего времени.

Действие света на организм человека многообразно, поэтому при организации искусственного освещения советуют прибегать к использованию эффектов, снимающих усталость, избавляющих от монотонности труда.

Большое внимание уделяется организации цветоцветовой среды на производстве.

Например, различимость объектов в рабочей зоне повышается благодаря применению фона, контрастного цвету объектов обработки. Так, сталь, чугун, алюминий рекомендуется обрабатывать на кремовом фоне; бронзу, медь, латунь - на серо-голубом; дерево светлое - на темном; дерево темное - на серо-голубом; текстолит - на светлом.

Полезно также учесть следующее: в темные или холодные тона можно окрашивать помещение только в том случае, если оно ориентировано на солнечную сторону и большую часть дня хорошо освещается и прогревается (темная отделка снижает освещение на 20-40 %); в производственных помещениях со слабым освещением предпочтительнее светло-желтые и светло-розовые тона (белые тона при недостаточном освещении смотрятся тусклыми и серыми); освещение нижних этажей меньше, чем верхних, значит, преобладать должна светлая отделка.

Привлекательность окраски производственного помещения влияет на психологический климат в коллективе. Если окраска вызывает негативную эмоциональную реакцию, даже если она и выполнена по всем канонам цветоведения, значит, в цветовой композиции не учтены какие-то особенности восприятия и решение нужно пересмотреть.

## 7.5. Методы эргономических исследований

Методы исследования в эргономике условно могут быть разделены на 3 группы: аналитические, или описательные; экспериментальные и расчетные. В большинстве исследований они тесно переплетены между собой и применяются одновременно, дополняя друг друга.

**Человеческие факторы** - совокупность анатомических, физиологических и психологических особенностей человека, оказывающих влияние на эффективность его жизнедеятельности в контакте с машинами и средой.

Любое эргономическое исследование начинается с анализа деятельности человека и функционирования системы «человек-машина» (аналитический этап). Его цель - определение места и роли человека в системе; описание функциональной структуры его деятельности, присущих ей психических и психофизиологических функций; выявление человеческих факторов в технике, влияющих на эффективность и надежность системы в целом и ее частей.

Такие особенности организации взаимодействия человека с техническими средствами, которые не обнаруживаются непосредственно в процессе анализа, позволяет выявить экспериментальное исследование.

Для выбора оптимальных соотношений между пропорциями человеческой фигуры и формой, размерами машины (предмета), ее элементов используются соматографические и экспериментальные (макетные) методы решения эргономических задач.

Соматография - технико-антропологический анализ положения тела и изменения рабочей позы человека, соотношения размеров человека и машины. Результаты этого анализа обычно представляются в графической форме (человеческая фигура изображается в трех проекциях с учетом главных контурных и функциональных размеров) - рис .7.12.

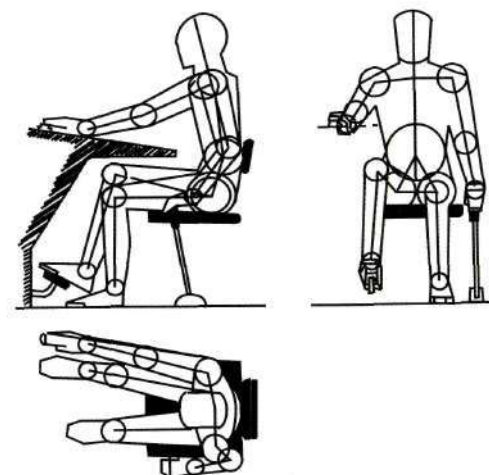


Рис. 7.12. Метод соматографии



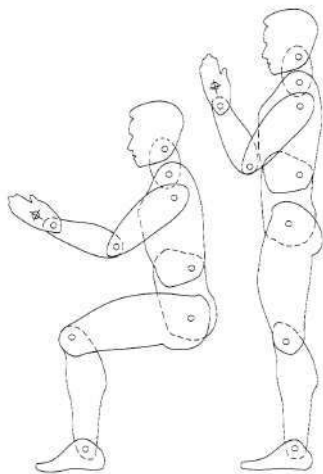


*Рис. 7.13. Компоновочная схема (модель) оператора в масштабе*

**Мультмен** – это модель тела человека, отражающая условно размеры тела множества людей одной или нескольких групп, числовые значения которых ограничены определенным перцентилем.

Соматография позволяет рассчитывать зоны легкой и оптимальной досягаемости, находить оптимальные способы организации рабочего места с учетом пропорциональных отношений между элементами оборудования и человеком.

Большая трудоемкость затрудняет эффективное использование классической соматографии. Менее трудоемок и более эффективен метод плоских манекенов, или шаблонов-моделей (тела с шарнирными сочленениями) – рис. 7.13.

Экспериментальные (макетные) методы основаны на применении макетирования проектируемого оборудования в различном масштабе и с разной степенью детализации. При этом используются объемные антропоманекены. Один из видов таких манекенов получил название «мультмены» (рис. 7.14).

В зависимости от назначения мультмены изготавливаются в различных масштабах согласно ЕСКД. Они достаточно универсальны, наглядны и просты в обращении.

Мультмены могут быть использованы как в процессе конструирования рабочих мест для работы сидя, стоя и лежа (на стадии макетирования), так и для экспертизы опытных образцов и готовых изделий, а также в процессе моделирования. Их можно применять для проверки расчетов тех размеров объектов проектирования, которые должны строго соответствовать размерам тела работающих. Придавая мультмену различные положения и позы, можно проверять размеры зон досягаемости для рук (вперед, вверх, в сторону), размеры пространства для ног (ширина, глубина, высота), размеры сиденья и т.п.

Параллельно с применением манекенов обычно проводят ряд расчетных процедур и геометрических построений на схемах и чертежах, связанных с закономерностями учета антропометрических данных.

В последнее время «ручные» методы моделирования дополняются и нередко заменяются компьютерной графикой за счет использования технических средств и программного обеспечения.

Описанные выше методы эргономических исследований непосредственно связаны с дизайн-проектированием, особенно в

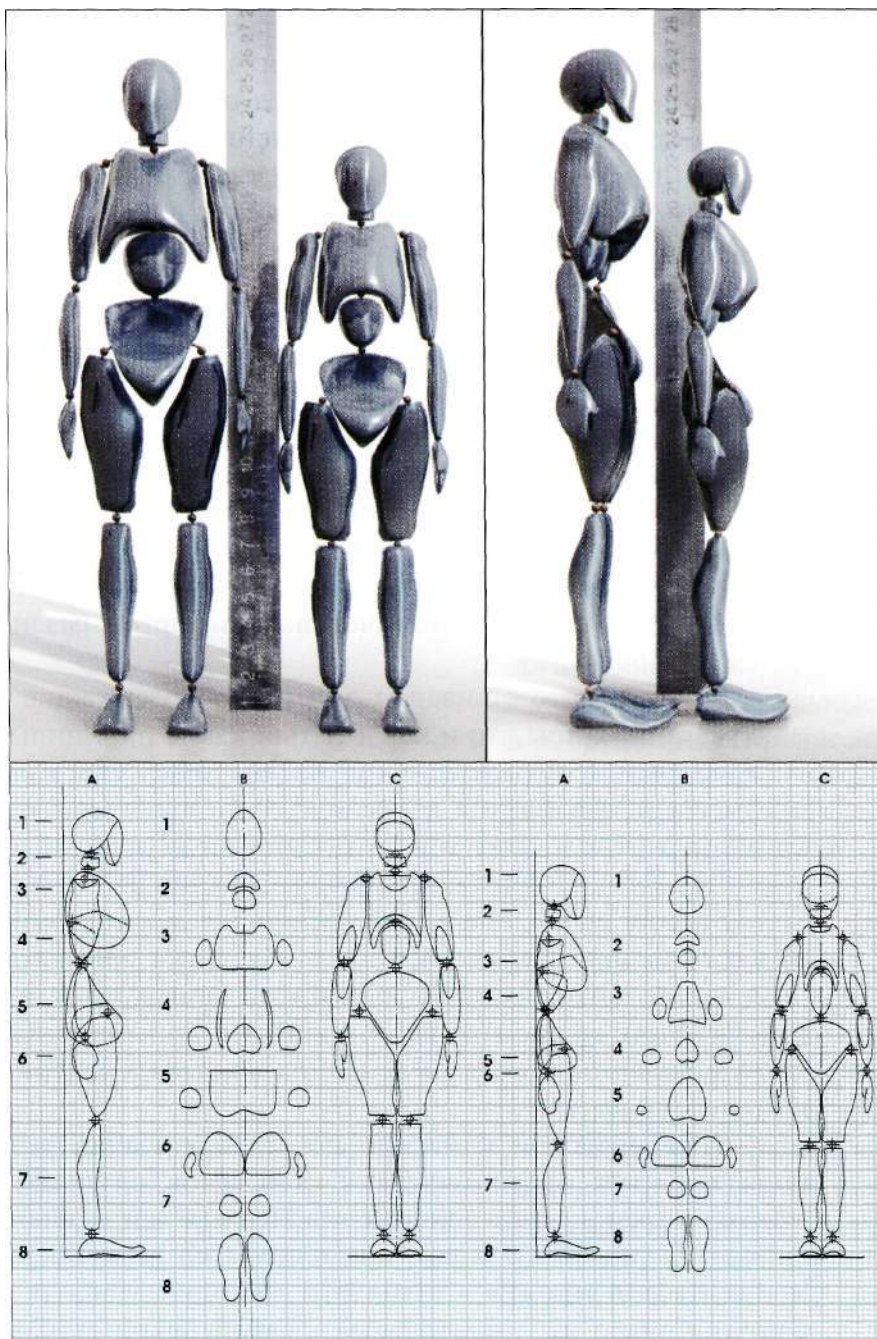


Рис. 7.14. Общий вид (а) и сечения составных частей (б) манекенов (мультименов)

методе сценарного моделирования (проектного инсценирования). Независимо от конкретного содержания и форм проектных ситуаций суть сценарного метода остается одной и той же. Дизайнер сначала представляет ситуацию мысленно, затем все более определенно отображает ее в серии графических эскизов, потом - в трехмерных макетах, муляжах и манекенах, наконец - в действенном натурном воспроизведении.

## 7.6. Стандартизация в эргономике

Эргономические стандарты - это тщательно отобранные, проверенные, предельно сконцентрированные данные и требования эргономики, представленные в наиболее приемлемой для практического использования форме.

В Международной организации по стандартизации разрабатываются два типа эргономических стандартов, различающихся фундаментально.

Первый - это стандарты-директивы, содержащие руководящие указания о том, что и как делать и какие принципы при этом должны быть соблюдены. Они не содержат специальных или предметных детализаций, относящихся к определенным областям эргономики. К данному типу относится международный стандарт «Эргономические принципы проектирования рабочих систем».

Второй тип - стандарты-спецификации, содержание которых соотносится с определенными областями эргономики (эргономическая антропология, эргономика аппаратных и программных средств вычислительной техники и др.). К разновидностям таких стандартов относятся те из них, в которых содержатся эргономические данные.

В Европейской комиссии по стандартизации разрабатываются три типа эргономических стандартов, различающихся по сферам и границам их приложения. Первый тип - общие, базовые стандарты типа «А», которые применимы ко всем сферам приложения. Второй тип «В» - стандарты для определенных сфер приложения, число их - наибольшее в европейской стандартизации.

И наконец, третий тип «С» - стандарты для определенных видов машин.

Эргономические стандарты разрабатывают и многие другие международные организации (Международная электротехническая комиссия, Европейский институт стандартизации в телекоммуникации, Европейская ассоциация производителей компьютеров, Консультативный комитет международной организации телефонии и телеграфии и др.)

Развитие стандартизации в области эргономики и возросшая потребность в международных эргономических стандартах обусловили создание в 1975 г. по предложению Международной эргономической ассоциации в Международной организации по стандартизации специального технического комитета по эргономике (ТК-159 «Эргономика»).

Комитет разрабатывает следующие виды стандартов:

- 1) базовые, имеющие отношение к основным характеристикам человека (антропологические, биомеханические, психофизиологические и др.);
- 2) функциональные, связанные с человеческими факторами в оборудовании, процессах, изделиях или системах;
- 3) окружающей среды, относящиеся к воздействию факторов физической среды на человека;
- 4) содержащие показатели и характеристики условий, процедур и методов эргономических исследований.

За 20 лет работы ТК-159 «Эргономика» подготовил 16 международных стандартов, а также 34 стандарта совместно с Европейской комиссией по стандартизации и другими организациями. Проведена большая работа по включению требований эргономики в стандарты, разработанные другими техническими комитетами Международной организации по стандартизации.

Изданы базовые стандарты в области антропологии и биомеханики, подготовлены стандарты «Оценка рабочих поз», содержащий рекомендации для различных рабочих задач, и «Человеческая физическая сила: пределы ручного поднятия грузов и усилий», действие которого распространяется на условия труда и быта.

Госстандартом России в 2003 г. утвержден и введен в действие ГОСТ Р ЕН 614-1-2003 «Безопасность оборудования.Эргономические принципы конструирования.4.1. Термины, определения и общие принципы»,разработанный техническим комитетом по стандартизации ТК 10 «Основополагающие общетехнические стандарты. Оценка эффективности и управление рисками». Настоящий стандарт представляет собой идентичный текст европейского стандарта ЕН 614-1-95 «Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Ч. 1. Термины, определения и общие принципы».

Стандарт устанавливает термины и определения понятий в области безопасности рабочего оборудования и общие эргономические принципы его конструирования с целью обеспечить гармонизацию национальных (российских) стандартов с европейскими стандартами.

Настоящий стандарт определяет взаимодействие между оператором и рабочим оборудованием при его транспортировании, установке, эксплуатации,техническом обслуживании,чистке и содержит эргономические принципы, которые следует учитывать для сохранения здоровья и безопасности оператора.

ГОСТ Р ЕН 614-1-2003 - один из комплекса стандартов «Безопасность оборудования».

Приложение

Таблица 7.1  
Антропометрические признаки русских мужчин (возраст 18-21 год)

| Признак                                                                      | Значения признаков мужчин, мм           |                                          |                                         |                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                                              | 5-й перцентиль                          | 95-й перцентиль                          | М                                       | о                                            |
| Длина:<br>тела<br>руки<br>ноги<br>плеча<br>предплечья<br>стопы               | 1614<br>706<br>857<br>298<br>222<br>247 | 1831<br>833<br>1014<br>362<br>280<br>287 | 1723<br>769<br>933<br>333<br>251<br>267 | 66,2<br>38,5<br>47,9<br>19,6<br>17,5<br>12,2 |
| Высота над полом:<br>глаз<br>плеча<br>локтя                                  | 1493<br>1326<br>1003                    | 1700<br>1530<br>1145                     | 1597<br>1428<br>1074                    | 62,9<br>61,9<br>43,3                         |
| Передняя досягаемость руки                                                   | 767                                     | 917                                      | 842                                     | 45,6                                         |
| Наибольший поперечный диаметр тела                                           | 449                                     | 542                                      | 496                                     | 28,7                                         |
| Наибольший передне-задний диаметр тела                                       | 224                                     | 287                                      | 256                                     | 19,2                                         |
| Высота над сиденьем:<br>верхушечной точки<br>плеча<br>глаз<br>локтя<br>бедра | 859<br>552<br>731<br>187<br>128         | 951<br>647<br>817<br>271<br>172          | 905<br>560<br>731<br>229<br>150         | 27,8<br>28,8<br>26,2<br>24,9<br>13,3         |
| Высота верхушечной точки над полом<br>в положении сидя                       | 1274                                    | 1444                                     | 1359                                    | 51,6                                         |
| Высота колена над полом                                                      | 520                                     | 609                                      | 565                                     | 27,2                                         |
| Спинка сиденья - передняя поверхность<br>туловища                            | 203                                     | 271                                      | 239                                     | 17,8                                         |
| Длина вытянутой вперед ноги                                                  | 1021                                    | 1187                                     | 1004                                    | 50,4                                         |
| Наибольшая ширина таза<br>с учетом мягких тканей                             | 329                                     | 403                                      | 364                                     | 19,1                                         |
| Наибольшая межлоктевая ширина                                                | 386                                     | 488                                      | 437                                     | 31,0                                         |
| Спинка сиденья - колено                                                      | 553                                     | 664                                      | 609                                     | 33,8                                         |

**Таблица 7.2**

**Антропометрические признаки русских женщин (возраст 18-21 год)**

| Признак                                                                      | Значения признаков женщин, мм           |                                         |                                         |                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                                              | 5-й перцентиль                          | 95-й перцентиль                         | М                                       | а                                            |
| Длина:<br>тела<br>руки<br>ноги<br>плеча<br>предплечья<br>стопы               | 1508<br>651<br>786<br>277<br>210<br>221 | 1680<br>748<br>927<br>326<br>248<br>259 | 1595<br>700<br>854<br>301<br>229<br>240 | 51,8<br>29,7<br>42,8<br>14,7<br>11,8<br>11,5 |
| Высота над полом:<br>глаз<br>плеча<br>локтя                                  | 1394<br>1237<br>941                     | 1562<br>1403<br>1062                    | 1478<br>1318<br>1001                    | 51,2<br>49,5<br>36,8                         |
| Передняя досягаемость руки                                                   | 712                                     | 831                                     | 771                                     | 36,2                                         |
| Наибольший поперечный диаметр тела                                           | 418                                     | 515                                     | 467                                     | 29,6                                         |
| Наибольший передне-задний диаметр тела                                       | 225                                     | 294                                     | 260                                     | 20,9                                         |
| Высота над сиденьем:<br>верхушечной точки<br>плеча<br>глаз<br>локтя<br>бедра | 812<br>525<br>690<br>183<br>122         | 900<br>607<br>778<br>260<br>172         | 856<br>566<br>734<br>222<br>147         | 26,9<br>24,9<br>26,5<br>23,7<br>15,0         |
| Высота верхушечной точки над полом в положении сидя                          | 1196                                    | 1345                                    | 1270                                    | 45,4                                         |
| Высота колена над полом                                                      | 486                                     | 555                                     | 520                                     | 21,0                                         |
| Спинка сиденья - передняя поверхность туловища                               | 201                                     | 281                                     | 240                                     | 23,4                                         |
| Длина вытянутой вперед ноги                                                  | 943                                     | 1075                                    | 1009                                    | 40,1                                         |
| Наибольшая ширина таза с учетом мягких тканей                                | 351                                     | 431                                     | 392                                     | 26,6                                         |
| Наибольшая межлоктевая ширина                                                | 350                                     | 443                                     | 397                                     | 28,1                                         |
| Спинка сиденья - колено                                                      | 530                                     | 625                                     | 576                                     | 25,8                                         |

**Таблица 7.3**  
**Поправки на одежду и обувь для некоторых размеров тела**

| Признак                              | Поправка на одежду, мм |              |
|--------------------------------------|------------------------|--------------|
|                                      | Легкую                 | Тяжелую      |
| Высота плеч в положении стоя         | 30                     | 49,5 и более |
| Высота плеч в положении сидя         | 5                      | 30,0-32,5    |
| Высота колена в положении сидя       | 25                     | 37,5 и более |
| Ширина плеч                          | 7,5                    | 37,5         |
| Ширина локтей                        | 12,5                   | 100-125      |
| Передне-задний размер грудной клетки | 12,5                   | 50           |
| Длина бедер                          | 5                      | 17,5         |
| Ширина бедер                         | 12,5                   | 37,5 и более |
| Ширина коленей                       | 12,5                   | 50           |

**Таблица 7.4**  
**Функции цветоцветового решения**

|                                  |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Средство информации              | Ориентация в рабочем оборудовании<br><br>То же, в производственной среде                                  | Создание оптимального фона для объекта обработки<br><br>Выделение предметов и объектов,различных по функции<br>Применение сигнальных цветов и знаков безопасности<br>Обозначение отдельных функциональных зон<br>Кодирование и маркировка коммуникаций |
| Фактор психологического комфорта | Физиологическое воздействие<br><br>Воздействие на психику                                                 | Создание оптимальных соотношений по яркости и цветности<br><br>Компенсация неблагоприятных воздействий среды<br>Создание положительного эмоционального фона                                                                                            |
| Средство композиции              | Самостоятельное воздействие цвета, фактуры, текстуры<br><br>Выявление объемно-пространственной композиции | Красота отдельных фактурных полей<br><br>Применение гармоничных цветофактурных сочетаний<br><br>Выявление композиционных особенностей оборудования, помещения                                                                                          |



## Список использованной и рекомендуемой литературы

1. Антропометрический атлас. Методические рекомендации. - М.: Изд-во ВНИИТЭД977.
2. **Мунипов В.М., Зинченко В.П.** Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учеб.- М.: Логос, 2001.- 356 с.
3. **Эргономика: принципы и рекомендации:** Метод.рук-во. Изд.второе, перераб.- М., 1983.
4. **ГОСТ Р ЕН 614-1-2003** «Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. 4.1. Термины, определения и общие принципы».

# **ГЛАВА 8**

## **Средства визуальной коммуникации и алфавиты в промышленном дизайне**

«Кому - так, кому - знак».

М. Цветаева



Характерной чертой современности является бурное развитие коммуникативных процессов, происходящих не только между людьми и группами людей. Коммуникация - это и предметная среда, окружающая и связывающая людей, помогающая им взаимодействовать, сотрудничать, общаться. От того, на каком уровне (эстетическом, техническом, научном) эта среда будет находиться, зависит и коммуникативный процесс.

Как известно, человек воспринимает мир с помощью органов чувств: зрения, слуха, кинестезии (телесного чувства, осязания), обоняния, вкуса. Причем этими хорошо известными системами, данными нам природой, мы пользуемся не в одинаковой степени. Наибольшая нагрузка падает на органы зрения, затем - на органы слуха и в меньшей мере - на органы кинестезии.

Какими же средствами осуществляются коммуникационные связи? Их также три: визуальные, аудиальные, кинестетические.

Дизайн, а следовательно, и промышленная графика как составляющая его часть, использует из перечисленных средств только два: визуальные и кинестетические (к примеру, упаковку потребитель воспринимает не только визуально, но и берет в руки, ощущает).

Важнейшим же средством отражения и коммуникации в сфере дизайна является изобразительная информация.

## **8.1. Промышленная графика в среде коммуникативного дизайна**

К средствам промышленной графики дизайна относятся все виды информации на промышленных предприятиях и транспорте, в городском хозяйстве, торговле, медицине, спорте и во многих других сферах человеческой деятельности.

Общение человека с современным промышленным изделием трудно представить себе без информации, обеспечивающей это общение. Такая информация может существовать в самых различных видах. Ее носителями могут быть литературные источники, реклама, техническая (чертежи, схемы), нормативная и сопроводительная (паспорта, инструкции) документация, наконец, информационный текст, помещаемый на самом изделии.

Информационные тексты на изделиях имеют самое разнообразное содержание. В основном это название и тип изделия, сообщение о его изготовителе, способе обращения с ним. Иногда на изделии может размещаться информация, прямо к нему не относящаяся, например всевозможная реклама на транспортных средствах. Особый случай представляют изделия, специально предназначенные для выдачи сообщений.

Информация представлена на изделиях в форме буквенно-цифровых текстов, знаков, символов, пиктограмм, индексов. Наряду с ними используется и цвет - либо как вспомогательное средство для нанесения буквенно-цифровых и знаковых изображений, либо самостоятельно, как средство кодирования информации. При работе с цветографическими текстами дизайнер должен умело применять самые разнообразные технологические приемы нанесения их на изделия, в частности различные приемы печати по поверхности материала (например, офсетная печать), использование самоклеющихся пленок и т.д.

Специфика проектирования цветографического текста, в отличие от конструирования собственно вещи, состоит в значительной автономии, обособленности системы цветографических средств - цветографического языка - от каждой конкретной вещи, в определенной заданности языка. В этом смысле следует рассмотреть сам цветографический язык как относительно самостоятельное образование и затем уже обратиться к закономерностям и особенностям его существования на изделиях в виде законченных смысловых единиц.

## 8.2. Модель цветографического языка

### 8.2.1. Исходные цветографические сообщения

Перечень исходных цветографических сообщений можно условно разбить на четыре группы.

**Первая группа** - общая характеристика изделия, его «анкета». Основные сообщения этой группы: страна и изготовитель, наименование и название - имя изделия. В эту же группу входят шифр (индекс) изделия, дата его выпуска, стандарт, цена, заводской номер, знак качества и т.п. Особую подгруппу сообщений составляют технические характеристики, специфичные для того или иного типа объекта (мощность, характер энергообеспечения, масса, скорость, производительность, расход топлива, точность, сопротивляемость внешним воздействиям («противоударные», «боится влаги» и т.д.)). Определяя этот перечень в каждом отдельном случае, дизайнер должен знать и учитывать действующие стандарты, специфику использования изделия. Следует дать минимально необходимый, но достаточный набор данных, правильно распределив его между самим изделием и документацией на него, избегая громоздкости информации.

**Вторая группа** сообщений передает пользователю способ обращения с изделием. При формировании таких сообщений необходимо опираться на складывающуюся внутри этой группы систему классификации. Классификация имеет своим основанием способ воздействия на поведение пользователя. Стимулами, определяющими это поведение, служат: указание (пояснение), запрет, предупреждение, предписание. Для ситуаций, в которых от поведения пользователя зависит безопасность его и других людей (например, дорожное движение, производственные процессы), такая классификация приобрела статус стандарта. В менее критических ситуациях сообщения этой группы существуют в довольно неорганизованном виде, стихийно. Организовать эти сообщения - значит понять влияние их на поведение потребителя. Такой подход поможет дизайнеру насытить графическую композицию на изде-

лии внутренним смыслом, точно выбрать выразительные средства для визуализации сообщений.

Особую, **третью группу** составляют сообщения, которые выдаются самим изделием, специально предназначенным для информационной функции. В большинстве случаев они не являются статичными, а отображают некоторый процесс. Примерами таких сообщений могут служить время, предъявляемое на циферблате или цифровом табло часов, величина измеряемого параметра на шкале или табло прибора, сумма на счетчике такси, дорожные знаки.

Наконец, последняя **четвертая группа** - сообщения, не связанные по смыслу с изделием: реклама какого-либо товара на кузове автобуса или грузовика, объявление о приеме на работу в салоне трамвая и т.д. Формирование этих сообщений выходит за рамки графического решения собственно изделия. Они являются самостоятельными произведениями графического дизайна или оформительского искусства и развиваются по своим особым законам, разумеется, учитывающим композиционное решение объекта-носителя.

### 8.2.2. Алфавиты

Составление и включение в проектное задание перечня сообщений - первая стадия графического проектирования изделий. Чтобы перечисленные смыслы заговорили языком графики, их надо отобразить с помощью принятых в графике алфавитов. К ним относятся прежде всего шрифтовые, знаковые, цветовые алфавиты.

**Шрифтовые (буквенно-цифровые) алфавиты** существуют давно и хорошо разработаны. Имеются сводные описания такого рода алфавитов, где они приведены в разных рисунках и в разной плотности исполнения. Сравнительно редко дизайнеру приходится создавать рисунок алфавита самому. К этому следует прибегать в исключительных случаях. Проще и надежнее воспользоваться одним из имеющихся образцов, прибегая при необходимости к его модификации.

Шрифт без засечек (Arial)

Аа Бб Вв Гг Дд Ее Жж Зз 123

Шрифт с засечками (Times New Roman)

Аа Бб Вв Гг Дд Ее Жж Зз 123

Шрифт брусковый (Courier New)

Аа Бб Вв Гг Дд Ее Жж Зз 123

Шрифт рукописный (Script C)

Аа Бб Вв Гг Дд Ее Жж Зз 123

Шрифт акцидентный или декоративный (Gothic E)

Аа Бб Вв Гг Дд Ее Жж Зз 123

Шрифт символичный (Webdings)

Аа Бб Вв Гг Дд Ее Жж Зз 123

Рис. 8.1. Основные группы шрифтов

При всем разнообразии шрифтов можно выделить следующие основные группы (рис. 8.1):

- шрифты с засечками или антиква (serif);
- шрифты без засечек или гротески (sans serif);
- брусковые (square serif);
- рукописные (script);
- декоративные или акцидентные (ornamental);
- символьные.

В пределах каждой группы существуют семейства шрифтов - гарнитуры. Шрифты в семействах имеют одну графическую основу и носят общие названия: «Ариал», «Гуди», «Бодони», «Футура», «Прагматика» и т.д. В пределах одной гарнитуры пропорции элементов: насыщенность, наклон, а также виды начертания - жирный, узкий, широкий и т.д., - могут меняться.

При выборе печатного исполнения рекомендуется соблюдать следующие основные условия: **читаемость, уместность, гармоничность и смысловой акцент.**

**Читаемость** - четкость, ясность, простота графических форм. Общие факторы, влияющие на читаемость, таковы: шрифт, толщина и размер букв, длина строки, расстояние между словами, между строчками и между абзацами, цвет шрифта и фона, свободное пространство на странице и даже качество бумаги. Так, четкость существенно зависит от цвета шрифта и фона, на котором он расположен.

Основные условия, обеспечивающие удобочитаемость:

1. Соразмерность толщины основного штриха и внутрибуквенного просвета: в шрифтах светлого начертания соотношение толщины основного штриха и внутрибуквенного просвета примерно равно 1:6 - 1:4, в шрифтах полужирного начертания - 1:2; в шрифтах жирного начертания - 1:1.

2. Оптимальность межбуквенных пробелов: чрезмерная разреженность букв в строке, как и неоправданная близость, мешают восприятию слов (хотя для короткой надписи такой прием вполне пригоден, т.к. придает строке некую острохарактерность).



3. Пропорциональность ширины буквы по отношению к ее высоте. Читаемость снижается в буквах сверхузких и сверхшироких.

4. Контрастность основных и дополнительных штрихов.

5. Размер шрифта, определяемый форматом экспозиции, а также расстоянием до зрителя.

Расстояние между строчками также влияет на читаемость текста. Если между ними оставлен зазор лишь для верхних и нижних элементов букв, набор такого текста называется сплошным. Лучше печатать с интервалом для «свежести».

**Уместность** - органическая связь рисунка букв с содержанием текста, образность шрифта. Главное, чтобы шрифт в тексте был уместен.

**Гармоничность.** Рекомендуется выбирать родственные гарнитуры или начертания из одного семейства. Шрифты должны гармонировать с другими элементами печатной продукции, включая иллюстрации. Вся композиция текстового документа зависит от используемых шрифтов.

**Акцент.** При выборе печатного исполнения можно расставить акценты за счет контраста. Обычно для этих целей используют несколько гарнитур одного и того же шрифта, курсив против прямого, прописные буквы против строчных, мелкий кегль против крупного. Усилить смысловой акцент в композиции можно путем увеличения межзнаковых и межстрочных расстояний. Акцент также создается цветом, но при этом следует помнить о гармоничном соотношении фона и основного текста. При акцентировании необходима осторожность, иначе в попытке акцентировать все, не удастся выделить ничего.

С появлением компьютера значительно расширились возможности печатного процесса, улучшилось качество, увеличилась производительность, постоянно пополняются и каталоги компьютерных шрифтов. Но машина, тем не менее - это всего лишь средство. Ни одна из компьютерных графических программ сама по себе не сделает документ красивым. Выбор шрифта, кегля, создание композиции страницы - это творческая работа дизайнера, компьютер только расширяет его возможности.



Рис. 8.2. Комбинированные знаки

При нанесении на изделие технических данных, сообщения о способе обращения с ним приходится использовать стандартизованные, принятые для данной отрасли шрифтовые гарнитуры. Если эти гарнитуры не отвечают поставленным задачам, большинством отраслевых стандартов допускается использовать стандартные типографские шрифты.

С помощью шрифтовых алфавитов кодируется большинство сообщений первой группы. Особо следует сказать об использовании шрифта для идентификации продукции предприятия-изготовителя, то есть о **товарном знаке**. Здесь шрифт может применяться либо вместе с условным изображением (комбинированный знак) - рис. 8.2, либо без него (словесный знак). Существует большой набор и чисто изобразительных товарных знаков без применения шрифта. Особый интерес в рамках рассмотрения шрифтового алфавита представляют словесные знаки (логотип). Сюда же относятся и словесное название - имя изделия. Распространенная ошибка при проектировании логотипа - недостаточное внимание к его звучанию, собственно к слову, зачастую не учитывается и такое немаловажное обстоятельство, как звучание логотипа на языке страны импортера продукции. Отсюда масса невыразительных названий или трудночитаемых аббревиатур. Специфика шрифта как особого организма опирается на огромные культурные традиции. Создание его предполагает знакомство дизайнера с накопленным шрифтовым богатством, обращение к большому числу источников.

Сообщения второй группы также во многих случаях кодируются шрифтовым алфавитом, хотя наряду с ним или вместо него используются и знаковый, и цветовой алфавиты. Выбор типа алфавита зависит от множества факторов. Это и предполагаемый состав потребителей изделий (национальный, возрастной, образовательный, профессиональный), и традиции, и действующие стандарты, наконец, стиль вещи, ее образный строй.

Основное требование к шрифтам для этой группы сообщений - хорошая читаемость. Выбранный шрифт должен быть проверен на соответствие эргономическим требованиям либо, если есть возможность, испытан экспериментальным путем.

Особая роль принадлежит шрифту, предназначенному для кодирования сообщений третьей группы. Шрифты таких изделий, как стрелочные часы, шкальные приборы, дорожные указатели, должны удовлетворять обычным эргономическим и эстетическим требованиям. Иначе обстоит дело в изделиях, где шрифтовая информация предъявляется специальными техническими средствами. К таким средствам относятся различные электромеханические устройства, электронные индикаторы, оптоэлектронные и светолучевые устройства. Характер шрифта определяется в этих случаях техническими особенностями средства предъявления^ остальная шрифтовая графика на изделии согласуется с особой образной выразительностью индицируемого текста.

При выборе или разработке шрифта необходимо учитывать соответствие его образа образу самого изделия, использовать его богатейшие выразительные возможности. С помощью шрифта можно подчеркнуть изящество или, напротив, монументальность изделия, создать впечатление его динамичности, вызвать ассоциации с традициями той или иной эпохи, культуры или субкультуры. Так, готический шрифт обычно отождествляется со средневековым, рыцарством, шрифты типа «бодони» - с академическими изданиями, за которыми стоит престиж многовековой культуры, а «рубленый гротеск» - с конструктивизмом и его идеологией упрощенной логики и экономии.

Поскольку изделие обычно сопровождается проспектами, инструкциями, упаковкой, при выборе шрифта нужно иметь в виду его использование на всех этих объектах, что должно создать целостный образ изделия. Большое значение имеет правильное соотношение образа изделия с образом фирмы-производителя. И здесь роль шрифта также велика.

**Следующий алфавит - знаковый.** Он включает в себя принятые по предварительной договоренности условные обозначения, экономные в изображении, общепонятные без перевода, обеспечивающие быстроту восприятия. Большинство знаковых систем - дорожные, приборные, знаки транспортировки грузов, безопасности и т.д. - зафиксированы международными конвенциями, международными (ИСО, МЭК, СЭВ) или национальными стандартами.



Рис. 8.3. Фирменные знаки

При этом в основном нормируется лишь содержание изображения, а не его графическое исполнение. Правда, имеется, например, международный стандарт на конфигуратор - сетку, определяющую способ построения любого знака. Дизайнеру важно осознать свою роль в этом процессе стандартизации, который можно считать процессом создания своего рода знакового эсперанто - межнационального языка коммуникации человека с предметным миром. Стандартизация охватывает в основном сообщения второй группы - о способе обращения с изделием. Здесь очень важно идентифицировать принадлежность знака к той или иной подгруппе (пояснение, запрет), используя приемы, отработанные в развитых знаковых системах (например, в дорожных знаках, в знаках безопасности). Важно также вывести смысловые значения знаков этой группы за узкие рамки региональных и национальных признаков. Однако есть большая группа знаков, которые должны быть индивидуализированы. Это знаки принадлежности - фирме, объединению, предприятию, имеющие богатую историю и традиции: показательно, что личное клеймо изготовителя появилось в самую раннюю эпоху ремесленного производства. Зачастую ведущим мотивом являются здесь как раз индивидуальные особенности объекта, однако наряду с этим сохраняет свою силу рекомендация всеобщей понятности знака.

**Фирменные знаки** (рис. 8.3) являются индивидуальными опознавательными символами предприятий и организаций, отраслей производства, образцов продукции. Фирменные знаки делятся на эмблемы, фабрично-заводские, товарные и торговые знаки.

Правовая защита промышленного фирменного знака повышает ответственность за качество выпускаемой продукции.

Фирменные знаки должны быть лаконичны и выразительны в художественном отношении, их не следует перегружать изобразительными средствами. Кроме того, в них не допускается повторимость отдельных элементов существующих и зарегистрированных знаков.

Специфической разновидностью знакового алфавита является **алфавит изображений**. Он менее других алфавитов ограничен в своих формальных рамках, но и менее распространен. Применение

его ограничивается почти исключительно рекламой и упаковкой. Разработка сравнительно сложных и трудоемких изображений вполне оправдывается их доступностью и понятностью, значительно превосходящей понятность знаков-символов, а также более живым и непосредственным воздействием на потребителя, что особенно ценно для рекламы. Сложность воспроизведения изображений уменьшается по мере совершенствования его технологии. В настоящее время цветное изображение со множеством тонких деталей может быть нанесено практически на любой материал.

Наиболее сложные задачи встают перед дизайнером при работе с **цветовым алфавитом**. Запоминание цвета в качестве знака вне остального цветового контекста ограничивается количеством в 7-10 цветов. Это значительно сужает область применения цвета в качестве информационного алфавита. Существует традиционный цветовой алфавит для сигнализации человеку наиболее важных состояний объекта (рис.8.4):

- красный: опасность, авария, повышенное внимание, запрет и т.п.;
- желтый: внимание, предостережение, режим, близкий к критическому, и т.п.;
- зеленый: норма, разрешение и т.п.;
- синий: информация, указание, пояснение и т.п.

Кроме этих общепринятых значений цвета часто создаются специальные отраслевые алфавиты.

Нередко цвет как кодовое средство используется наряду со знаковым и шрифтовым алфавитами, внутри них, что повышает информационную убедительность, выразительность и эстетическую значимость цветографического текста.

Особая роль отводится цвету в создании фирменного стиля. Известно применение как фирменных цветов, так и фирменных цветовых гамм. Здесь цвет выступает как информационное средство, отличая продукцию одной фирмы от другой.

Сложность работы с цветовым алфавитом зачастую служит причиной отказа от его использования. Задачей дизайнера должно быть более широкое применение цвета именно в информационном, языковом значении.



Рис. 8.4. Производственные знаки  
безопасности:

а - запрещающие;

б - предупреждающие;

в - предписывающие;

г - указательные

### 8.2.3. Объекты-носители

Четко осознать место проектируемого изделия в предметном мире, системно решить графический текст изделия, соотнеся его с требованиями предметной среды, помогает классификация объектов-носителей. Основание классификации должно работать на решение графической задачи. Таким основанием может быть, например, сфера функционирования вещи. В этом случае все объек-

ты-носители можно разделить на средства производства (станки и т.д.), средства массового обслуживания (общественный транспорт) и изделия индивидуального потребления (нагревательные приборы, осветительная арматура, средства индивидуального транспорта, посуда и т.д.). Можно выделить наряду с ними специфический класс носителей, строго говоря, самостоятельными изделиями не являющихся, а представляющих собой спутники вещей: это средства хранения и сопровождения изделий в разных сферах - производства, распределения и потребления (паспорта, инструкции, упаковка, реклама, сопроводительная документация и т.д.).

Осознание многосторонних функций носителя в коммуникативной среде помогает дизайнеру правильно построить цветографический текст на изделии.

#### **8.2.4. Весомость цветографических сообщений**

Разобрав вопросы о содержании сообщений (что сообщается), об их алфавитах (чем сообщается) и о носителях (на чем нанесены сообщения), дизайнер может перейти к вопросу об «интонации» текстов, о «модуляции» составляющих их сообщений, то есть к вопросу, как сообщается тот или иной визуальный текст.

Прежде всего необходимо выявить соотношение весомостей цветографических текстов на различных объектах-носителях и распределить приоритеты сообщений внутри текстов в зависимости от класса носителей. Так, на средствах производства самой существенной информацией является способ обращения с оборудованием. От ее разработки зависит эффективность работы человека^ зачастую и его безопасность. Здесь на первый план выступает требование однозначности восприятия текста, его быстрой и точной читаемости. Существенная роль отводится и сообщению о принадлежности изделия. Сообщение это визуализируется товарным знаком, логотипом, фирменным цветом или их комбинацией. Большое значение имеет фирменная специфика в выборе алфавитов^ их компоновке, использовании цвета.

В изделиях индивидуального потребления на первый план по звучности может выходить название вещи, а также товарный

знак, часто выполняющий престижные функции. Товарный знак и название несут огромную коммуникативную нагрузку в сфере торговли, помогая покупателю выбрать «свой» товар, а производителю – преподнести продукцию. Меньшая роль в сфере индивидуального потребления отводится текстам о способе обращения. При постоянном контакте с вещью у потребителя вырабатывается устойчивый навык работы с нею. Ознакомление со способом обращения переносится на сопроводительный документ (паспорт, инструкцию). И все же успех начального контакта во многом определяется качеством цветографического текста, нанесенного на саму вещь. Знаковый алфавит этого текста должен быть понятен большому кругу людей. Предпочтительнее использовать пиктограммы, менее абстрагированные, лежащие ближе к иконическим знакам, фигуративным изображениям. Хотя могут быть и исключения. Самую активную роль цветографические тексты играют на средствах массового обслуживания. Это и понятно: человек, вступая в контакт с торговым автоматом, бензоколонкой, оборудованием прачечной самообслуживания, должен за короткий промежуток времени увидеть и прочесть на изделии порядок работы с ним. Поэтому на первый план в графических текстах обслуживания выступают сообщения о способе работы.

Особое место занимают в сфере массового обслуживания сообщения о принадлежности средства той или иной обслуживающей фирме (организации). Здесь важны и престиж фирмы, и реклама ее услуг. Важное функциональное значение сообщение о принадлежности приобретает на транспортных средствах оперативных служб. Сообщение о том, что эта машина принадлежит, например, милиции или «скорой помощи», помимо основной, коммуникативной функции, выполняет также функцию визуального сигнала, что способствует беспрепятственному проезду машины. В данном случае основной алфавит – цветовой. Он поддержан и графическим решением – полосами, контрастными к основному цвету и подчеркивающими его. Опыт эксплуатации подобных машин показал, что выбор именно цветового алфавита оказался безошибочным: эмоциональное воздействие сигнального цвета проявилось в полной мере.



В процессе работы над графическим оформлением необходим строгий контроль за получаемым результатом. Если искомое единство графики не достигнуто, дизайнер должен провести дополнительную работу, уже не с алфавитами в целом, а с их элементами: с особенностями конфигурации букв, цифр и знаков и их пропорциями (толщина линии обводки, ее характер, подсечки, закругления, отношения между элементами и т.д.), с характеристиками цвета (насыщенность, оттенки и др.). В заключение следует обратить внимание на проблему технологии реализации графического решения. Без знания приемов нанесения изображений на разные материалы и поверхности невозможно ни само проектирование, ни тем более воплощение проекта. Часто грамотное графическое решение дискредитируется примитивной его реализацией. Технология нанесения должна определиться уже на самых ранних стадиях разработки графики, так как каждый технологический прием обладает своим, только ему присущим спектром выразительных возможностей.

## 8.3. Другие средства визуальной коммуникации

### 8.3.1. Реклама

Реклама изделий также является очень важным средством визуальной информации.

**Реклама** - это передача информации о товарах, услугах или идеях с целью привлечения потребителей, создания спроса, популяризации.

Реклама выполняет следующие функции:

1. Формирует спрос на товар.
2. Предоставляет потребителям необходимую информацию.
3. Обеспечивает сбыт, поддерживает и наращивает его объемы.
4. Внушает доверие к товару и его изготовителю.
5. Учитывает потребности клиента.
6. Создает лицо предприятия.
7. Создает определенный образ (имидж) данному товару.

Благодаря рекламе появляется возможность отличать данный товар от продукции конкурирующих фирм. Той же задаче служит марочное (фирменное) название, призванное полностью соответствовать свойствам товара и вкусу потенциального покупателя.

8. Способствует повышению интеллектуального уровня потребителя. Реклама любого назначения носит некий образовательный характер: на рекламе люди учатся. Знакомясь с предлагаемыми им товарами, они открывают для себя пути самосовершенствования. Реклама ускоряет адаптацию к нововведениям, стимулируя тем самым рост технического прогресса и претворяя новые идеи в жизнь. Она может эффективно содействовать снижению аварийности и травматизма, поддерживать рачительное отношение к природе, благоприятно влиять на заботу о собственном здоровье и т.д.

Существующие разновидности рекламы можно классифицировать следующим образом:

**1. По целевой аудитории: потребительская и деловая реклама.**

**Потребительская реклама** ориентирована на вполне определенную аудиторию: подростков, домохозяек, жителей отдельных регионов и т.д. Если объявление или телевизионный ролик показались вам непривлекательными, возможно вы не принадлежите к той социальной группе, на которую рассчитана реклама. Большая часть потребительской рекламы проходит через средства массовой информации;

**Деловая реклама** - для промышленности, торговли, сельского хозяйства, специалистов и предпринимателей в различных отраслях - обычно размещается в специализированных публикациях или профессиональных журналах либо направляется по почте непосредственно организациям, которые занимаются производством, оптовыми закупками, реализацией больших объемов продукции.

**2. По функциям и целям: товарная, нетоварная реклама и корпоративная.**

**Товарная реклама** призвана содействовать реализации товаров и услуг (термин «товар», в действительности, применим как к изделиям, так и к услугам). К ней относятся реклама розничной

торговли, реклама юридических услуг, финансовых услуг, медицинского страхования и т.д.

**Нетоварная реклама** пропагандирует какие-либо идеи и цели ^ отнюдь не конкретный товар.

**Корпоративная (имиджевая) реклама** служит для повышения репутации и известности фирмы. Обязательный элемент корпоративной рекламы - фирменный стиль.

**3. По охватываемой области распространения: зарубежная, общенациональная, региональная, местная.**

**Зарубежная реклама** нацелена на рынки иностранных государств. Как правило, при ее создании возникает ряд проблем: приходится учитывать другие вкусы, особенности языка, национальные традиции, экономическую ситуацию.

**Общенациональная реклама** рассчитана на различные регионы одной страны. Подавляющее число рекламных материалов, передаваемых центральными теле- и радиокомпаниями - общенациональные.

**Региональная реклама** пропагандирует то, что важно для данного региона.

**Местная реклама** важна для города или района. К ней обращаются предприятия (магазины, автозаправочные станции, нотариальные конторы и т.д.), расположенные в определенной торговой зоне и предлагающие услуги и товары клиентам, живущим или работающим поблизости.

**4. По средствам передачи.**

Рекламу доводят до получателя посредством всего того, что можно увидеть или услышать. По статистике, человек воспринимает зрительно 83 % поступающей к нему извне информации; на долю слуха приходится 12 %; на долю вкусовых ощущений и осязания 2 %; на долю обоняния 3 %. При накоплении информации в памяти сохраняется лишь до 20 % услышанного, до 40 % увиденного и до 80 % увиденного и услышанного. На сегодняшний день сформировался вполне определенный набор наиболее широко используемых каналов рекламного воздействия. Каждый из них имеет свою специфику и рекламную аудиторию.

В зависимости от средств передачи реклама может быть: телевизионной, радиорекламой, печатной (реклама в газетах, журналах; наружная реклама - плакаты, щиты; транспортная - на кузовах, внутри салонов; сувенирная полиграфическая - буклеты, конверты, блокноты; почтовая - листовки, письма, деловая корреспонденция и т.д.) и компьютерная (по сети Интернет).

**5. По способу представления визуальная реклама подразделяется на статическую и динамическую (анимационную).** При компьютерном изготовлении статической рекламы используются графические пакеты CorelDRAW, Harvard Graphics, Adobe Photoshop и др.; при анимационной - 3D Studio MAX, Adobe Premiere, Adobe AfterEffects и др.

Можно выделить также и такие виды рекламы, как выставки, презентации, наружная реклама, теле- и радиореклама, реклама в Интернет.

### **8.3.2. Плакат**

Очень большое значение в рекламе играет плакат (рис. 8.5).

Основные принципы построения плаката в сжатой форме можно представить так:

1. Лаконизм (предельное обобщение или простота как формы, так и содержания).
2. Образность (выделение характерных эмоциональных, чувственных признаков предмета).
3. Ясная и понятная цель.

#### **Формы плаката**

1. Шрифтовая композиция. Композиция, основанная только на использовании шрифта:

- а) использование единой гарнитуры;
- б) использование нескольких гарнитур;
- в) связь шрифта и темы (характер начертания, образ шрифта должны соответствовать теме).

2. Композиция неизобразительных форм. В основе эмоционально-образный метод:

- а) использование элементов орнамента;



Рис. 5.5. Плакаты

- б) употребление пятна, линии, их сочетания;
- в) применение фактуры;
- г) введение в плакат фирменного знака, эмблемы.

3. Композиция предметных форм. Присутствует в изображении тема:

- а) возникновение новых пространственных связей;
- б) возможность использования пейзажа, портрета, части художественного произведения.

4. Тематическая композиция. Композиция, основанная на изображении и шрифте:

- а) композиционная взаимосвязь шрифта и изображения;
- б) их соподчиненность;
- в) акцентировка или доминирование того или другого;
- г) стилистическое единство.

#### **Этапы проработки композиции плаката**

Каждый этап проработки композиции служит определенной цели, и в зависимости от потребностей конкретной работы могут быть пройдены все или некоторые этапы. Композиция, как направление в работе над плакатом, служит основой как для тех, кто его изготавливает, так и для тех, кто должен будет его принимать.

#### **Черновые наброски**

Это рисунки размером примерно в одну восьмую конечного варианта, которые делаются для пробы. Самый лучший выбирается как основа для продолжения работы.

#### **Черновой эскиз композиции**

Следующий этап - изготовление чернового эскиза композиции, который изготавливается в натуральную величину будущего объявления или плаката.

В нем присутствуют заголовки и подзаголовки, отмечается место предполагаемых иллюстраций и фотографий, а будущий текст наносится в виде линий карандашом.

#### **Общий вид**

Общий вид - это представление готового рекламного объявления или плаката, по которому рекламодатель сможет судить о том, как это будет выглядеть. Текст набирается соответствующим шрифтом и вклеивается на свое место, тщательно выполняются

иллюстрации. Если предполагается использование фотографии, то она также вклеивается на свое место.

### **Монтаж**

**В** производстве печатной рекламы после набора шрифтов, подготовки иллюстраций и фотографий производится вклеивание, или фотомонтаж, всех этих элементов на свои определенные места в том виде, в каком они появятся в готовом объявлении или плакате. Наступает этап механического производства (или монтаж), который непосредственно предшествует процессу размножения.

В последнее время с появлением специальной множительной и редактирующей техники на основе компьютеров создалась возможность при определенных видах работ отказаться от этого механического процесса.

### **Макет**

**В** процессе подготовки композиций брошюр, буклетов, проспектов и других многостраничных рекламных материалов используется макет. Он включает все страницы и элементы и выглядит как конечный продукт. Стадии подготовки макета могут включать: черновой набросок, черновой эскиз, общий вид и механический этап монтажа, как и в производстве обычной печатной рекламы.

Как показывают многолетние исследования читательской аудитории, наибольшей популярностью пользуются композиции в виде плакатов стандартного размера с каким-либо одним доминирующим изображением, занимающим от 60 до 70 % площади листа. В самом деле, некоторые исследования показывают, что рекламные объявления или плакаты, обладающие наибольшей «продающей силой», как раз отличаются тем, что 82 % их площади отданы под визуальные средства. Далее следуют объявления с одной большой иллюстрацией и серией маленьких. Визуальные средства, использованные в них, задерживают и привлекают внимание читателя. Следовательно, содержание иллюстраций должно быть интересным.

Заголовки также должны задерживать внимание читателя, и их роль в запоминаемости рекламы может быть более важной, чем

вклад визуальных средств. Как показывают исследования, лучше всего использовать короткие заголовки из одной строчки, но можно делать и две. Общая площадь заголовка должна составлять лишь 10-15 % площади листа, поэтому шрифт должен быть умеренно крупным. В зависимости от ситуации заголовков можно размещать выше или ниже фотографии или рисунка. Считается, что заголовок, расположенный ниже иллюстрации, может рассчитывать на 10-процентное увеличение числа читающих.

### 8.3.3. Упаковка

Упаковка относится также к промышленной графике, играя большую роль в поднятии утилитарного и эстетического качества изделий промышленного производства. Она является одним из сложных объектов художественного конструирования (рис.8.6,8.7).



Рис. 8.6. Разработка объемных элементов  
фирменного стиля (упаковки)



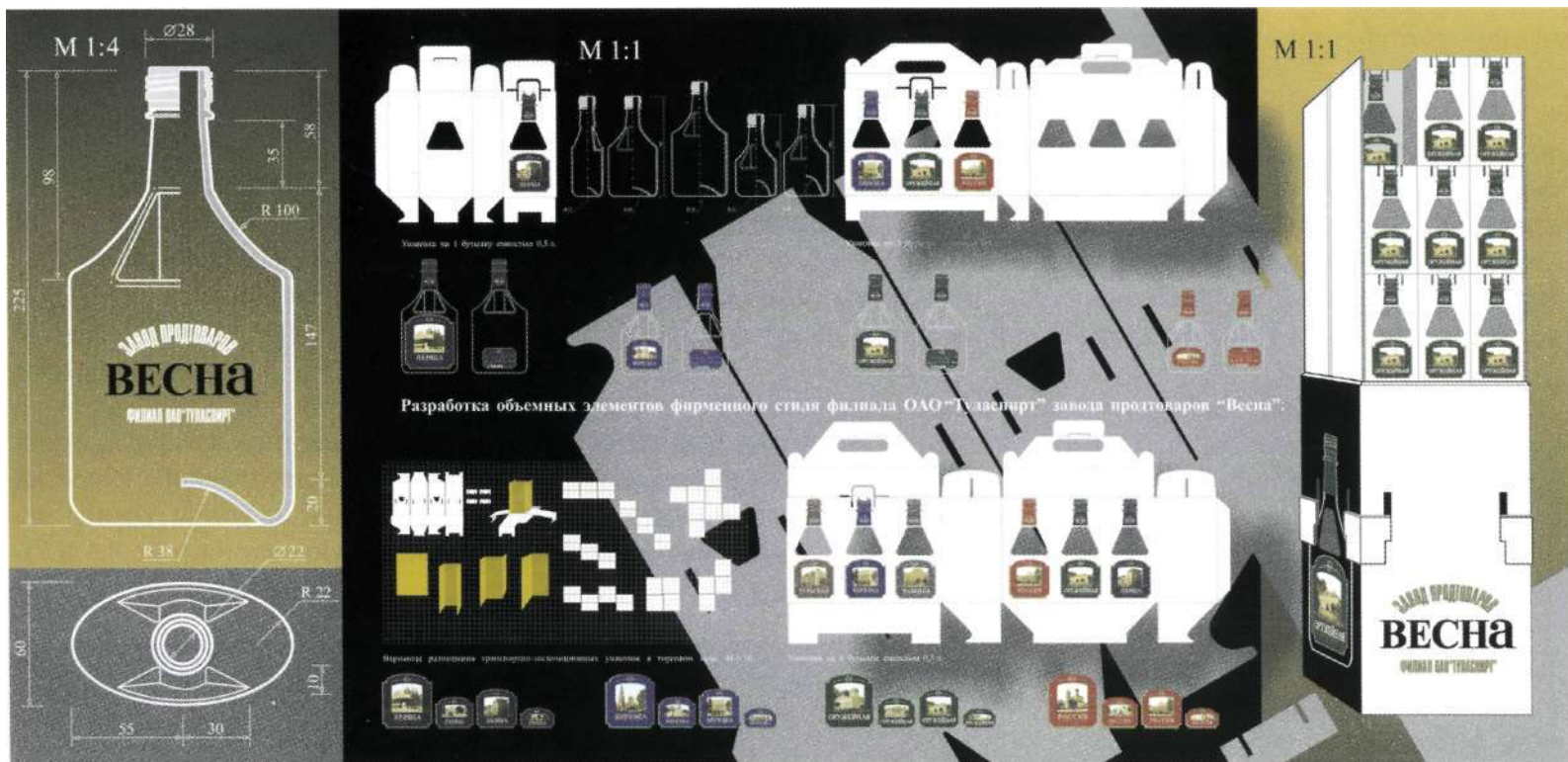


Рис. 8.7. Разработка объемных элементов фирменного стиля (упаковки)

## Список использованной и рекомендуемой литературы

1. **Ерошкин В.Ф.** Промышленная графика: Учеб.пособие для вузов.- Омск.: ОГИСД998.- 264 с.
2. **Методика художественного конструирования.** - М.: ВНИИТЭ, 1983.- 166 с.
3. **Шпара П.Е., Шпара И.П.** Техническая эстетика и основы художественного конструирования.- Киев: Высшая школа, 1989.- 247 с.

# **ГЛАВА 9**

## **Проектирование и моделирование в промышленном дизайне**

«Только тогда предмет прекрасен,  
когда он органичен».

У. Моррис





**Проектирование** - основа деятельности дизайнера, творческий процесс и метод художественного конструирования изделия, осуществляемый в соответствии с требованиями технической эстетики.

Дизайнерская деятельность реализуется в процессе проектирования.

При проектировании дизайнер определяет формальные качества промышленных изделий, включающие не только внешние характеристики изделия, но прежде всего те структурные и функциональные взаимосвязи, которые превращают изделие в единое целое.

Цель проектирования - создание промышленных изделий с высокими потребительскими свойствами, наиболее полно соответствующих условиям их эксплуатации, имеющих гармонически целостную форму и высокие эстетические качества, удовлетворяющие потребностям человека, удобных в потреблении, отвечающих одновременно высокотехническим и экономическим требованиям, а также формирование гармоничной предметной среды, производственной и социально-культурной сферы.

Проектирование - основа профессиональной подготовки дизайнера. Оно позволяет последовательно овладевать основными профессиональными методами - от стайлинга формы, «эстетической модернизации вещей» до художественного конструирования единичных изделий, системного дизайна и дизайн-программирования. Объектами проектирования являются широкий круг изделий: от бытовых, элементарно устроенных, хорошо известных вещей до производственного и транспортного оборудования и комплексов.

Проектирование осуществляется через «делание», а не через изучение. Дизайн-процесс немыслим без экспериментально-поискового и демонстрационного моделирования. Поэтому курс вузовской подготовки носит название «Проектирование и моделирование в промышленном дизайне». И то, и другое жестко взаимосвязаны.

Дизайнер в процессе работы над проектом исследует материал, технологию, конструкционные свойства материала, анализирует образность формы вещи, функцию вещей.

Процесс всякого проектирования развивается по определенным этапам или стадиям. Каждая из них имеет свои особенности и связана как с предыдущей стадией, так и с последующей.

Однако единая методика проектирования и ее основные установки не исключают своеобразие при работе над проектами различных типов объектов. Стоящие перед проектировщиком задачи не только не соизмеримы между собой по объему и трудности, но отличаются своим содержанием и, следовательно, требуют различного подхода.

Неотъемлемы от самого процесса проектирования (независимо от характера объекта проектирования) средства выражения проектной мысли. Таких средств выражения много, и они разнообразны. В процессе проектирования пользуются как ортогональными изображениями, аксонометрией и перспективой, так и макетом.

При этом методика проектирования требует систематического переключения от макетирования к графике и наоборот. Это объясняется тем, что средствами графики легче решать некоторые частные задачи проекта (уточнение силуэта, компоновку плана), удобнее сопоставлять варианты. Но одна графическая прорисовка, без проверки объекта на объемной модели, не может привести к положительным результатам. Только сочетание макета и графики может дать наиболее полную характеристику предмета проектирования.

## 9.1. Моделирование в дизайне

### 9.1.1. Базовые принципы проектного моделирования

Принцип проектного моделирования, т.е. возможность отображения, воспроизведения одного объекта или явления (оригинала) через его аналог-модель органично встроен в дизайн процесс проектирования.

Принцип моделирования универсален. С его практическим проявлением мы многократно сталкиваемся в жизни, начиная с детских ролевых игр и игрушек и кончая деловыми играми взрослых, военными маневрами, тренажерами, робототехникой, испытательными полигонами и т.д. Модельные начала присутствуют в планировании, программировании, прогнозировании и проектировании. Моделироваться могут любые объекты: природные и социальные явления, биологические и физические процессы, технические устройства, маршруты движения людей, транспортные потоки и развязки, предметная среда и стратегия принятых решений, потребительские свойства вещей, типаж потребителя и т.д.

Собственно, любой проект (прогноз, программа, концепция, сценарий, схема) является моделью объекта, разработки промышленного изделия, предметной среды и т.д. В целом для практического дизайна, как оригинал, характерна модельная связь с его аналогами, копиями, дизайном академическим и теоретическим. В процессе обучения специальности дизайнер приобретает необходимые навыки проектного моделирования. Принцип моделирования - эффективный метод разработки дизайнерского решения, отличающийся инновационностью, технологическим реализмом, эргономической обоснованностью. В настоящее время широко применяются новые проектно-технологические возможности, предоставленные компьютером.

Однако, «машинное» моделирование, обладающее быстрым действием в плане реализации вариантного проектного поиска, не может вытеснить человека-творца из дизайн-процесса и во многом базируется на традиционных методах докомпьютерной эры моделирования.

Базовый принцип дизайнерского моделирования вытекает из двух уровней функционирования: основополагающего методологического и конкретно методического. Соответственно обозначаем два блока этих принципов.

Первый блок охватывает четыре фундаментальных принципа:

1. Принцип моделирования.
2. Принцип наглядности.

3. Принцип художественно-образного подхода.

4. Принцип системности.

Второй блок охватывает методические принципы:

1. Принцип условности.

2. Принцип лаконичности и экономичности использования модельных средств.

3. Избирательного адекватного, информативно-выразительного и комплексного применения.

4. Принцип оперативного и вариантного исполнения проектных моделей.

В дизайн-процессе из базовых принципов моделирования вытекают соответствующие правила профессионального проведения работы, обеспечивающие достижение цели, оптимальные решения художественно-проектных задач.

### 9.1.2. Типология моделей

Дизайн аккумулировал в себе различные знания историко-культурного, социологического, маркетингового, естественнонаучного инженерно-технического, технолого-материаловедческого, эргономического и художественно-эстетического плана. Все многообразие профессиональных знаний и навыков находит применение в дизайн-процессе и встроенной в него процедуре проектного моделирования.

Специалисты по методике дизайна давно осознали, что «задача моделирования в дизайне сложна и малоизученна, но назрела необходимость гораздо более активного введения методов моделирования в дизайн-деятельности», поскольку именно они «помогают определить новые приемы и цели, выйти на новые рубежи проектирования и дают эффективные результаты».

Многоаспектность рассмотрения дизайнером объекта разработки приводит к появлению в дизайн-процессе типологически-различных по содержанию и форме проектных моделей.

Содержательно различают художественно-проектное моделирование:

- социально-демографическое и маркетинговое (модели-

рующее спрос, потребность в дизайн-продукте, потенциальную рыночную нишу, потребительские предпочтения и т.д.);

- типологическое (ассортиментно-номенклатурная, функционально-аналоговая);
- концептуальное (инновационное, программное, аналитическое, идейно-художественное);
- структурное или морфологическое (конструктивно-компоновочное, планировочное, модульно-комбинаторное);
- композиционное (тектоническое, объемно-пространственное, цветографическое, светопластическое);
- сценарное (прогностическое).

По форме различают проектное моделирование:

- идеальное (мыслительное, логическое, образное, ассоциативное, гипотетическое);
- вербальное (модели теоретические, программные, алгоритмические, кибернетические, методические, социологические, нормативные, ГОСТы, технические задания, пояснительные записки к проектам);
- математическое (в т.ч. геометрическое и знаковое или символическое);
- светооптическое (акустическое, наглядное графопластическое);

В проектной работе дизайнера акцент делается на графопластической форме моделирования.

### 9.1.3. Наглядность моделирования

Наглядное моделирование опирается на использование наглядных образов и их визуализацию посредством графиков или макетов. Наглядные модели дизайн-процесса одновременно образны и концептуальны. Одно изображение заменяет тысячу слов. Наглядно-образный компонент мышления - основной в структуре проектной деятельности.



#### **9.1.4. Образный подход к дизайн-моделированию**

Эстетическая природа образного мышления дизайнера адекватно отражается в наглядных моделях дизайн-процесса, предопределяя их эстетическое содержание. Проектные образы, фиксируемые этими моделями, создаются под влиянием профессиональной идеологии, художественно-стилистических тенденций и культурных образов.

#### **9.1.5. Функции проектных моделей**

Функции дизайнерских наглядных моделей многоплановы.

Проектная графика и макетирование характеризуются как общими для них, едиными, так и специфическими рабочими функциями. К общим функциям проектной графопластики относятся: репродуктивная, эвристическая, информативная, конструктивная, эстетическая, прогностическая, коммуникативная, языковая, аналитическая, документированная, репрезентативная.

Проектные функции графиков и макетов подробно описаны в главе 10 и 11.

Графика и макеты - действенный инструмент целесообразного преобразования проектной ситуации, эффективное средство целенаправленного осуществления дизайн-деятельности.

#### **9.1.6. Критерии выбора**

Комплексное применение графического и объемного пластического моделирования - методическая норма и профессиональные традиции. Практически часто их использование характеризуется гибкой тактикой выбора, сменой предпочтений и многократными переключениями с графики на макет и наоборот. Наиболее типичным является их параллельное использование или цикличное чередование при доминировании одной из этих наглядно-модельных форм на разных этапах дизайн-процесса. Периодическое переключение с одной наглядно-модельной формы на другую способствуют творческому преодолению кризисных, тупиковых ситуаций.

Как средство разных методических возможностей, графика и макеты, как правило, адекватно соотносятся с разноплановыми проектными задачами (например, графика - с поиском вариантов цветового решения объекта, а макет - с определением аэродинамических характеристик его формы и соответствующими испытаниями). Макет способен указать на необходимость изменения общего замысла и позволяет свести к минимуму ошибки чертежно-ортогонального способа проектирования.

В свою очередь, проектная графика имеет свои сильные и слабые стороны, что учитывает дизайнер при выборе средств этапа работы.

Предпочтение дизайнера при выборе им окончательных наглядно-модельных средств - следствие многофакторного влияния.

Выбор средств - момент творческий. Однако для некоторых проектных ситуаций существуют эффективные специальные средства: графо-аналитические эскизы, соматографические схемы, посадочные макеты). Часто предпочтение отдается средствам универсальным, экономным и весьма условным (черно-белой линейной графике, мелко-масштабным и условно белым гипсовым макетам).

С развитием проектного замысла эти средства в дизайн-процессе эволюционируют, тем самым раскрываются в действии методические принципы избирательного и адекватного их применения (например, укрупняется масштаб макета, изменяется материал исполнения и т.д.).

Дизайнеру важно владеть техникой проектного рисунка и моделированием в различных мягких и твердых материалах.

## 9.2. Проектная стратегия

При проектировании любого изделия важно определиться в вопросе целесообразной, содержательной и эффективной, логически непротиворечивой стратегии результативного построения этого процесса.

В литературе по проектной методологии этому вопросу уделяется немало внимания. Причем разнообразие формулировок здесь отражает не столько их альтернативность и различие подходов аналитических «срезов», аспектов анализа и оценочных позиций, сколько терминологические различия, контрастирующий язык их авторов. В них расставляются различные акценты, но неизменно сохраняется единообразная, унифицированная, **трехступенчатая стратегия**, предопределяющая соответствующее творческое содержание дизайн-процесса.

По Б.Г.Бархину - проектная стратегия охватывает «подготовительный этап (творческий поиск) и творческую разработку»; по В.Л.Глазычеву - это движение «от функции к конструкции и форме» с этапами «проектная идея», «генеральное решение-проект», по Е. Н. Лазареву - это «форэскиз-предложение-проект». По ЕСКД - «эскизный проект-технический проект-рабочий проект»).

С позиции методистов ВНИИТЭ, содержание дизайн-процесса формируется фазами: проектирование, исследование, критика. По Дж. К. Джонсону процесс проектирования последовательно проходит стадии: «анализа (дивергенции) - синтеза (трансформации) - и оценки (конвергенции)», т.е., декомпозиции задачи-трансформации элементов (синтеза решения) и контрольно-оценочную стадию, на которой автором рассматриваются последствия проектного синтеза.

Исходя из характера формируемых свойств объекта, структура дизайн-процесса охватывает «функциональное, технологическое и морфологическое проектирование», а движение проектной мысли идет по линии: «функция (аксиология, общественная ценность вещи) - структура (морфология) - и форма (композиция)». На этом пути формируется оптимальное проектное решение, совершенное с утилитарно-функциональной, конструктивно-технологической и эстетической точек зрения. Тем самым, при согласованном решении разноплановых задач обеспечивается целостность и результативность дизайн-процесса. При этом «аналитический (познавательный) аспекты творчества в совокупности характеризуют деятельность дизайнера» (поз. 1 - 6, рис .9.1).

Многолетние, систематические наблюдения реального дизайн-процесса (при разной тематике разработок) показали, что общая стратегия его может характеризоваться следующим образом.

**Начальная стадия** - аналитико-исследовательская.

Здесь анализируется проблемная ситуация, осознается цель, уточняются ориентиры, конкретизируются рабочие задачи; имеет место «декомпозиция» объекта и исследование прототипов и аналогов; зарождается общий замысел (образная идея или базовая проектная концепция) как формируемая под влиянием культурных образцов альтернатива прототипу (исходной негативной ситуации или «прототектонике»).

**Средняя стадия** дизайн-процесса - проведение вариантного синтеза, оперативная сравнительная оценка и отбор функционально целесообразной и технологически приемлемой конструктивно-компоновочной основы выразительного тектонического решения объекта.

**Заключительная стадия** - окончательный выбор, детализовка, контрольная авторская оценка, коррективы и аргументация решения. Преимущественно здесь имеет место уже не столько общая, сколько фрагментарная, детальная и нюансная художественно-композиционная разработка формы дизайн-объекта.

Эти стадии художественно-проектной стратегии выглядят как движение: от обобщенной предварительной модели решения (эскизной фиксации замысла) к модельному исследованию рабочего спектра альтернатив и далее к детализовке общего решения (в графике и макетах) (поз.7, рис.9.1.).

Если начальная стадия процесса работы дизайнера является аналитико-исследовательской, это - стадия проектно-концептуальная, предопределяющая смысл проектного решения. Здесь является общественно-значимая ценность (аксиология) потенциального проектного решения и систематизируются соответствующие контрольно-оценочные критерии. В проектной концепции присутствует будущее проектное решение, тезисно-конспективно определены его главные параметры. Реализация базовой концепции призвана, во-первых, привести к осмысленной, аксиологически значимой морфологии (структуры и формы) дизайн-

объекта, и, во-вторых, к художественно-композиционному закреплению (выражению) его аксиологии (смысла и значения, ценности) в синтаксисе знаковой, визуально-информативной формы объекта (поз. 8, рис. 9.1).

Моделируя проектное решение, дизайнер неизменно соотносит его с проектным идеалом, культурными нормами, ценностными ориентирами и оценочными критериями. Оперативная авторская критика решений, таким образом, встроена в проектирование. Представление о ценности постоянно присутствует в системе проектного мышления наряду с представлениями о гармонии композиционного сложения формы. В этом смысле дизайн-процесс есть не что иное как профессиональное оперирование аксио-морфологическими отношениями. В целом стратегия этого процесса может быть представлена формулой «аксиология-морфология-синтаксис формы объекта» (поз. 8, рис. 9.1).

Близкое по содержанию определение стратегии и творческой сути дизайн-процесса исходит от ВНИИТЭ: «смыслообразование-структурообразование-формообразование» (поз. 10, рис. 9.1). Это наиболее распространенное ныне и весьма емкое содержательное определение.

Таким образом, дизайн-процесс строится в направлении от анализа исходной (проблемной) ситуации и появления первичной идеи (замысла, концепции) к рассмотрению рабочего спектра альтернатив и детализации избранного варианта оптимального решения. На этом пути различимы три основные стадии в деятельности дизайнера, которые в целом последовательно предстают как концептуально-исследовательская, конструктивно-преобразовательная и художественно-композиционная. Такого рода трехступенчатая общая стратегия дизайн-процесса формирует его творческое содержание как триединое: смысло-структурно-формообразующее.



Рис.9.1. Схема к сравнительному  
анализу определения стратегии  
дизайн-проектирования

### 9.3. Дизайн и системный подход

В число основополагающих, базовых, методологических принципов системного проектирования входят:

- традиционно-системный подход дизайнера к любому объекту разработки, системный анализ его (структурный, функциональный и т.д.);
- системный характер формируемых производственно-потребительских качеств дизайн-продукта (эргономических, эстетических, технологических и др.);
- развитая системная методических средств (включая модельные), продуктивно используемых дизайнером при решении проектной задачи;
- специфическая «...целостная система знаний, умений и навыков», характеризующая профессиональные качества дизайнера, его творческий потенциал (сформированная педагогической системой подготовки специалистов, академическим дизайном);
- системная организация проектно-творческого процесса (который потому и результативен, что без бесконечным блужданиям на пути проб и ошибок).

Все это в совокупности обозначает присутствие системного начала в дизайн-процессе и в дизайне в целом, который, в свою очередь, также может рассматриваться как система деятельности (многоканальной, разнонаправленной) и как подсистема иной, более обширной гиперсистемы (разнообразной эстетической деятельности в сфере художественной культуры общества).

Системный подход в дизайне - это рассмотрение сложного разветвленного объекта дизайнерского проектирования как системы взаимосвязанных материально-функциональных и социально-культурных элементов. Он требует установления четких функциональных связей между средой, ее элементами и процессами, протекающими в ней с участием человека (групп людей, общества). Результатом такого рассмотрения является построение системного объекта.

Основными задачами системного подхода являются исследование специфических связей, установление закономерностей,

присущих отдельным типам систем, и разработка на этой основе методов их описания и изучения. Итогом системных разработок является непосредственное изложение того или иного метода решения специальных задач.

При проектировании или модернизации отдельных машин, комплексов они рассматриваются как система. При использовании системного подхода обращается внимание на структуру объекта (системы) и свойства его частей, проявляющиеся в их взаимосвязи. Одной из главных особенностей системного подхода является то, что органической его частью является логико-методический анализ.

Важным вопросом системного анализа является выбор соответствующего критерия, главного фактора, позволяющего установить предпочтительный вариант конструкции при решении многовариантных задач.

Так, рассматривая какое-либо изделие (систему), необходимо уяснить, что в данном конкретном случае будет предпочтительнее: получить наибольшую производительность при удовлетворительном качестве вырабатываемого продукта или улучшенное качество при средней производительности, или возможность получения продукта механизированным способом и т. п.

Точно так же в дизайне при формообразовании обычно вычленяется главный элемент конструкции, который определяет остальные узлы и позволяет в конечном итоге получить форму изделия в соответствии с предъявленными к нему требованиями.

В дальнейшем, анализируя систему, необходимо разделить ее на составляющие элементы, взаимная работа которых обеспечивает выполнение поставленной задачи. Необходимо определить место и роль каждого элемента, его связи в целостной системе. Разделение системы проводится в соответствии с функциональной деятельностью элементов, их строением.

Таким образом, дизайн представляет собой чрезвычайно продуктивное для системного подхода явление. С одной стороны, всегда имеется связь с проектированием какого-либо конкретного вида изделий, с другой - предмет дизайна имеет обобщенный характер и направлен на выделение закономерностей практики для любой производственной деятельности.

**Системой** может быть названо упорядоченное определенным образом множество разнородных элементов, взаимосвязанных между собой и образующих некоторое единство, свойства которого больше суммы свойств отдельно взятых составляющих его элементов.



## 9.4. Процесс дизайн-проектирования

Процесс проектирования складывается из отдельных взаимосвязанных, выработанных в результате длительного опыта и имеющих свое теоретическое обоснование стадий:

- подготовительной (предпроектного исследования);
- художественно-конструкторского предложения;
- художественно-конструкторского проекта;
- реализации художественно-конструкторской разработки,

включающей участие дизайнера в рабочем проектировании и испытаниях, ведение авторского надзора.

Значение и удельный вес каждой стадии зависят от особенностей объекта, его сложности, близости к прототипу, возможностей связи со средой. Чем определеннее его структура, чем больше его условность, тем быстрее проходит первичная поисковая работа. Чем сложнее объект, тем ответственней заключительный этап работы.

### 9.4.1. Подготовительная стадия

Никакой проектировщик не может иметь исчерпывающих знаний в любой области проектирования, поэтому начало проектирования предполагает сбор и анализ материала.

Подготовительную стадию работы можно разделить на две составные части: изучение предварительного задания на проектирование и подробное знакомство с темой проекта.

Изучение предварительного задания на проектирование предполагает: определение целей и задач исходя из заданных условий; освоение параметров будущего изделия (или среды), их основных характеристик; вскрытие важнейших функциональных связей; изучение специальной литературы; знакомство с составом проекта; знакомство с контрольными сроками и сроками окончательной сдачи проекта.

После проработки задания на проектирование начинается изучение темы проекта. Этап аналитического исследования спо-

способствует выявлению требований технической эстетики к данному объекту проектирования.

Подготовительная стадия состоит из следующих этапов:

- изучение задания на проектирование. Составление календарного плана выполнения проекта;
- сбор материала и художественно-конструкторский анализ.

### **1.Изучение задания на проектирование.Составление календарного плана выполнения проекта**

Исходными материалами для проектирования могут быть:

- техническое задание,выдаваемое планирующей организацией или заказчиком и определяющее параметры изделия (машины), область и условия его применения;
- техническое предложение, выдвигаемое в инициативном порядке проектной организацией или группой конструкторов;
- научно-исследовательская работа или созданный на ее основе экспериментальный образец;
- изобретательское предложение;
- образец зарубежного или отечественного изделия (машины).

На данном этапе дизайнером проводится предварительный анализ проектной ситуации, формулируется художественно-конструкторская проблема,цель проектирования,новизна работы, обосновывается необходимость ее проведения.

Дается характеристика современного состояния вопроса,определяется потребность в нем и сфера потребления,характер спроса и сбыта, комплекс технологических требований, место изделия в комплексе функционально связанных с ним вещей и другие вопросы социально-экономического характера.Дизайнер должен знать и учитывать технические и технологические возможности предприятий, которые будут выпускать проектируемое изделие,перспективы развития техники и технологии, прогрессивные методы промышленного производства продукции данного типа.

## **2. Сбор материала и художественно-конструкторский анализ**

### **2.1. Выбор аналогов (прототипов) проектирования на основе патентного исследования. Изучение литературного и натурного материала**

На данном этапе проводится патентный поиск, анализируются прототипы изделия по чертежам и образцам. Для этой цели используются периодические издания, научные труды по различным вопросам технической эстетики, перспективы отечественных и зарубежных фирм, каталоги промышленных и художественно-конструкторских выставок. Отобранный материал может содержать изображения в виде зарисовок; снятых с иллюстраций калек, фотографий и т.д.

В пояснительной записке следует привести эскизы семи-восьми аналогов. Устанавливаются достоинства и недостатки в кинематической и конструктивных схемах прототипов, недостатки внешнего вида, технологии, изучается масса, габариты, стоимость изготовления, материалы и т.д.

**Литературный материал** может содержать как общие положения, так и узкоспециальные. В процессе изучения литературы используются периодические издания, научные труды по различным вопросам технической эстетики, проспекты отечественных и зарубежных фирм, каталоги промышленных и дизайнерских выставок и т. д. Характер собираемого материала не ограничен каким-либо заданным перечнем. В его отборе могут проявляться и индивидуальные склонности проектировщика.

Отобранный материал может содержать и изображения в виде зарисовок, снятых с иллюстраций калек, фотографий и т.п. Обязательно следует своевременно его аннотировать, чтобы он был легко доступен для использования и поддавался систематизации. Аннотация должна содержать следующие данные: название книги, журнала, каталога, из которого взят материал, с указанием года и места издания. Если аннотируются иллюстрации, то также целесообразно указать название книги или брошюры, год и место издания, страницу. Анализ и обобщение материала всегда могут быть использованы в последующей творческой работе.

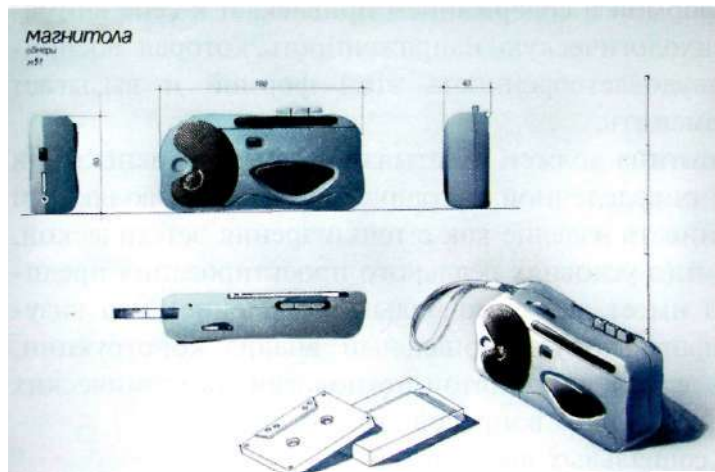


Рис. 9.2. Обмер промышленного изделия

**Изучение натурального материала** имеет свои особенности. Здесь имеется опасность ограничиться созерцанием предмета, в то время как требуется его доскональное изучение. Эстетическое (неосознанное) восприятие должно обязательно сочетаться с аналитическим. В этом смысле полезно рисование. Оно заставляет более активно, чем фотографирование, воспринимать внешнюю форму изделия. Очень важно зафиксировать величину предмета, поставив рядом линейку с четкими делениями. Если есть возможность, то лучше обмерить изделие и точно воспроизвести его цвет (см.рис.9.2).

Для зарисовок и обмеров удобно пользоваться бумагой одинакового формата. Это облегчает организацию собранного материала, который может иметь не только информационное значение, но и эстетическую ценность. Композиция листа и графика могут нести на себе отпечаток индивидуальности дизайнера.

Особо важное значение имеет художественно-конструкторский анализ аналога или прототипа, если таковой есть и проектирование идет по этому прототипу. Здесь основным источником информации является само изделие.

Проектирование по прототипу имеет большое распространение по той причине, что культурное старение, как правило, опережает техническое, особенно в сфере быта, в среде, наиболее чувствительной ко всякого рода социальным переменам, колебаниям вкуса, ассоциативным влияниям смежных видов искусств. Особенно нагляден процесс старения домашней утвари (посуды, простейшего кухонного оборудования, электробытовых приборов). Периодически требуют изменений скамьи, урны, стенды, киоски. При этом их функции чаще всего остаются почти неизменными, а меняются внешняя форма и способ изготовления.

В том, что изделия одного и того же назначения облачаются в разные формы, ничего противоречащего единству формы и содержания нет. Одному и тому же содержанию могут соответствовать много форм. История предметного мира богата подобными примерами (взять хотя бы мебель или посуду). Но всякое несоот-

ветствие между формой и содержанием привлекает к себе внимание, создавая психологическую напряженность, которая воспринимается как неудовлетворенность этой формой и вызывает стремление ее изменить.

Анализ прототипа должен охватывать целый ряд аспектов и быть основан на определенной методике (см.гл. 2), позволяющей всесторонне оценивать изделие как с точки зрения эстетической, так и утилитарной (в условиях реального проектирования проектный анализ имеет особенно большое значение). Это визуальный анализ формы, функциональный анализ конструкции, применяемых материалов, принятой технологии, экономических показателей, а также анализ вопросов эксплуатации.

### **2.2. Анализ социальных показателей**

Социальные показатели предполагают соответствие изделия общественным потребностям, необходимому уровню потребительской ценности. В пояснительной записке следует отразить общественную целесообразность выпуска товаров, социальный адрес и потребительский класс товаров, соответствие товаров оптимальному ассортименту, социальные особенности применения изделия (в индивидуальном или общественном пользовании, на производстве, во время отдыха, на транспорте и т.д.)

Характер задания может потребовать выхода в смежные области знания. Начиная работу над медицинским инструментом, например, необходимо ознакомиться с процессом лечения, специфической ситуацией больничной палаты или операционной, их объемно-пространственной структурой и т.п. Проектируя детский городок, автор должен получить сведения об общих основах детской психологии, о возрастных особенностях детей. Эта задача требует уяснения и элементарных градостроительных норм, принципов планирования современного жилого квартала, изучения предлагаемых материалов для строительства (бетона, дерева, пластмасс), их механических свойств, способов внешней обработки. Проектировщик вооружается знанием стандартов и других документов, регламентирующих проектирование.

### 2.3. Анализ утилитарно-функциональных требований

Функциональные признаки характеризуют основное назначение предмета (для жилых, общественных, производственных помещений и т.д.), использование его с наибольшей пользой, совершенство выполнения основной функции и вспомогательных операций, универсальность применения.

Комплекс утилитарно-функциональных требований можно распределить по четырем группам изделий:

- вещи, с которыми человек взаимодействует непосредственно: одежда, обувь и т.д. Изделия должны обладать таким строением и формой, которая соответствовала бы анатомии и физиологии человека и была бы полезна в его деятельности.
- вещи, которые взаимодействуют с человеком и выполняют самостоятельную техническую функцию (электроприборы, часы, шкафы, футляры), т.е. объединяют техническую функцию с потребительской.
- орудия труда, осуществляющие рабочие функции без непосредственного физического участия человека, но под его контролем. Внимание следует уделять органам управления.
- орудия труда, осуществляющие рабочие функции без непосредственного физического участия человека, внимание следует уделять органам управления.

Функциональный анализ охватывает не одну, а, как правило, несколько конкретных функций объекта - основных и второстепенных, нередко противоречащих одна другой и заставляющих проектировщика искать компромиссы. Примеры таких противоречий встречаются при проектировании кухонной утвари. Например, чтобы уверенно держать сковородку, хорошо было бы, чтобы ручка этой сковороды имела насечку или легкий рельеф, но это противоречило бы требованиям гигиены - такую сковородку трудно мыть. Хорошо, когда эта ручка прочно и надежно скреплена с самой емкостью, но сковорода с постоянной (не съемной) ручкой занимает много места в кухонном шкафу и функция хранения решается в этом случае неудовлетворительно.

Когда есть возможность изучить прототип, непосредственно манипулируя с ним (это чаще всего возможно при работе с бы-

товыми предметами), то и проектировщик получает исчерпывающую информацию. Но в ряде случаев он может только наблюдать за действиями машины, например за вождением транспорта и т.д. Тут большое значение может иметь общение с работающими на машине: оператором, водителем, машинистом; они могут дать самые ценные и достоверные сведения о том, в какой степени удовлетворительно функционирует машина, каковы ее эксплуатационные достоинства и недостатки (подробно см. гл. 2).

#### **2.4. Эргономическое исследование**

Эргономические и экологические признаки обеспечивают социальную эффективность техники, содействуют гуманизации человеческой жизни в любой ее сфере. Различают четыре типа условий: невыносимые, некомфортабельные, комфортабельные, вышедший комфорт.

Дизайнер анализирует соответствие изделия-аналога психофизиологическим особенностям человека, закономерностям зрительного восприятия, антропометрическим данным, моторике человека; удобство расположения органов управления, читаемость надписей (см. гл. 7).

#### **2.5. Изучение конструктивно-технологических свойств**

На данном этапе анализируются:

- технические условия (масса, габариты, перемещения в пространстве);
- рациональность общей кинематики конструкции и компоновки изделия (кинематические цепи должны быть коротки);
- рациональность деления на узлы, возможность независимой сборки, удобство монтажа и регулирования, способы установки и крепления;
- номенклатура марок материала, использование оригинальных материалов. При неправильном выборе материалов приходится прибегать к дополнительным конструктивным средствам (ребрам жесткости, утолщению стенок), а это ухудшает внешний вид изделия, увеличивает трудоемкость;
- технология производства; методы получения данной формы (ковка, литье, штамповка и т.д.);

- использование простых геометрических форм деталей, заготовок,
- использование покупных изделий;
- стандартизация и унификация деталей, позволяющая сократить сроки и трудоемкость освоения изделий, использовать технологическую оснастку, увеличить долговечность изделия, применять уже испытанные конструкции (см. гл.5-6).

#### **2.6. Анализ экономического фактора**

Дизайнер анализирует себестоимость, эксплуатационные расходы, экономическую эффективность, срок окупаемости. При этом учитывается серийность выпуска (массовое или индивидуальное производство), производственные и потребительские требования, в том числе потребляемая энергия, частота профилактики.

#### **2.7. Анализ эстетических свойств**

Проводится анализ декоративной функции изделия-аналога, рассматривается рациональность формы, целостность композиции, композиционные связи между элементами формы, информационная выразительность, совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида.

Анализируются закономерности образования формы данного изделия, при этом учитываются: формы элементов интерьера и окружающей среды, назначение помещения, в котором будет функционировать изделие, стилистическая и пластическая однородность форм.

### **9.4.2. Стадия художественно-конструкторского предложения**

Стадия художественно-конструкторского предложения состоит из следующих этапов:

разработка вариантов художественно-конструкторских предложений;

- исследования функционирования и технологичности, данных социологии и эргономики для каждого варианта предложения; выбора варианта художественно-конструкторского предложения;



- аргументированного обоснования принятого композиционно-образного решения; создания графических эскизов и предварительных макетов; эскизного проекта.

### **1. Разработка вариантов художественно-конструкторских предложений**

На данном этапе дизайнер предлагает свою оригинальную конструкцию (два-четыре варианта) изделия и обосновывает новизну: в оригинальной форме, выборе материала, сочетании различных материалов и т.д. Следует нарисовать расположение в интерьере.

Разработка предложения - большой творческий процесс, в ходе которого приходится преодолевать психологическую инерцию (предрасположенность к какому-либо конкретному образу, стилю). На этой стадии целесообразным является применение методов «мозговой атаки», аналогий, комбинаций, инверсии.

Инверсия требует отказа от прежних взглядов на задачу, образно говоря, при этом «выворачивают предмет наизнанку». При использовании метода комбинаций дизайнер совместно с инженером-конструктором систематически исследуют новые возможные комбинации параметров и функций изделия).

Важное средство в поиске проектного замысла - прогнозирование. Прогнозирование основывается на правильном построении идеала будущего предмета и основных направлениях движения к нему с учетом закономерных изменений социальных, технико-экономических и других условий. Прогнозирование может быть кратко-, средне- и долгосрочным, соответственно на 5-15, 15-25 лет и более отдаленную перспективу. В первом случае оно наиболее детально, более близко смыкается с текущим проектированием. При среднесрочном прогнозировании внимание уделяется содержанию предмета, а не материалам и технологии его производства, т.е. прогнозирование ведется на уровне идей и выходит за рамки проектирования. При долгосрочном прогнозировании технико-технологические ограничения не учитываются, а выдвигаются идеалы развития предметной среды.

### Пример

Конструкция автобуса, предназначенного для внутригородского транспорта, должна отличаться от конструкции автобуса для поездок на дальние расстояния. В первом следует обеспечить более свободные проходы, две-три двери. Во втором - один вход-выход, максимальное количество сидячих мест.

## 1.1. Формирование объемно-пространственной структуры предмета

Форма изделия может быть образована под воздействием:

- художественного образа. При этом играют роль стилевые особенности эпохи, общественные вкусы, фактор морального старения (в проект закладывают запас совершенства и новизны, чтобы изделия отвечали требованиям не только сегодняшнего, но и завтрашнего дня);
- работы конструкции, технологического процесса, закономерностей работы материала;
- функционального назначения. Учитывается социальная целесообразность изделия данной функции; единство формы и содержания (динамичная форма самолета передает стремительность полета, статичная форма пресса выражает силу, тяжесть).

На данном этапе происходят поиски стиля в области формообразования: возможна стилизация «под старину», использование романтических, растительных мотивов и т.д. Характерные черты формы, стилевая направленность тесно связаны с анализом социальных потребностей и технико-экономических возможностей.

Следует решить проблему морального старения изделия. Форма есть отражение духа времени. Любая форма изделия рано или поздно стареет морально. Предмет не должен морально стареть раньше, чем будут полностью использованы его технические и физические возможности. Сроки службы и назначение у изделий различные, поэтому к проектированию их формы необходимо подходить дифференцированно. Форма изделий, срок службы которых непродолжителен, может в большой степени отражать черты моды, например в изделиях обувной или швейной промышленности. Формы изделий длительного употребления, предназначенных для утилитарных потребностей, должны быть сдержанными и нейтральными, что позволит им не стареть морально в течение всего времени службы.

## 1.2. Цветовое решение

Роль цвета в композиции сводится к расчленению или объединению форм, усилению или нивелировке пространственных соотношений, подчеркиванию тектонического строя интерьера.

Следует обосновать, какие цвета используются и почему (создать ощущение тяжести - устойчивости, добиться впечатления удаленности предметов, зрительно увеличить пространство, зрительно приблизить предметы и т.д.).

При создании оптимальной цветовой среды должны учитываться:

- функциональное назначение, условия эксплуатации;
- свойства цвета, способные в некоторой степени компенсировать недостатки среды физического порядка (температурный режим, уровень шума и т.д.);
- функционально-конструкторская структура изделия;
- естественное природное окружение, среда, в которой изделие будет использоваться;
- психофизиологическое воздействие цвета,
- решаемые эстетические задачи;
- особенности композиции формы изделия (большую высоту или длину можно зрительно уменьшить членением; меняя яркость и насыщенность цветовых сочетаний, можно улучшить пропорциональный строй формы; большие площади следует окрашивать в светлые тона; окраска малых поверхностей должна быть достаточно насыщенной, так же как и окраска предметов со сглаженными формами и нечеткими гранями).

## **2. Исследование функционирования, технологичности, данных социологии и эргономики для каждого варианта предложения**

На данном этапе работы следует обосновать выбор материала, правильность его использования в формообразовании изделия (возможность использования машинной технологии, традиционных или новых полимерных материалов с учетом физико-механических, декоративных, технических свойств, доступности материала). Материалы должны быть легкими, иметь широкую цветовую гамму.

Кроме того, следует обосновать связь формы и материала, тектоничность, т.е. отражение в форме работы конструкции и организации материала.

**Прогрессивность (функциональность)** - стремление к достижению прогрессивных параметров, повышение технического

уровня изделия, производительности труда, улучшение условий труда. Пути достижения: преодоление имеющихся технических барьеров путем изыскания принципиально новых конструктивных решений, автоматизации; использование новых материалов и технологий и т.д.

**Конструктивность** - достижение предельно возможной простоты и целесообразности конструкции, ее максимальной компактности и минимальной массы, устранение промежуточных звеньев, рациональное расчленение конструкции на узлы и ее транспортабельность. Пути достижения: критическое изучение аналогичных конструкций, вариантное проектирование, широкое использование нормализованных деталей и узлов (см.гл.3).

**Технологичность** - обеспечение простоты и удобства изготовления, сборки и регулирования деталей узлов, технологической преемственности изделия в производстве; типизация технологических процессов.

**Экономичность** - обеспечение высокой экономической эффективности конструкций в производстве и эксплуатации (получение минимальной себестоимости, наименьших эксплуатационных расходов).

**Надежность** - повышение эксплуатационных качеств изделия и четкости его работы, гарантийной долговечности, простоты и безопасности монтажа и обслуживания (прочности, устойчивости, безотказности, ремонтпригодности). Пути достижения: учет (при конструировании) эксплуатационных требований, опыта эксплуатации и аварийной статистики по конструкциям аналогичного назначения.

**Эргономичность** - обеспечение удобства обслуживания и ремонта. При проектировании пользуются эргономическими размерами, которые определяются при различных рабочих позах и положениях человека. Основные эргономические свойства: управляемость, обслуживаемость, освояемость, обитаемость. Необходимо учитывать показатели: психологические (соответствие техники возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики), социально-психологические (межличностные отношения при совместной деятельности), физиологические и психофизиологические (соответствие техники силовым, скоростным, энергетическим, зри-

тельным, слуховым и др.), антропометрические (соответствие техники размерам и форме тела работающего человека, его весу), гигиенические (показатели освещенности, вентилируемости, температуры, давления, запыленности, радиации, токсичности, шума, вибрации и т. д.). Учет эргономических требований способствует максимальной экономии времени и затрат труда, делает изделия удобными, гигиеничными и безопасными, экономичными в изготовлении.

**Эстетичность** - достижение цельности, соразмерности, выразительности формы изделия, наилучшего его соответствия, функции и назначению изделия (не в ущерб технологичности и экономичности), создание наиболее благоприятных психологических условий восприятия, повышение представления о хорошей красивой вещи у потребителя.

Следует рассмотреть для каждого варианта габаритные размеры, масса, мощность, мобильность, универсальность, расширение диапазона рабочих характеристик, возможные разновидности, дополнительные функции.

### **3. Выбор варианта художественно-конструкторского предложения. Аргументированное обоснование принятого композиционно-образного решения**

Подробный сопоставительный анализ новых решений завершается выбором одного из вариантов. Представляется обоснование выбора конкретной конструкции изделия (пример обоснования выбора принятой конструкции).

### **4. Создание графических эскизов и предварительных макетов**

Работа на этапе предложения сопровождается выполнением графических эскизов. Эскизы выполняются в черно-белом изображении (карандаш, перо, кисть) или в цвете.

В поисках композиционного решения при необходимости следует использовать объемно-изобразительные средства - макеты. Предварительные макеты выполняются в уменьшенном масштабе из податливого материала (пластилина, глины, скульптурной глины) или твердого (гипса, дерева, металла, пластмассы).

В пояснительной записке рекомендуется рассмотреть влияние конструкции на восприятие помещения, представить план помещения.

## 5. Эскизный проект

### 5.1. Исследование конструктивных возможностей, наличия конструктивных и отделочных материалов, типовых и унифицированных элементов, технологии изготовления.

Определяется общая структура, кинематическая, электрическая и другие схемы объектов, покупные детали, габариты узлов и изделий, ведется поиск и отработка формы. На основе установленных инженером схем, узлов, габаритов разрабатываются различные варианты компоновки (т.е. составление целого из частей), композиционные решения.

Дизайнер изучает данные о свойствах конструкционных и отделочных материалов и технологий, о конструктивных решениях, согласует эскизный проект с конструктивными возможностями, наличием материалов, типовых и унифицированных элементов, технологией изготовления. На этапе эскизного проекта возникает большое количество решений, из которых выбирается один.

Необходим учет:

- обзора, т.е. оптимальных условий зрительной работы, что обеспечивает быструю и легкую зрительную ориентацию, хороший обзор во всех направлениях, приемлемое расстояние до объекта наблюдения (например, сигнальной панели);
- удобства, т.е. размеры должны отвечать анатомическому строению человека и особенностям его трудовой деятельности, обеспечивать удобную рабочую позу, свободные рабочие движения тела и конечностей, нормальную физическую и психическую нагрузку на человека;
- оснащения, т.е. удобно размещенных для работающего человека средств отображения информации и органов управления;
- гигиены, т.е. обеспечения оптимального освещения и условий видимости, оптимальных акустических и микроклиматических условий, защиты от вредных воздействий, излучения и вибрации, возможности поддержания чистоты и порядка;
- безопасности, т.е. оснащения средствами защиты для предотвращения травматизма, обеспечение возможности безопасной эксплуатации изделия;
- эстетики, т.е. художественное решение (по форме и цвету)

должно вызывать положительные эстетические эмоции и приятные эстетические чувства.

Составляется пояснительная записка, в которой фиксируется принятое решение, способы отделки, основные показатели, дается краткое описание, содержащее суть предложения с техническим обоснованием и характеристиками тенденций развития формы данного изделия.

### **5.2. Графическая проработка**

Основные этапы графической проработки изделия:

- композиционно-стилевой поиск варианта изделия;
- увязка цветового решения с функциональным и композиционным решением формы;
- эргономическое обоснование. Условия, обеспечивающие безопасность труда и снижение утомляемости, достигаются максимальной механизацией, удачной компоновкой узлов, рациональным размещением органов управления, легкодоступностью деталей при отладке, снижением шума, рациональным освещением, соответствием размеров изделия анатомическим особенностям человека, выполнением всех требований безопасности;
- разработка компоновочных схем, ортогональных и перспективных изображений.

### **5.3. Объемный поиск (макетирование, моделирование)**

Поиск и отработка форм ведется и с помощью моделирования и макетирования. Объемный поиск является основным методом творческого поиска дизайнера. Модель отражает объемно-пространственное решение, а макет, кроме того, цвет, фактуру материала, графические элементы. Сначала макеты делаются в небольшом масштабе, по мере проработки формы масштаб их увеличивается. Применяют масштабы 1:20, 1:10, 1:5, 1:2.

Окончательный вариант выполняется в натуральную величину или с максимальным приближением к реальным размерам.

Модели и макеты выполняются, как правило, в условном материале: дереве, гипсе, бумаге, картоне, фанере, древесно-стружечной плите, пластилине, твердом пенопласте, органическом стекле, целлулоиде, полистироле и т.д., а также из сочетаний этих материалов.

Данная стадия проектирования завершается рассмотрением проекта на соответствующих художественно-технических советах и утверждающих инстанциях.

После согласования с заказчиком и утверждения эскизный проект служит основанием для дальнейшей разработки.

#### 9.4.3. Стадия художественно-конструкторского проекта

Содержание этой стадии - развитие и углубление утвержденного художественно-конструкторского предложения, конечная цель - исполнение художественно-конструкторского проекта в объеме, предусмотренном в задании. Уже определена основная композиционная тема, и если можно говорить о художественном образе произведения промышленного искусства, то его возникновение относится всецело к стадии художественно-конструкторского предложения.

На стадии художественно-конструкторского проекта характерно превалирование логического мышления над интуитивным. На всем протяжении разработки и детализации проекта важно сохранить его основной композиционный замысел. Для этого надо иметь перед глазами эскиз и постоянно возвращаться к нему, с тем чтобы за деталями не потерять целого.

Этапы художественно-конструкторского проекта:

##### 1. Координация функционально-эргономических, эксплуатационных и конструкторско-технологических аспектов.

Выбранный вариант художественно-конструкторского предложения углубленно прорабатывается в техническом отношении. Тщательно проверяется, осуществимо ли принятое решение, целесообразны ли конструктивные узлы, экономичен ли процесс сборки, может ли завод-изготовитель освоить изделие без особых издержек.

Выполняются окончательная компоновка изделия, разработка чертежей сложных поверхностей, узлов и элементов конструкции, выбор рациональных конструкционных и отделочных материалов, оптимальной технологии изготовления изделий, унификации узлов и деталей. Тщательно отрабатывается форма отдельных

На завершающем этапе проектирования всегда актуален выбор выразительной **графической формы проекта**, входящих информационных, отчетно-демонстрационных материалов.

Существенен вопрос их связного, логически - последовательного предъявления зрителю, эксперту, заказчику.

##### **Очень важно:**

наглядно, убедительно и полно представить содержание проекта и композиционными средствами организовать маршрут его восприятия;

- необходимо расставить смысловые и композиционные акценты;
- осмысленно варьировать масштаб предъявляемой информации, темп, ритм текстовых (шрифтовых) включений, «ударные» цветовые пятна и интервалы в пространственной структуре экспозиции.



деталей, в том числе тех, которые связаны с удобством пользования изделием. Производится окончательный выбор предпочтительного варианта эргономического решения объекта, комплексная оценка эргономического решения объекта аналитическими методами и методами моделирования.

Конструктивные признаки предполагают достижение возможной простоты и целесообразности конструкции изделия, назначение размеров элементов и решение узлов в соответствии с действительными нагрузками и условиями эксплуатации. Конструкция изделия должна обеспечивать его нормальное функционирование в течение всего периода эксплуатации.

Конструкция является технологичной, если удовлетворяет заданным эксплуатационным качествам продукции и позволяет изготавливать ее с наименьшими затратами труда и материалов, характеризуется простотой компоновки и совершенством формы, обеспечивает удобство и минимальную трудоемкость в процессе сборки и при ремонте, использование стандартизованных узлов и деталей.

При разработке проекта отдельные технические параметры изделия, технологические возможности производства, эргономические требования, композиционный замысел могут оказаться в некотором противоречии. Поэтому на данном этапе главной задачей является координация работ, увязка различных параметров будущего изделия. Оценка совместимости факторов может привести к изменению отдельных параметров.

## **2. Художественно-конструкторская проработка формы.**

На данной стадии окончательно отрабатываются:

- Композиция, размеры и пропорции.

Дизайнер анализирует, правильно ли найден композиционный центр изделия, насколько выразителен пропорциональный строй. Как сказывается унификация размеров и параметров на соразмерность частей и целого промышленного изделия, позволяет ли унификация гармонически вписать его в окружающую среду.

- Соответствие формы назначению. Так, машина, предназначенная для автогонок, имеет легкую, стремительную форму, для перевозки грузов - сильную, тяжелую, мощную.

- Пластическая проработка.
- Использование фасонных и декоративных элементов изделия.
- Единство стилового решения отдельных элементов изделия.
- Масштабность.

Прорабатывается масштабное соответствие изделия человеку. Рекомендуются выполнить схемы, на которых рядом с изделием изобразить человека; макеты панелей управления изготовить в натуральную величину.

- Масштабная соразмерность с интерьером.
- Тектоническое решение.

Соответствие формы и материала выступает как один из ведущих принципов формообразования. Четкая информированность о материале изделия является важным потребительским свойством, поэтому раскрашивание под дерево штампованного листового материала или имитация металлизированной пластмассы под серебро приводят к противоречию художественного и технологического приемов проектирования. В форме изделия нет необходимости раскрывать технологию его изготовления, поэтому технологическая информативность формы, как правило, нейтральна. Например, сварной шов тщательно заделывают.

- Защитно-декоративное покрытие.

Дизайнер приводит точные сведения о покрытиях, применяемых материалах и их обработке, лаках, эмалях, пластмассовых напылениях и т.д. с указанием ГОСТов, марок.

- Фактура поверхности.
- Цветовое решение.

Проводится анализ того, насколько гармонично общее цветовое решение изделия, выразительны ли цвето-тональные соотношения отдельных элементов по отношению к целому изделию, соответствует ли цветотональное и фактурное решение общему композиционному замыслу изделия, сохраняется ли целостность восприятия формы после окраски, нет ли монотонности и однообразия или излишней пестроты в окраске изделия.

Дается схема окраски будущего изделия, указываются ГОСТы, эталоны окрасок. Варианты окраски выполняются гра-

фически. Цвета поверхностей должны удовлетворять требованиям психологии и физиологии.

• Графическое оформление.

На многих изделиях даются буквенно-цифровые тексты, знаки, символы и другая информация. Графическое решение (тип и стиль письма, цвет и т.д.) следует соотносить с требованиями к изделию, его местом в предметной среде. Необходимо правильное отражение значимости цветографического сообщения.

### 3. Экономическое обоснование проекта.

Технико-экономические показатели определяются материальными и трудовыми затратами на производство и потребление, техническими условиями изготовления, а также методами испытаний, правилами приемки, маркировки, упаковки, транспортировки и хранения, которые устанавливаются ГОСТами.

Экономичность конструкций - показатель комплексный, формируется при учете затрат не только производственных (трудозатрат, энергозатрат, стоимости материалов и комплектующих), но и расходов транспортных, пуско-наладочных, эксплуатационных, ремонтных за весь период работы машины. Проектировщик стремится находить пути повышения экономической эффективности создаваемых конструкций, их полезной отдачи при снижении производственной себестоимости и эксплуатационных расходов.

Годовой эффект от работы машины:

$$Q = Q_m - P,$$

где  $Q_m$  - годовая отдача, руб./год;  $P$  - сумма эксплуатационных расходов, руб./год (складывается из стоимости расходуемой энергии, материалов и заготовок, инструмента, оплаты труда, технического обслуживания, ремонта, накладных цеховых и заводских расходов, амортизационных расходов).

Рентабельность  $g = Q_m / P$ . Величина  $g$  должна быть больше 1, иначе машина будет работать убыточно, смысл ее работы утрачивается.

Производство и использование изделия должны обеспечивать общую рентабельность общественного производства, даже

тогда, когда применение метода художественного конструирования ведет к некоторому увеличению себестоимости продукции.

**4. Разработка эскиза подачи проекта (выбор материала, графической техники для иллюминировки чертежей).**

Дизайнер осуществляет выбор материала макета, графической техники, может предусмотреть подготовку фотографий макетов изделия и рисунков по стадиям разработки, фотографий прототипа и т. д.

**5. Прорисовка основных ортогональных проекций в окончательном масштабе.**

**6. Выполнение конструктивных чертежей и функционально-эргономических схем.**

Выполняются чертежи компоновочных, декоративно-графических элементов, технического рисунка изделия (перспективного изображения или аксонометрии), эргономические схемы.

Использование современных компьютерных средств обеспечивает точную информацию о поверхностях, и основных образующих линиях изделия, дает возможность точно произвести форму опытных и серийных образцов, освобождает дизайнеров от работ, связанных с построением перспективных изображений, замерами, сокращает процесс художественного конструирования в целом

**7. Монтирование форм в макете (в окончательном масштабе).**

Макетирование позволяет понять своеобразие формы, выявить светотеневую передачу пластики, сравнить возможные проектные решения, проверить правильность предварительных расчетов и конструктивных решений, согласованность размеров и объемов, последовательность сборки, эффективность функциональных и эргономических схем. Наиболее распространенные схемы макетов - «Этажи» и «Один в другом». Конструкция оборудования, наличие несущих базовых элементов предопределяет применение той или иной схемы. Композиционное макетирование - основной метод профессиональной деятельности, позволяющий решать любые конкретные типологические задачи, последовательно ведя разработку идеи от общего к частному: от выбора пластической схемы к ее детализовке и конкретизации с использованием закономерностей создания формы.

Выполняется макет (модель) в условном материале или эталон внешнего вида (точный макет изделия с решением внутренних и внешних пространств). Допускается использование макетов, утвержденных на предыдущем этапе и доработанных с учетом замечаний. При проектировании сложных объектов с криволинейными очертаниями следует изготавливать модели в натуральную величину. Они служат не только для отработки формы, но и для разработки точных конструктивных чертежей криволинейных элементов и шаблонов.

#### **8. Оформление пояснительной записки.**

Пояснительная записка включает:

- краткое изложение поставленной задачи;
- требования к художественно-конструкторской разработке;
- характеристику тенденций развития изделия;
- подробное описание проекта;
- технико-экономическое обоснование;
- эргономическое обоснование;
- сравнительные компоновочные схемы;
- характеристику отделочных материалов.

Номенклатура схем определяется в зависимости от сложности проектируемого изделия, на них показываются составные части изделия и связи между ними в условных изображениях или обозначениях.

В документацию включается выписка из протокола об утверждении художественно-конструкторского предложения

#### **9. Согласование проекта.**

Разработанная документация изделий культурно-бытового назначения массового производства утверждается региональными художественными советами тех ведомств, которые являются головными по тому или иному виду продукции.

Документация передается на предприятие-изготовитель.

#### 9.4.4. Стадия реализации художественно-конструкторской разработки

**Форма и графическая культура проекта** - категории эстетические.

Грамотная форма подачи проекта - признак общей высокой проектной культуры, наследующей художественные традиции и определенные каноны.

В технологическом плане графопластическая форма проекта - это след инструмента, результат работы в определенном материале и применения соответствующих навыков.

Проект не должен содержать ничего лишнего, отвлекающего от его сути.

В графической форме проекта объективно отражаются квалификация, стилистические предпочтения и узнаваемый индивидуальный «почерк» дизайнера.

**Проект - визитная карточка дизайнера.**

Стадия рабочего проектирования и технологической разработки, материалы которой идут в производство для изготовления изделий в натуре, является последней.

На этой стадии дизайнер принимает активное участие в комплексной работе технологов, инженеров-конструкторов, специалистов-эксплуатационников, но его функции несколько ограничены.

Прежде всего дизайнер ведет авторский надзор за разработкой всех деталей, с тем чтобы заложенная на предыдущих стадиях проектная мысль не была искажена, а выражена и реализована наилучшим образом. Он уже меньше вникает в устройство несущих конструктивных элементов, механизма и т.д. Этим всецело занимаются инженеры. Его задача - с исчерпывающей полнотой довести до исполнителей все тонкости и нюансы формы. Это касается не только внешнего вида изделий, но и его вида изнутри (салона автомобиля или интерьера помещения, например). В поле зрения дизайнера на этой стадии проектирования должно быть все, что реально воспринимается органами зрения.

Когда мы имеем дело с формами прямолинейного очертания, то чертежи, выполненные даже в уменьшенном масштабе по отношению к натуре, дают достаточно информации для точного воспроизведения авторской мысли. Но при работе с изделиями, где имеются криволинейные поверхности, требуется особенно активное участие дизайнера. Сложная форма лепится, а с моделей или особенно важных деталей делаются размерные чертежи и шаблоны.

Когда объект проектирования состоит из многих пластических частей, то задача дизайнера - сохранить их общий характер, чтобы «большое в малом» способствовало созданию целостности и единства. Характер кривых имеет тогда значение для выявления масштабности, в общем случае чем больше по своим размерам деталь (или предмет), тем сложнее кривая, его образующая, и это можно проверить на макете в натуральную величину.

В конечном итоге масштаб макета зависит от практических возможностей, но есть на этот счет условные рекомендации (табл. 9.1).

**Таблица 9.1**  
**Рекомендации по выбору масштаба макета**

| <b>Объем изделия, м<sup>3</sup></b> | <b>Масштаб макета</b> |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <b>1...3</b>                        | <b>1:1</b>            |
| <b>3...9</b>                        | <b>1:3</b>            |
| <b>9...36</b>                       | <b>1:5</b>            |
| <b>36...150</b>                     | <b>1:10, 1:20</b>     |

Большое значение имеет серийность проектируемого изделия. Такие значительные по величине объекты, как легковые автомобили, например, объем которых колеблется в пределах от 10 до 15 м<sup>3</sup>, всегда макетируются в натуральную величину. На натуральном макете в этом случае проверяются и эргономические вопросы и, что очень важно, на таком демонстрационном макете может моделироваться во всех ее подробностях отделка изделия. Таким образом достигается исчерпывающее представление о его внешнем виде.

Следующий этап в продвижении изделия от проекта к выпуску серии - изготовление опытного образца, на котором окончательно проверяются все эстетические и технические вопросы. Роль дизайнера при этом в большинстве случаев ограничена. Можно говорить о том, что его деятельность локализуется прежде всего вокруг вопросов отделки. Здесь важно, какой именно материал применен, как получаются швы, как подогнаны панели и сочетается ли фактура обивки кресел и пола, например, в салоне автомобиля, судна, самолета.

Натурный образец важен не только для таких ответственных многосерийных изделий, как автомобиль. Все, что связано с бытом, что просматривается с близкого расстояния и входит в эстетически организованную культурную среду, проверяется на образце в своем окончательном исполнении, в материале. Для светильника важен абажур: как он выглядит при естественном свете и при зажженных лампах. Достаточно ли устойчив торшер, не нужно ли утяжелить основание. Для многих изделий (детских игрушек, например) важен момент их осязания и т.д.

Опытный образец проходит наладку после того, как изделие начинает функционировать. Только процесс опытной эксплуатации может дать окончательную и всестороннюю оценку качества изделия. И здесь дизайнер должен придирчиво собирать информацию об изделии у оператора машины, водителя автобуса, домашней хозяйки, испытавшей бытовое изделие для кухни.

В процессе пробной эксплуатации обнаруживаются иногда самые неожиданные функциональные и эргономические недочеты. Изделие может плохо «вписываться» в предметное окружение, не сочетаться (особенно в бытовой среде) с распространенными видами мебели, габаритами помещения и т.п. В результате проведенной наладки и опытной эксплуатации иногда появляется необходимость изменения технологии изготовления или замены материала по различным практическим, а иногда и эстетическим соображениям.

## 9.5. Особенности учебного проектирования

Между учебным и практическим проектированием существует определенная разница.

В практическом проектировании для промышленности большое значение имеют инженерно-технические, экономические, технологические и другие факторы, связанные непосредственно с производством, отсюда жесткая обусловленность решений. Не равнозначны и по-разному относительно важны отдельные стадии проектирования, их удельный вес. Например, в учеб-



ном проектировании превалирует эскизная стадия, в то время как стадия изготовления опытного образца, связанная с большим объемом рабочих чертежей, выполнением образца в материале, всесторонним его испытанием, как правило, отсутствует.

Существует некоторая разница в терминологии, используемой в реальном и учебном проектировании. Курсовой проект можно условно считать идентичным принятому на практике художественно-конструкторскому предложению. Более полный по своей проработке, по своему информационному содержанию, связанный с изготовлением демонстрационного макета, дипломный проект соответствует на практике художественно-конструкторскому проекту.

Аспекты учебного курса «Проектирование и моделирование промышленных изделий» содержат:

- комплексный характер процесса проектирования;
- последовательное усложнение заданий;
- ознакомление с наиболее распространенными и важными функциями и формами;
- ознакомление с некоторыми смежными областями проектирования;
- включение устной и письменной информации в процессе проектирования.

**Комплексный характер учебного проектирования** предполагает соединение теории и практики, одновременную разработку функциональных вопросов, конструкций, эргономики и решения эстетических задач. Только в их тесной взаимосвязи можно добиться выполнения полноценного проекта, где образное творческое начало и композиционное решение гармонизировали бы с инженерно-техническим.

**Последовательное усложнение заданий** идет в нескольких направлениях: от элементарной функции изделия к многочисленным, от знакомых по личному опыту к неизвестным; от однозначной внешней формы к более сложным; от проектирования единичного предмета к проектированию набора вещей и созданию предметной среды.

Усложнение функции особенно ощутимо в начале курса. Первые задания понятны без объяснения: функции емкостей раз-

личного назначения (пепельница, ваза для фруктов и др.) общеизвестны. Бытовые приборы, хотя и сложнее, но также не требуют специального изучения. Когда программа подводит к проектированию осветительной арматуры, кажущаяся элементарность функционального содержания оказывается обманчивой и требует внимательного изучения. За внешне знакомым скрывается много сложных проблем (зонирование квартиры и связанный с ним режим освещения, виды светораспределения светильников и др.). В последующих заданиях (проектирование специальных механизмов, станков и пультов, а далее - интерьеров и средств транспорта) функциональная сторона все более и более усложняется. Нужно вникать в существо внутреннего устройства, изучать режим работы, осваивать функциональные связи.

Усложнение формы и объемно-пространственной структуры связано с усложнением функционального содержания, но эта связь не однозначна. Первые проектируемые предметы (например, пепельница на столе и др.) фронтальны. Мы воспринимаем их, по сути дела, лишь с одной стороны. В последующих заданиях возникает композиционная связь между различными сторонами предмета, что требует своего решения. К этому прибавляется и задача объединения общей его формы и деталей (микроскопы, лабораторные приборы и т.д.).

Далее следует проектирование механизмов с развитой объемно-пространственной структурой и открытыми рабочими органами (электропилы, газонокосилки и др.). У более сложных подвижных механизмов добавляется кабина водителя и сочетаются, таким образом, разные тектонические системы: замкнутая оболочка (кабина) и пространственная система (оголенная конструкция стрелы или захватного устройства).

Дальнейшее усложнение формы (в связи с иными функциональными задачами) происходит при работе над крупными промышленными установками. Они характерны тем, что, как правило, состоят из нескольких объемов, которые нужно зрительно объединить, находя некоторую пластическую целостность и общее равновесие частей.

И наконец, совершенно особые проблемы формообразования возникают при проектировании средств транспорта. Кроме общих, связанных с динамикой и асимметрией признаков у каждого из основных видов транспорта (воздушного, водного, сухопутного) есть свои отличительные, ставшие частично традиционными признаки.

Переход от проектирования единичного предмета к проектированию комплекта вещей начинается с соотнесения проектируемого предмета с другими функционально связанными с ним объектами. Проектируя фирменный знак, например, следует найти, связь между ним и изделием, на котором он будет изображен. Еще острее ставится эта задача при проектировании упаковки; здесь требуется найти не только утилитарное, но и эстетическое решение, находя при этом образную связь между предметом и его упаковкой. Задача создания комплекта во всем своем объеме разворачивается при проектировании набора посуды или других емкостей, комплекта инструментов и пр.

Переход от проектирования отдельного предмета к проектированию среды носит характер «внутреннего» процесса: с самого начала курса каждый проектируемый предмет осмысливается в определенной среде. Вопрос о единстве проектируемого изделия с окружением решается в плане соотнесения его величины с конкретным пространством, достижения стиливой общности всего интерьера и др.

При проектировании средств общественного транспорта ставится задача увязки их интерьера и внешнего вида (с учетом всей сложности трактовки объекта и его деталей) исходя из особенностей зрительного восприятия во внешнем и внутреннем пространстве. Задание по проектированию интерьера уже целиком посвящено проблеме среды, освоению архитектурного пространства.

Таким образом, усложнение заданий носит разносторонний характер. Оно необходимо для всестороннего успешного освоения методики проектирования.

**Ознакомление с наиболее распространенными функциями и формами промышленных изделий** связано с накоплением изби-

рательного опыта, необходимого для развития профессионального мышления. Множество различных функций изучить в рамках курса нельзя. Но основные, наиболее распространенные типические функции должны быть освоены.

Первые работы над предметами быта, как наиболее знакомыми и доступными для анализа, следует рассматривать как некоторое «введение» в изучение функций. Далее идет знакомство с функциями таких изделий, как оптические приборы, ручные механизмы и некоторые другие устройства. Последующая группа изделий знакомит с более сложными функциями подвижных механизмов - погрузчиков, штабелеров и т.п. и характерна сочетанием их основной функции с функцией передвижения. Особенности устройства и действия средств транспорта изучаются на самых различных примерах (автобусах, вертолетах, судах на воздушной подушке и т.д.).

Курс, основанный на усвоении методики дизайн-проектирования применительно к разным проектным ситуациям, требует знакомства со всем многообразием форм окружающего человека предметного мира. Можно наметить некоторые морфологические группы изделий: одночастные предметы; механизмы, заключенные в компактную оболочку или корпус; механизмы со сложными пространственными сочленениями и открытыми подвижными рабочими органами; сложные, состоящие из нескольких объемов машины, где человек включен в пространство агрегата; средства транспорта с их типическим для каждого вида формообразованием.

Дизайнер должен быть знаком в большей или меньшей степени со всеми указанными типами изделий. Но число типических форм, функций, конструктивных типов практически больше. Открытая емкость, например, может быть выполнена в различных материалах - стекле, пластмассе, металле и т.п. Тектоническое строение также имеет варианты: оно может быть реализовано в одном случае в каркасе, в другом - в форме оболочки.

Чем больше темы отличаются одна от другой, тем это полезнее. В работе над интерьером, например, варьируется его функциональное назначение и сама архитектурная оболочка.

Тема «Средства транспорта» варьируется применительно к различным его видам (воздушному, водному, наземному). Каждый из них имеет свою специфику, с которой в самых общих чертах нужно быть знакомым.

**Ознакомление со смежными областями проектирования** - необходимая составная часть образования дизайнера. Как любой предмет связан с окружающей его материальной средой, являясь частью предметного мира, так и область дизайн-проектирования неразрывно связана со смежными областями проектирования.

Все полученные в процессе работы над упомянутыми темами знания и опыт расширяют кругозор и позволяют быть компетентными в решении некоторых смежных задач, что необходимо в проектной деятельности.

**Включение письменной и устной информации** в процессе проектирования происходит в разных формах. Устная информация - это предваряющая чисто проектную работу вступительная лекция основного педагога или более узкого специалиста, обсуждение хода проекта в процессе работы, разбор итогов просмотра очередного задания в группе. Все это можно рассматривать как перевод графической или пластической информации в словесную.

Начиная с самых первых заданий, проект сопровождается размещенной на чертеже краткой аннотацией, в которой поясняются основные позиции и формулируется ряд положений, которые ни в макете, ни в графике не могут быть показаны (материал, местонахождение предмета, характеристика системы или среды). Только письменно можно разъяснить, как должен действовать тот или иной механизм, каковы особенности его функционирования.

Далее содержание письменного дополнения к проекту усложняется, а объем информации увеличивается до размеров пояснительной записки, которая сопровождается схемами и рисунками, поясняющими текст. Еще обширнее письменные отчеты или рефераты по практике. Они составляются по рекомендованному плану в зависимости от содержания той или иной практики. Эти письменные отчеты, как и пояснительные записки и аннотации, способствуют осмыслению важнейших принципов проектирования, учат анализировать и систематизировать материал.

Особое значение имеет защита дипломного проекта, когда доклад - изложение содержания проекта - свидетельствует о профессиональной зрелости его автора.

В курсе проектирования есть также **специфические учебные задания**, преследующие свои особые методические цели.

Для того, чтобы воспитать в себе способность быстро решать самые различные проектные задачи, мобилизовать все свое умение, привлечь имеющийся запас информации, периодически выполняются так называемые **клаузуры** - кратковременные, рассчитанные на 4-8 ч проектные задания (рис. 9.3).

Тема клаузуры выбирается из соображений методического порядка (для выяснения подготовленности к решению той или иной проектной задачи, для того, чтобы сориентироваться в определенном направлении, для систематической тренировки). Иногда клаузура предваряет длительную работу над темой - с нее начинается рассказ о содержании этой темы, раскрываются цель и смысл проекта. Тема клаузуры и тема длительного проекта могут соотноситься как деталь и целое, клаузура может привлечь внимание к какой-либо составной части проекта. В начале работы над таким сложным заданием, как промышленный интерьер, например, темой клаузуры может быть разработка знакомого каждому бытового пространства или части интерьера - мебели, светильников и др.

Клаузура должна обладать достаточной информативностью, иметь законченное графическое оформление и быть эстетически выразительной. Помимо выражения основной композиционной идеи для клаузуры важны и компоновка листа, и сочетание тоновых пятен и линий. Их чередование и ритм вместе с буквенной информацией должны составить некоторую целостность.

Для приближения проектирования к практическим условиям выполняется **дипломный проект** - заключительный, наиболее важный этап подготовки дизайнера. В нем суммируются полученные за период обучения знания и практические навыки. Диплом должен отвечать всем современным требованиям: идейно-художественным, эстетическим, функциональным, конструктивным и экономическим. В проекте должна быть выражена индивидуальность художника, проявиться его творческое лицо.

# ЭКОМОБИЛЬ



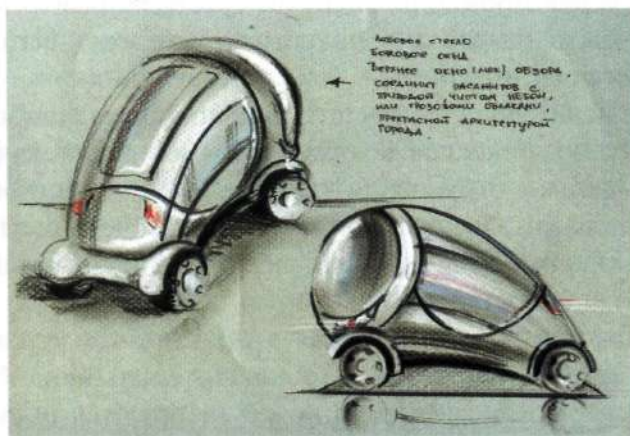
1. ЧТО ТАКОЕ ЭКОМОБИЛЬ?  
Логически рассуждая, выходя из соображений, что это средство транспорта не приносит ни-  
какого вреда окружающей среде и человеку.  
Но возможно ли создать абсолютно экологиче-  
скую машину? На данном развитии общества,  
производства и его возможностей, это не совсем  
реально, так как производство любой техники  
уже приносит вред нашей природе, за счет  
выбросов, самой технологии производства...  
Нам это средство производства г.б. выделит  
только из дерева, камня и сделаем только  
своими руками.  
Я очень сомневаюсь, что современный человек на  
это пойдет... А вы?



За счет дуги деформации  
на вершине, форма машины  
может изменяться с точки  
увеличения скорости.



2. Поэтому я решила остановиться на  
форме традиционных материалов, которые вы-  
пущены в современном автомобиле -  
обычном производстве.  
Но саму форму, цвет машины сделать  
более близким к природным формам жи-  
вотных, растений...  
и сделать несколько внешних деталей формы.



Можно сделать  
большое окно  
большее окно (или) обзор,  
соединить раскрывающиеся  
с помощью чистого стекла,  
или прозрачной пленки,  
прекрасной архитектурой  
турбодвигателя.

3. Но более подробно хочу остановиться на идее экомобиля  
для нескольких человек (3-6), т.е. для больших людей едут  
в одной машине, тем не менее, эти машины на улице, а значит  
больше пространства, воздуха, затрат на производство и материалов  
в окружающую среду.  
К тому же принцип работы этого экомобиля, немого другого,  
более экологичный. В качестве топлива используется не  
бензин, а более чистый продукт - водород (H<sub>2</sub>) (или метан CH<sub>4</sub>) (или метанол CH<sub>3</sub>OH)  
Значит, цвет травы, воздух человека и поэтому не возмущает в него  
оxygen. Страх.  
Оранжевый - цвет солнца, апельсина - водородный, кислородный.

Рис. 9.3. Клаузура

Выполнение диплома требует освоения целого ряда относящихся к теме как теоретических, так и практических вопросов. Часть их связана с общей подготовкой, полученной в процессе обучения. Другая, специальная, относящаяся непосредственно к разрабатываемой теме, подготавливается в процессе преддипломной практики и непосредственно в период выполнения диплома. Объем дипломного проекта определен установленными требованиями по своему составу, содержанию, законченности всех его составных частей - графики, макета и пояснительной записки.

В процессе преддипломной практики происходит знакомство с условиями работы проектируемой машины, прибора, устройства, изучаются производственный процесс и его особенности. Информация о предмете проектирования дополняется сбором материала в библиотеке; при этом изучается не только сам объект и побочные, затрагиваемые в процессе работы проблемы.

В результате кроме накопления разного рода материалов в виде фотографий, схем, синек и зарисовок с натуры составляется реферат. Его объем 30... 40 рукописных листов, дополненных иллюстрациями. Кроме классифицированного и сведенного в определенную систему материала, изложенного в намеченной автором последовательности, в реферате должно быть отражено осмысление темы, выработано определенное к ней отношение.

Последующий сбор конкретного подготовительного материала (как бы продолжение преддипломной работы) ведется в более узкой сфере, но в то же самое время более обстоятельно и глубоко.

Начало непосредственной работы над дипломом - получение задания на дипломное проектирование, составленного и оформленного по определенному образцу. В нем сформулировано название темы, указана организация, от которой эта тема получена, намечены этапы выполнения, состав дипломного проекта, типовый план пояснительной записки, фамилии руководителей и консультантов.

Проектирование начинается с подготовки эскизных предложений, исходящих из анализа прототипа (если он существует) или из исходных, основанных на изучении ситуации, функциональных параметров и условий среды. В процессе работы логичес-



ки обосновываются проектные предложения, проводятся сравнения и отбор лучших вариантов, они сопоставляются с прототипом или аналогами. После принятого оптимального эскизного решения утверждаются состав чистовых чертежей, их масштабы, компоновка листов, материал и величина макетов. Составляется план пояснительной записки применительно к теме проекта. Ее значение и роль на стадии дипломного проекта несравненно больше, чем на курсовом проектировании, поэтому пояснительная записка, скомпонованная по единому установленному плану, в каждом отдельном случае приобретает характер, обусловленный содержанием проекта и его авторской трактовкой.

Одна из важнейших норм дипломного проектирования - это его связь с производством. Получая задание на производстве, руководствуются не только методическим содержанием предстоящей работы, но и народнохозяйственными соображениями, актуальностью выбираемой темы. В процессе работы над дипломом поддерживаются контакты с представителями соответствующих производственных или проектных организаций, проводятся совместные обсуждения и консультации.

Большинство дипломных проектов основано на реальных условиях производства (рис.9.4), но могут быть взяты и проблемные темы, темы перспективные (рис. 9.5). Эти реальные по своей сути проекты могут носить эвристический характер или основываться на разработках какого-либо научного или проектного института. Подобные темы вносят разнообразие в круг разрабатываемых проектов, способствующих повышению общего творческого уровня, расширению кругозора, стимулируют инициативу и творческую фантазию.

Самостоятельность выполнения дипломного проекта должна сочетаться с четким режимом работы по календарному плану. Завершение очередного этапа выполнения диплома фиксируется кафедрой. В него могут вноситься коррективы относительно его содержания и даны соответствующие рекомендации. В итоге выносится суждение о завершенности или незавершенности того или иного этапа работы. В своем окончательном виде проект рассматривается кафедрой и выносится решение о том, может ли он быть допущен к защите.



*Рис. 9.4. Проект мобильного  
жилого комплекса «Строитель»*

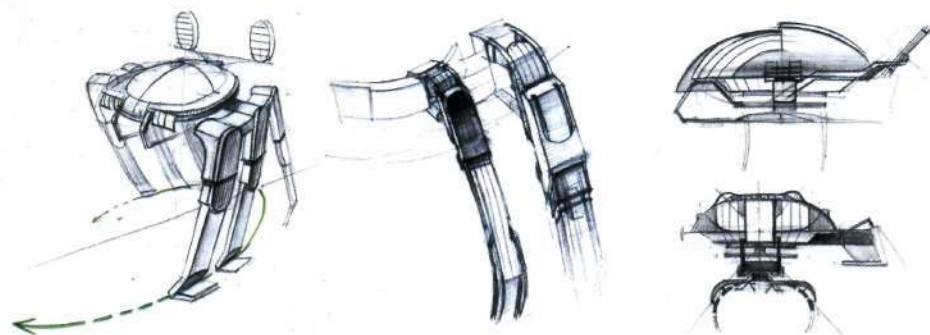
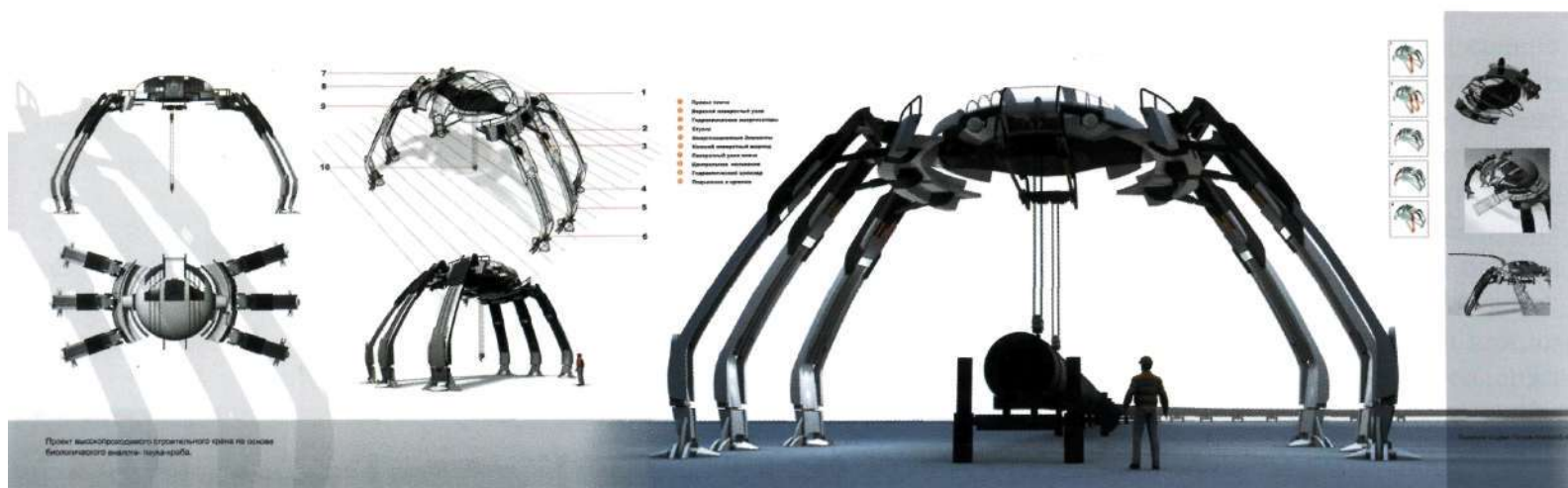


Рис. 9.5. Проект высокопроходимого строительного крана на основе биоаналога паука-краба

## 9.6. Основные типы проектных задач

### 1. Проектирование простейших предметов и механических устройств

Оставаясь по существу единой, методика проектирования имеет некоторые нюансы в зависимости от особенностей проектной задачи.

**Проектирование простейших, главным образом бытовых, предметов.**

Чаще всего это открытые емкости различного назначения (рис. 9.6).

Несмотря на кажущуюся простоту сосудов, необходимо решить несколько задач: установить зависимость формы от функционального назначения предмета (как наиболее обуславливающего фактора); найти органическую взаимосвязь внешней формы изделия с технологическими свойствами материалов, из которых оно изготавливается, и с его конструктивной основой; определить пластический характер предмета, целесообразность и гармоничность его внешней формы - найти присущую данному изделию масштабность.

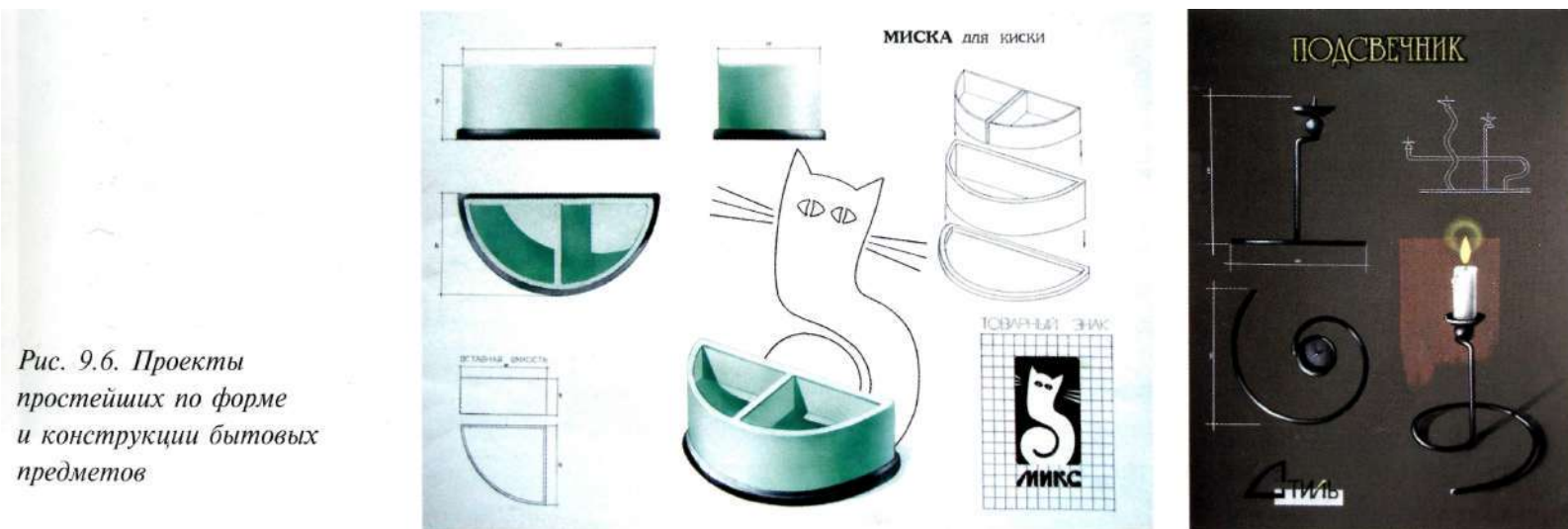


Рис. 9.6. Проекты  
простейших по форме  
и конструкции бытовых  
предметов



В проектную задачу входит и решение взаимосвязи изделия со смежными предметами (в самой элементарной форме). Открытые емкости для фруктов или карандашей соотносятся, например, с поверхностью обеденного или журнального столика, емкости для продуктов - с кухонной утварью и т.п.

Проектирование несложных механических устройств (часы, электроплитка, телефонный аппарат, осветительная арматура и др.) - рис.9.7,9.8.

Увязка внутреннего содержания с внешней формой, проблема связи механизма и внешней оболочки предмета осуществляется здесь в самой элементарной форме.

Но даже при проектировании несложных приборов и механизмов уже приходится иметь дело с решением эргономических задач.

От такого рода предметов требуется больше Информативности: сама форма предмета, его строение должны как бы пояснять способ действия. Трактовка внешней формы предмета и его деталей должна раскрывать функциональную сущность устрой-



Рис. 9.7. Проекты несложных механических устройств

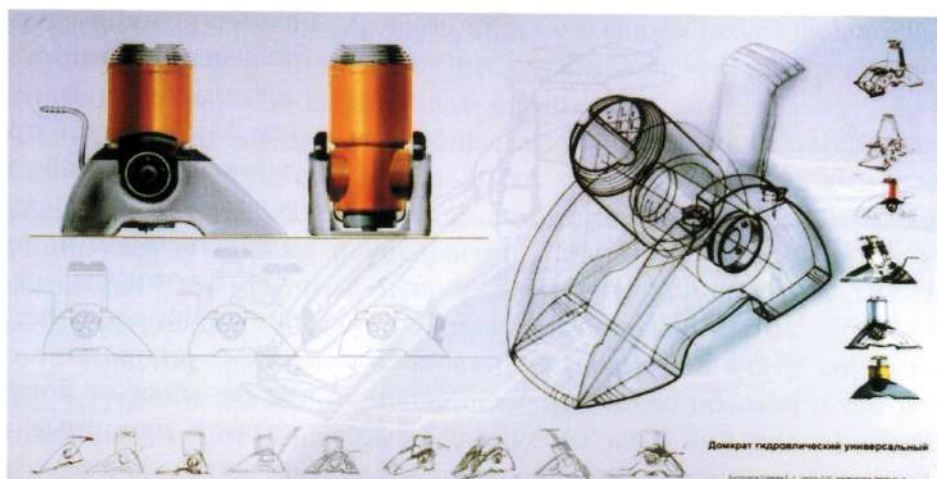


Рис. 9.8. Проекты несложных  
механических устройств

ства, говорить о его содержании и назначении. Немногие детали предмета (ручки, выключатели и др.) должны быть органически связаны с предметом в целом, принадлежать всей композиции. Здесь постигается понятие «большого в малом»; т.е. перенесение пластических особенностей большой формы целого предмета на его детали, сходство их характеристик, типичных для несложных организмов.

## **2. Проектирование приборов и механизмов со сложной пластической формой и объемно-пространственной структурой**

Основные положения композиции реализуются в этих типах изделий по-разному, применительно к их особенностям и конкретным задачам. Относительная сложность устройств, многообразие технических компонентов связаны в них с усложнением пластической формы и объемно-пространственной структуры.

Назначение такого рода изделий выходит далеко за границы бытовой среды, поэтому несколько изменяется характер художественно-конструкторского анализа. Требуется прежде всего изучить рабочий процесс, в условиях которого используется данное изделие - прибор, механизм, устройство. Ведь все они только звено в какой-то определенной цепочке взаимосвязанных единиц, и связи эти должны быть осмыслены, т.е. должен быть понят как характер функционального процесса, так и последовательность проводимых операций. Консультации специалистов могут быть недостаточными и потребуются непосредственное наблюдение за тем, как работает проектируемое устройство, каковы позиции человека. Опрос работающего, учет его рекомендаций и пожеланий усложняют этап предпроектного исследования и делают его более ответственным и трудоемким.

Сложность функционального устройства соответственно влияет на сложность композиционной задачи. Сохраняя необходимые внутренние связи (электросхему, механические передачи), не нарушая их логики, можно перекомпоновывать механизм, находя те или иные сочетания его элементов (блоков). От этого внешняя форма изделия будет претерпевать изменения прежде всего в своей объемно-пространственной структуре. Анализ композиционных качеств того или иного варианта объемно-пространственной структуры определяет, каковы ее потенциальные возможности для разработки, в какой степени она оптимальна, есть ли другие более предпочтительные варианты.

Но строение большой формы или морфология изделия еще только предпосылка для последующей работы, для достижения его тектонического строя, органического включения функционально обусловленных, обычно не подлежащих изменениям рабо-

чих органов (это могут быть окуляры и объективы оптических приборов, режущие полотна электропил, вилки погрузчика и др.), соподчиненности частей машины и ее деталей, которая в зависимости от устройства решается по-разному.

Эти группы объектов имеют свои неповторимые особенности, закономерности, приемы композиции и требуют соответствующей информации.

**Приборы, основанные на оптике или электронике** (фотоаппараты, микроскопы и т.п.), невелики и их можно назвать настольными. Они переносятся с одного места на другое и поэтому имеют специфическое основание и удобную для самой переноски форму. Эта форма обычно не создает предпосылок к раскрытию их внутреннего устройства: оно бывает полностью скрыто и информативность прибора приобретается за счет вынесенных деталей - окуляров, объективов, шкал с разного рода показателями, тумблерами и кнопками. Они служат для «раскодирования» скрытого от зрителя внутреннего содержания.

Нетрудно найти нечто общее в позиции оператора, определяемое характером его деятельности, смыслом работы, который заключается в получении информации путем визуального наблюдения, корректировки и управления процессом. Отсюда особенности его рабочей позы: непосредственное приближение глаз к окуляру, удобное для манипулирования положение рук.

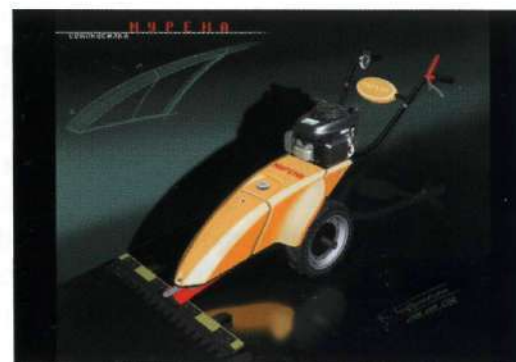
Решение замкнутой оболочки, заключающей в себе внутреннее устройство, незначительная величина всего объекта и его деталей оказывают решающее влияние на внешний вид прибора. Скульптурно-пластическая моделировка вносит те или иные нюансы в ее характеристику. Окраска приборов не оказывает существенного влияния на их облик и связана лишь с рядом функциональных требований. Столь же строго регламентированы величины и расположение кнопок управления, размеры шкал и т.п. Все необходимые сведения проектировщики находят в соответствующей литературе.

**Проектирование передвижного ручного механизма** (рис. 9.9) сразу переключает проектировщика на иные проблемы. Работать с ним человеку приходится большей частью стоя или передвига-





Рис. 9.9. Проекты передвижных ручных механизмов



ясь по земле, прикладывая при этом довольно значительные физические усилия. Поэтому органы управления и ручки должны быть соизмеримы со всей машиной и связаны друг с другом так, чтобы можно было ими пользоваться, не выпуская машину из рук.

Ручные механизмы редко бывают компактными. Однако следует стремиться проектировать рабочие органы в удобных пределах от работающего, оперирующего ими. Часто рабочие органы находятся на поверхности земли (ножи у газонокосилки, плоскость у трамбовки).

Вся композиция сочетает в себе открытые рабочие органы, частично закапотированный двигатель, привод и объединяющий их конструктивную основу каркас или оболочку. Заключение всего механизма в сплошной кожух встречается редко. Ко многим деталям внутреннего устройства требуется доступ, а рабочие органы вообще не закрываются. Отсутствие четкой ориентации по отношению к горизонтали и вертикали имеет также большое значение в формировании внешнего вида такого рода машин.

Несмотря на свою незначительную величину, ручные механизмы часто имеют довольно сложную объемно-пространственную структуру. Перед проектировщиком возникает задача правильного расположения центра тяжести, которое обеспечивало бы удобство работы и связанное с этим зрительное равновесие.

Цвет ручных механизмов обычно отличается интенсивностью: он должен быть хорошо различим на естественном фоне газона, пашни или снега. Так как масштабность этих машин воспринимается в условиях открытого пространства, то их окраска не должна дробить объем и поэтому решается обычно сочетанием какого-либо яркого цвета с открытым металлом рабочих органов.

Таковы формообразующие факторы, отличающие группу ручных механизмов от группы приборов.

**Самоходные машины и механизмы** (рис. 9.10, 9.11) имеют отличия от машин, передвигающихся усилиями рук. Они больше по величине и по количеству составных частей. Но главное их отличие состоит в том, что в них кардинально меняется сама система «человек - машина». Если по отношению ко всем ранее рассматривавшимся механизмам человек в процессе функционирования

находился рядом, то здесь он включается в само пространство машины и как бы окружен ее частями: в данной ситуации формируется рабочая зона оператора с приборным щитком, органами управления, специальным сиденьем - важный элемент в общей композиции машины, существенный по своей значимости и величине по отношению к целому.

Для данного типа машин характерна определенная конструктивная схема: открытое или закрытое шасси или рама, к которой крепятся основные узлы и детали. Такое строение определяет тектонику машины и пластическую трактовку ее элементов.

Для таких машин характерна относительно длинная продольная сторона - в этом один из их внешних признаков. Их динамический облик связан с асимметрией относительно поперечной оси, зрительно создающей образ всякого передвигающего механизма. Неравнозначность передней части машины и ее задней части - органический признак, исходящий из особенностей ее работы: с одной из сторон находится рабочий орган машины - захватное устройство, вилка у погрузчика, щетки у уборочной машины. Эти функциональные основы машины сообщают ей необходимую информативность и выразительность. Симметрия или уравновешенность блоков машины относительно продольной оси также не только функциональна, но и связана с ее образностью.

Несмотря на незначительную скорость передвижения, машины подобного типа должны удовлетворять ряду эксплуатационных требований, как и к средствам транспорта (габаритные параметры, освещение, обзор, сигнальные огни).

Специфическую задачу представляет для этой группы машин достижение их масштабности. Небольшие размеры самого объекта проектирования сочетаются здесь с наличием нескольких разнотипных составных частей (кабины водителя, рабочего органа, двигателя и передаточного механизма). Поэтому создание образа небольшой машины связано здесь со специфическими трудностями.

Значительное число функциональных и конструктивных требований усложняет поиски композиционного единства всей относительно сложной пространственной структуры, меняющейся к тому же в процессе работы.

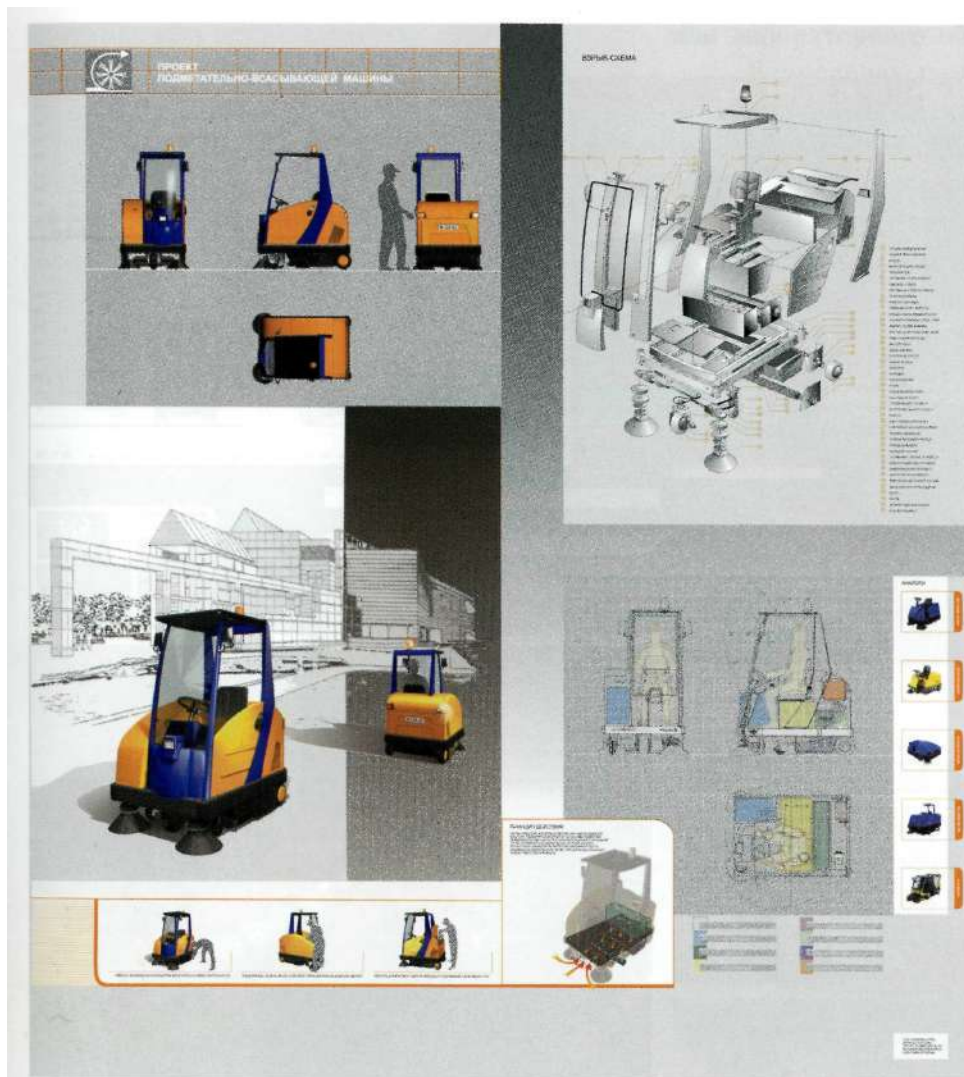


Рис. 9.10. Проект  
подметально-всасывающей машины

Компоновка рабочего места требует своего специального осмысления. Сидя в кресле, оператор или машинист работает руками, а иногда и ногами, манипулируя педалями (включение, выключение, пуск, остановка). Для всех этих операций требуется всемерная оптимизация моторного поля, с тем чтобы снизить затраты физической и нервно-психической энергии человека.

В целях обеспечения физиологически правильной рабочей позы органы управления размещают по отношению к оператору в наиболее благоприятных зонах справа и слева от сиденья, скомпоновав их в группы по функциональным признакам.

Для того чтобы сиденье было удобным для людей с разными антропометрическими данными, предусматривается его регулировка по горизонтали и вертикали. Обеспечение физиологически правильной позы (как и в других сиденьях специального назначения) связано не только с оптимальными параметрами, но и с их формой.

Функциональное пространство, объединяющее место оператора и органы управления, может быть изолировано от внешней среды путем устройства кабины. К кабине предъявляется целый ряд эксплуатационных требований - оптимальные условия обзора, защита от шума, атмосферных осадков, жары, холода, удобство посадки.





Рис. 9.11. Проект дорожно-разметочной машины

### **3. Проектирование крупногабаритного промышленного или лабораторного оборудования**

В пределах цеха машины связаны между собой определенным производственным процессом, поэтому при их проектировании учитывается связь между смежным оборудованием: продумывается подача сырья или полуфабрикатов, перегрузка изделий. Рассчитываются все возможные перемещения в пределах примыкающей к машине зоны.

Система «человек - машина» в этом случае становится очень сложной. Производственный процесс по-разному развивается в пространстве. Оператор не обязательно находится в каком-то определенном отведенном ему месте; чаще всего, наблюдая за работой, он переходит с места на место. Ситуации могут быть столь различными, что с трудом поддаются классификации и требуют каждый раз специального осмысления.

Промышленное и лабораторное оборудование может иметь самое разнообразное объемно-пространственное строение.

Предмет промышленного оборудования может состоять из нескольких блоков, соединенных электропроводкой или шлангами (при использовании пневматики и гидравлики). Каждый из этих блоков может быть столь значительным, что представляет собой законченное целое, и поиск композиционной связи между этими составными частями целого - одна из специфических для этого проекта задач.

Иную специфику имеет другая группа объектов - различные виды пультов управления, хотя при внешнем их отличии от промышленного оборудования некоторые общие задачи остаются теми же. Внутреннее устройство пультов обычно закрыто, наружу выводятся только органы управления и информации, а также коммуникации. Сам пульт управления входит в систему функционально связанных с ним объемов: это мнемосхема, блоки питания и, наконец, рабочее кресло. Проектировать один пульт, не связывая его с этими устройствами, было бы, конечно, неправильно. В проектную задачу входит размещение в пространстве всех составляющих блоков, соотнесение их объемов между собой, композиционное согласование их внешней формы и пластического характера.

#### 4. Проектирование средств транспорта

Специфические особенности проектной задачи состоят в том, что нужно найти связь наружных и внутренних форм, уяснить особенности их масштаба и формообразования, применения материалов и т.д.

Существуют три, совершенно отличные один от другого вида транспорта: наземный, водный, воздушный. Каждый из них, в свою очередь, также подразделяется на виды, существенно отличающиеся один от другого. Наземный транспорт (рис. 9.12-9.14): автобусы, троллейбусы и трамваи, вагоны метрополитена, железной дороги, монорельсовой дороги. Водный транспорт (рис. 9.15, 9.16): пароходы и теплоходы пассажирские и специальные (рыболовные, сторожевые, пожарные и др.); суда на подводных крыльях, подводные средства транспорта. Воздушный транспорт (9.17, 9.18): вертолеты, самолеты, планеры, а также дирижабли. Объектом



а



б



в

Рис. 9.12. Наземный транспорт:

а - моторикша;

б - скутер;

в - снегоход





а

б

Рис. 9.13. Наземный транспорт:  
а - мотороллер для курьера;  
б - амфибийная машина для МЧС





Рис. 9.14. Наземный транспорт  
(скоростные поезда)

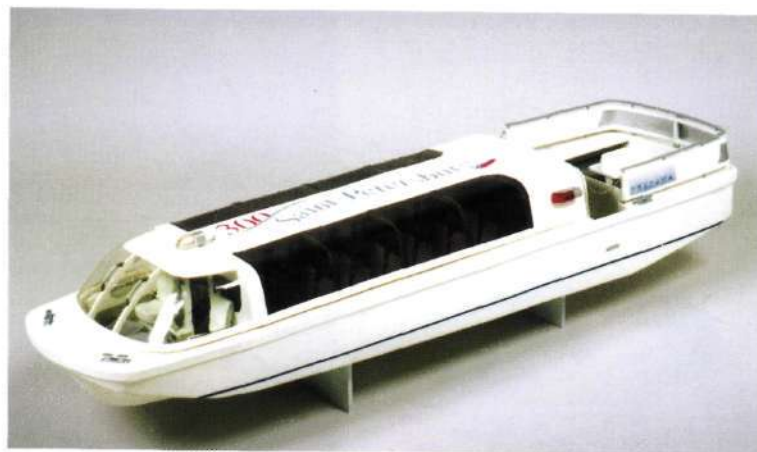


Рис. 9.15. Водный транспорт  
(пассажирские катера)



а



б



в



г

Рис. 9.16. Водный транспорт:  
а, б - судно нефтесборщик;  
в - пожарный катер;  
г - десантное судно на воздушной подушке





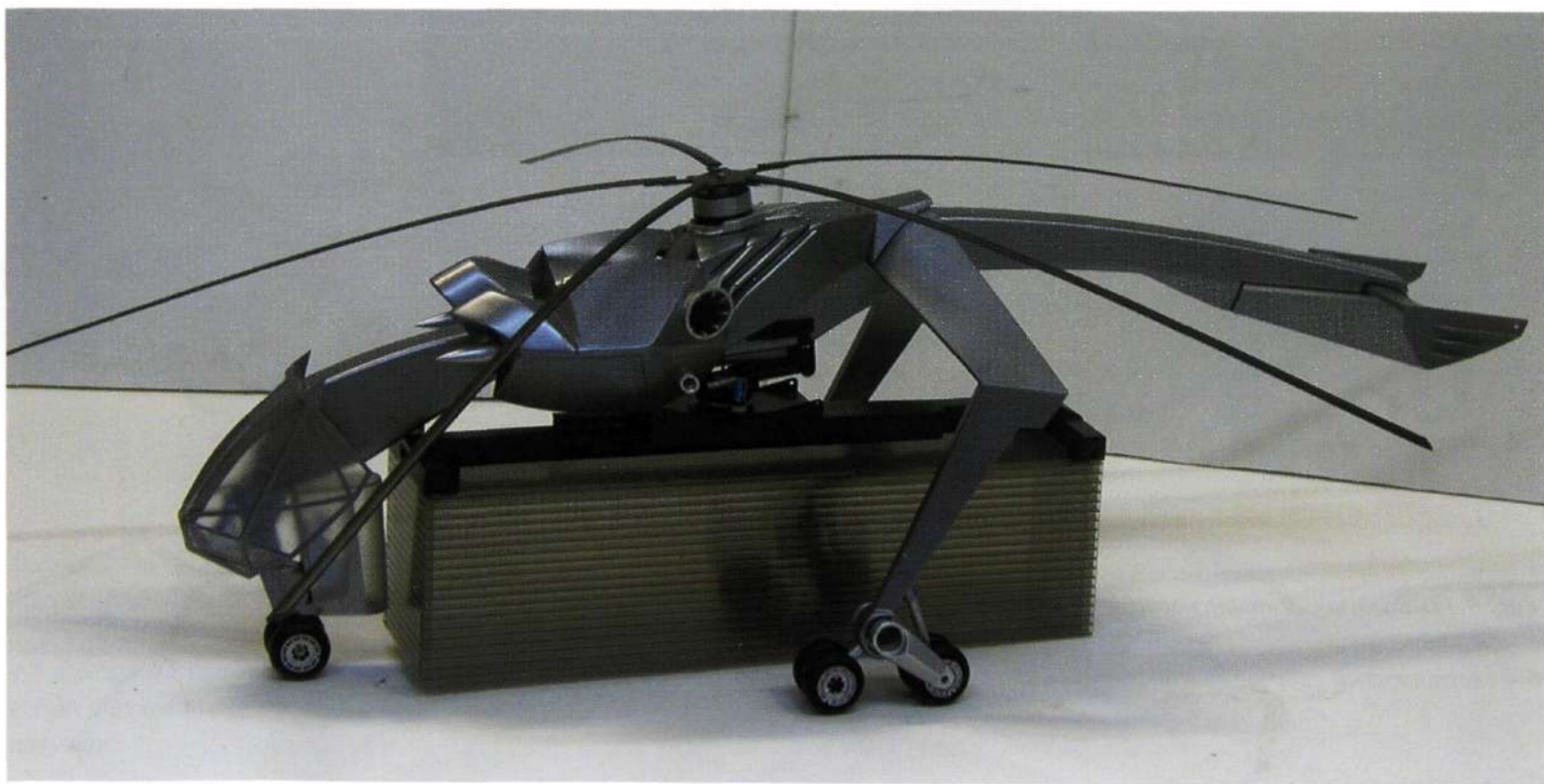
*а*



*б*

Рис. 9.17. Воздушный транспорт:  
*а* - экраноплан;  
*б* - свехтяжелый гидросамолет

*Рис. 9.18. Воздушный транспорт (грузовой вертолет)*



проектирования в самых различных модификациях могут быть также аэросани, аппараты на воздушной подушке.

Характеристики каждого из этих видов транспорта настолько различны и в то же самое время существенны, что требуют самого обстоятельного ознакомления с каждым из них.

Общее и важное (хотя и в разной степени) требование к проекту средства транспорта - создание формы, отвечающей требованиям аэродинамики. Это в первую очередь относится к самолетам и в меньшей степени к вагонам трамвая и другим нескоростным объектам.

Значительный удельный вес имеет в таких проектах работа над объемно-пространственной структурой аэросаней, аппаратов на воздушной подушке и на подводных крыльях. Например, может быть поставлена задача спроектировать аппарат на воздушной подушке комбинированного назначения (для перевозки грузов или пассажиров). Решаются специфические функциональные задачи, что и определяет не только их планировку, но и внешнюю форму.

Проектирование судов иногда требует от дизайнера кардинальной перекомпоновки палубной надстройки, т.е. развернутого объемно-пространственного решения.

Несколько уже компоновочные задачи при работе над разного вида вагонами и автобусами. Здесь проектируется салон, размещаются оконные и дверные проемы; во внешнюю же форму вносятся изменения главным образом пластического порядка.

При работе над самолетом речь идет в основном о компоновке салона, а иногда кабины пилота (в заданных габаритах, без кардинальных изменений формы, строго подчиняющейся требованиям инженерии).

Разработка интерьера всех видов транспорта (рис. 9.19, 9.20) далеко выходит за пределы решения чисто планировочных задач. В процессе работы над интерьером чаще всего приходится решать организацию единого визуально нерасчлененного пространства. Его структура очень часто основана на учете путей коммуникаций (вход - дверь - проход - выход). В зависимости от вида транспорта и особенности эксплуатации его планировка, естественно,



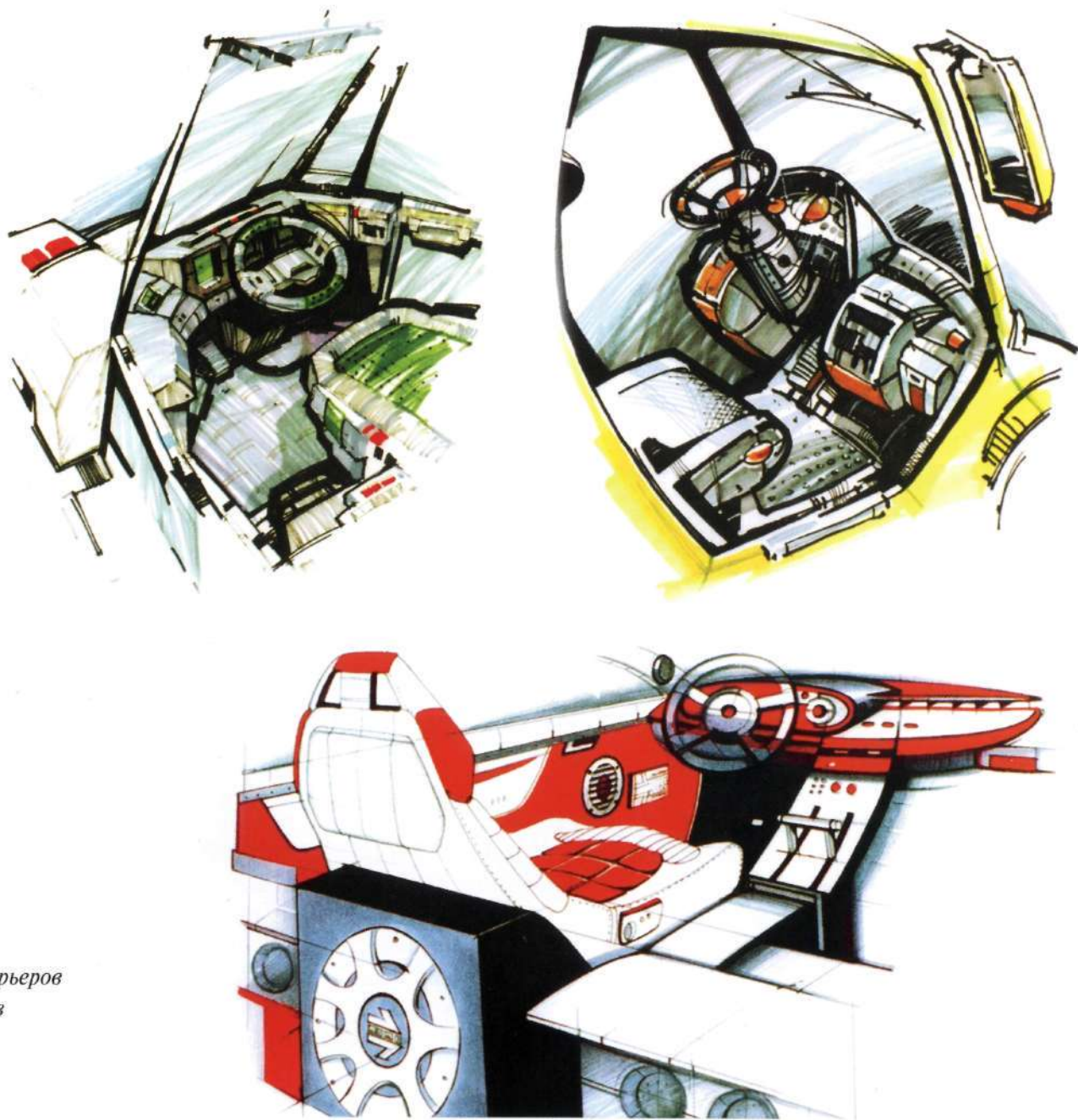


Рис. 9.19. Эскизы интерьеров транспортных средств

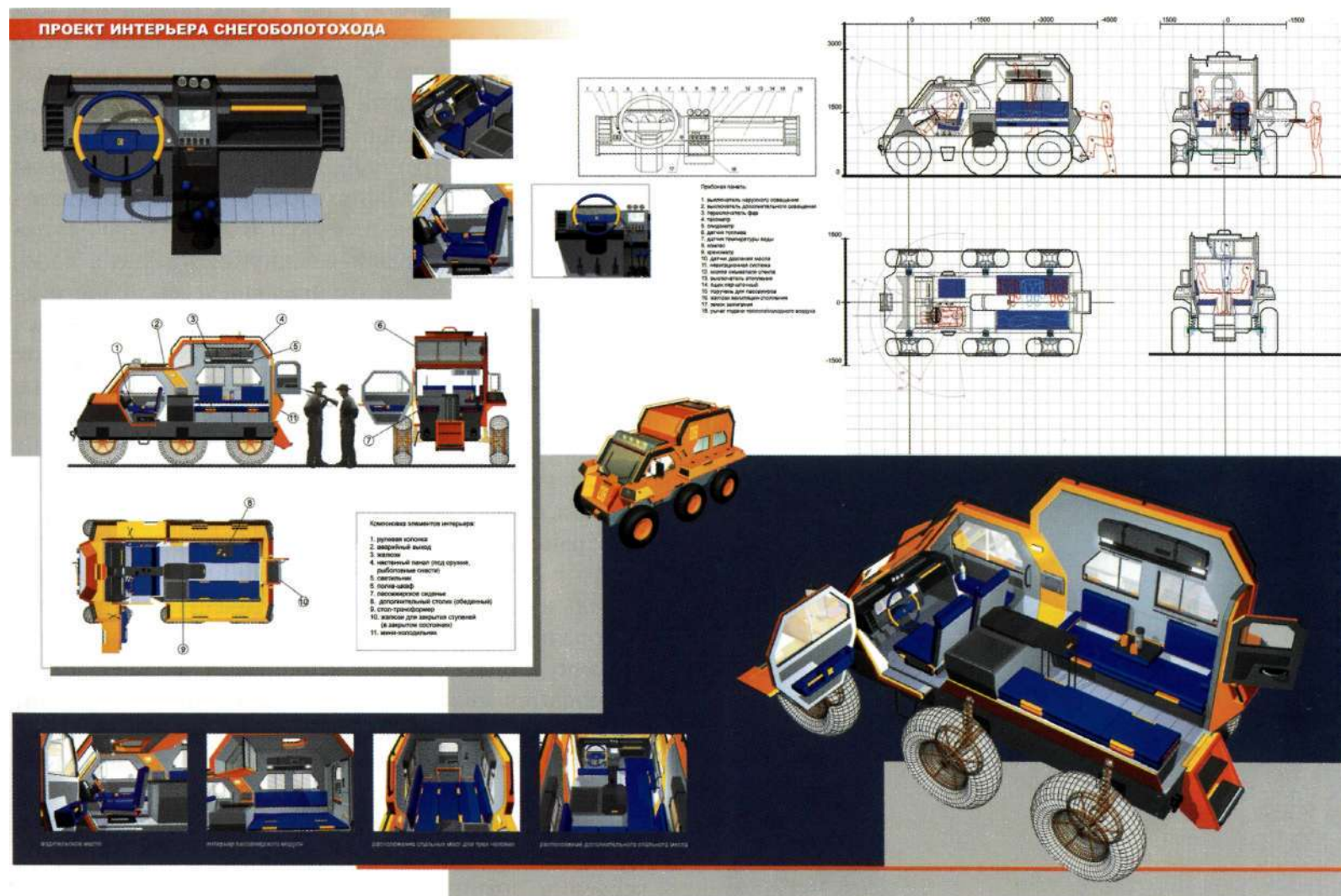


Рис. 9.20. Проект интерьера  
снегоболотохода



меняется. Нужно найти и соответствующий облик помещения (салона, рубки, камбуза или каюты), характер оборудования, часто трансформируемого или приспособленного для переноски в случае универсального назначения внутреннего пространства. Требуется тщательная эргономическая проработка формы, связанная с особенностями стесненного внутреннего пространства. Интерьеры транспортных средств отличаются от архитектурных не только своими параметрами, но и характером пластики. В летательных аппаратах это связано с формой фюзеляжа, замкнутой обычно в поперечном сечении. В меньшей степени это предопределено конструкцией в вагонах и автобусах и еще в меньшей - в судовых помещениях. Вне зависимости от указанных конструктивных предпосылок масштаб этих сравнительно небольших пространств диктует не противопоставление, а наоборот, скорее сближенность плоскостей пола, стен и потолка. Часто мы вообще не находим в них привычную расчлененность на потолок, стены, пол: стены плавно переходят в плоскость пола, выделяемую другим покрытием.

Мебель для транспорта специфична. Иногда при длительном пребывании в пути к ней предъявляется требование трансформации (в вагонах дальнего следования, в туристических автобусах), иногда же она должна быть закреплена на определенном месте (при расчете на качку в судах). Подчас ее конструктивные особенности предопределяются слитностью стенок корпуса и мебели, когда они представляют собой как бы одно целое. Эти качества выражаются в пластике формы и воплощаются в определенных материалах (чаще всего в пластмассе и металле).

Эти самые общие рекомендации далеко не исчерпывают всей сложности процесса проектирования средств транспорта, требующего усвоения значительного справочного материала и специальных консультаций.

### **5. Проектирование комплекса промышленных изделий**

Широко распространено ансамблевое решение группы вещей (рис.9.21,9.22). Это может быть набор кухонной, столовой или туристской посуды, комплект инструментов и приспособлений. Создание же комплекта даже несложных вещей ставит перед проектировщиком ряд специфических задач, связанных с учетом

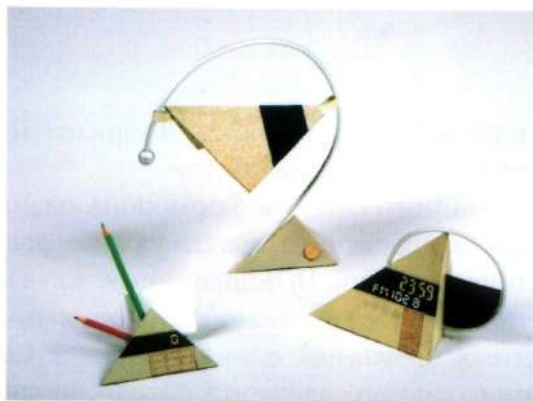


Рис. 9.21. Комплекты  
бытовых изделий





*Рис. 9.22. Проект аудиовидео системы*

функциональных связей изделий между собой и зрительным единством формы входящих в комплект предметов.

Это достигается за счет единого способа формообразования, их масштабного соответствия и целостного пластического решения, общности материала и технологии. В большинстве случаев, как известно, ансамблевость возникает на основе подобия предметов. В некоторых проектных ситуациях единство может быть достигнуто за счет выделения главного элемента, объединяющего вокруг себя мелкие подобные между собой элементы, и контрастного по отношению к ним своей формой и величиной.

Одна из труднейших задач создания ансамбля предметов - это правильное масштабное решение малых и больших объемов при сохранении единства их формы. Здесь требуется умение моделировать вещи в зависимости от их реальной величины при сохранении присущего всему ансамблю композиционного строя. В тех случаях, когда комплект должен быть портативным, проектируется к нему и емкость, например, походная сумка для туриста. Предметы должны соответствовать габаритам емкости, легко укладываться и выниматься, а вся система быть информативной и надежной. Набор показывается уложенным в соответствующие гнезда, отделения или карманы. Когда какой-либо комплект дол-

жен занимать определенное место в интерьере (на кухне, например), то на проекте показывается система полок или шкаф для того, чтобы увязать спроектированные предметы с местом их обычного хранения.

## **6. Проектирование предметной среды**

В сферу деятельности дизайнера входит проектирование производственного интерьера, а также работа над ансамблями предметов, совершенно других масштабов и назначения (рис. 9.23, 9.24). Объекты могут быть очень разными: это и комплекс помещений дизайнерских бюро и парикмахерских и т. п. Здесь приходится сталкиваться уже с областью архитектурного проектирования, с целым рядом вопросов с ним связанных, поэтому важно усвоить ряд сведений и представлений из области создания интерьеров.

В результате развития архитектурного проектирования наряду с появлением разного рода других специализаций выделилось проектирование интерьера как самостоятельный вид проектной деятельности.

Восприятие интерьера имеет свои психологические основы. Человек синтезирует множественность увиденных им форм, цветовых пятен, пространств, и этот процесс должен быть продиктован режиссурой дизайнера. Он так организует материал, чтобы зритель сумел охватить и эстетически освоить увиденное. Это активный процесс, и поэтому чрезмерная элементарность и доступность композиции не может удовлетворить зрителя. В интерьере много различных составляющих: сама архитектурная оболочка, пространственная структура оборудования, меблировка. Поэтому важнейшим началом здесь выступает соподчиненность всех элементов композиции – понятие ведущей композиционной темы.

Любой самый будничный интерьер имеет свою образную характеристику и зритель так или иначе к ней подготовлен. Поэтому необходимо учитывать то, что ожидает увидеть зритель (в связи с назначением интерьера, его окружением). Наше впечатление от увиденного (интерьера в данном случае) связано как с восприятием предшествовавшего, так и последующего. Мы ощущаем тесноту вестибюля, попадая в него из внешнего пространства, а простор зала – после тесного вестибюля. Мы мысленно





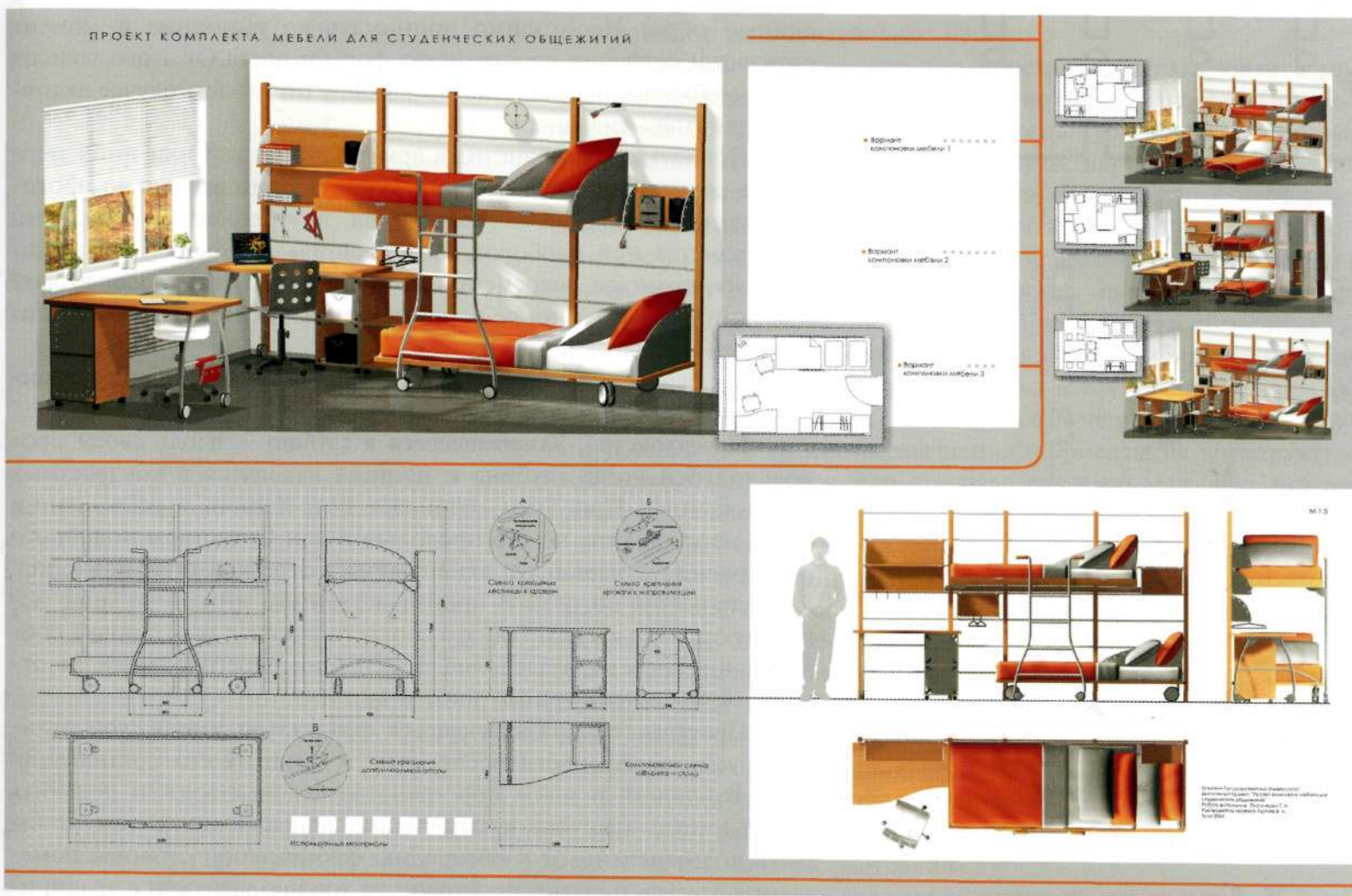


*Рис. 9.24. Проект комплекта мебели для студенческих общежитий*

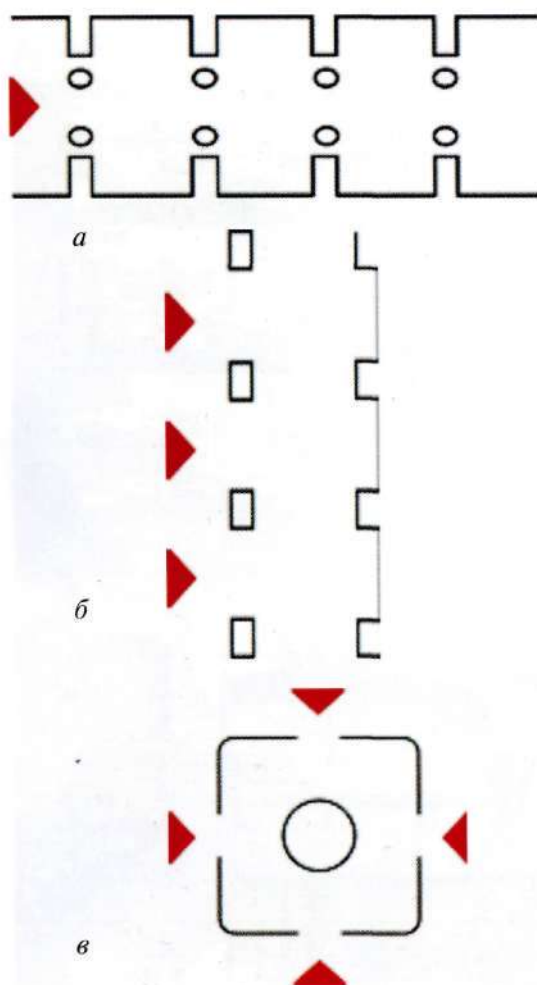


Рис. 9.25. Типология пространств:  
 а - пространство, развивающееся  
 в глубину;  
 б - пространство, развивающееся  
 фронтально;  
 в - концентрическое пространство

(иногда подсознательно) сопоставляем увиденное, соединяя все в единый образ. Необходимо принимать во внимание и момент адаптации, освоения пространства, форм и цвета. От этого зависит мера необходимого, уместного в каждом отдельном случае активного действия дизайнера.

Проблема пространства в архитектуре в той или иной мере всегда сопутствовала ее истории. Из двух принципиально противоположных позиций - разделения внутреннего и внешнего пространства или, наоборот, «перетекания» внутреннего и внешнего пространства, современность решительно утверждает второй принцип, хотя он иногда и противоречит некоторым функциональным соображениям.

В связи с этим существует некоторая типология пространства, в том числе внутренних (интерьерных) - рис.9.25,а-в.

**Пространство, развивающееся в глубину** - вдоль своей продольной оси, когда глубина и ширина находятся в контрастных соотношениях. При этом возникает потребность в расчленении этого пространства по его продольной оси. Средством подобного расчленения может быть акцентировка отрезков стен или опор, декорирование потолка. В производственном интерьере чаще используются иные средства: это соответствующая расстановка оборудования, мебели, разделение помещения перегородками на отдельные функциональные зоны и др.

**Пространство, развивающееся фронтально**, имеет свои отличительные особенности восприятия и поэтому его организация иная. Входящий в такое пространство человек должен получить какой-нибудь импульс к изменению направления, с тем чтобы быть подготовленным к обозрению фронтальной стороны помещения. Характер такого пространства хорошо выражен в традиционных торговых рядах - с их обращенностью к площади или улице, небольшой глубиной и значительной протяженностью, в зданиях вокзалов и т.д.

**Концентрическое пространство** развивается вокруг какого-то объекта, имеющего, как правило, определенное предназначение. Это может быть диспетчерский пульт или пульт управления,

сложный медицинский прибор, главенствующий в помещении, занимающий в нем центральное место.

Решение планировочных и пространственных задач в интерьере связано с конструктивной основой помещения. Поэтому требуется знать, каковы каркас сооружения, устройство подвесных и подшивных потолков, типы ограждений. Для разработки интерьера важно уяснить возможности креплений, конструктивных деталей, элементов отделки к горизонтальным и вертикальным плоскостям и т.п. Можно столкнуться с архитектурной основой в самых различных вариантах: встречаются протяженные и квадратные помещения, расчлененные опорами и нерасчлененные.

Особое значение имеет тщательное изучение программы, где даны параметры архитектурной основы и сформулирована ее характеристика: место в ансамбле других помещений и связь с ними, условия естественного освещения и ориентация, конструктивная основа (каркасная или стеновая система), материал, тип перекрытия (плоское, сводчатое, балочное).

Программа проектирования интерьера должна содержать и такие отправные данные, как особенности производственного процесса, необходимость обособления или выделения функциональных зон, характер связи между этими функциональными зонами исходя из особенностей производства, направление людских потоков, характеристика рабочего места и основные требования к нему (габариты, подходы), тип оборудования, необходимость его изоляции, возможность блокирования.

Тектоника интерьера существенно отличается от тектоники предмета, с которой связано дизайн-проектирование, и требует своего отдельного рассмотрения.

Облик интерьера зависит от видимой поверхности стен, полов и потолков, вторичных по отношению к конструктивной основе. Плоскости стен можно расчленять с помощью панелей облицовки, пластических или живописных включений, размещения светильников и путем сочетания различных материалов. Все это подчиняется основному композиционному замыслу и служит только средством для выявления композиционной темы. Для отделки поверхностей стен существует много различных натураль-



ных и синтетических материалов. Они должны быть освоены в связи с решением функциональных и эстетических задач для того, чтобы оптимально использовать их различные фактуры и колористические варианты.

Кроме названных выше необходимых сведений желательно и общее знакомство с архитектурой и, конечно, с традицией проектирования интерьеров на примере лучших образцов.

Отличие проектирования интерьера от всех других дизайнерских задач требует несколько иного подхода к самому процессу проектирования. Работа здесь ведется в определенной последовательности - от общего к частному.

Начало - это компоновка плана. Мы, как правило, имеем дело с комплексом взаимосвязанных помещений. Эти и имеющие свое конкретное предназначение помещения требуется объединить в органически связанный, логичный с функциональных позиций ансамбль.

Если это парикмахерская, например, то необходимо оптимально блокировать самые разнородные помещения. Вестибюль, гардероб и касса объединяются в одну группу, в другую же группу могут войти основной зал, где бреют и стригут, и примыкающие к нему места для окраски волос, кладовка, комната для персонала и др.

Следует скомпоновать план так, чтобы мастер мог, например, попасть в служебное помещение, минуя основной зал стрижки, чтобы в помещение для сушки волос можно было непосредственно переходить из основного зала и пр. Расположение всех этих помещений связано, кроме того, с условиями естественного освещения: для сушки, как и для кладовки, естественный свет не нужен ^ то время как он необходим, скажем, для маникюра.

Приведенный пример показывает, что чаще всего в силу функциональных соображений общий объем может делиться на отдельные помещения. Но этот общий объем может оставаться и целым, как это часто имеет место в цехах, выставочных и торговых залах. Как в первом случае, так и во втором перед проектировщиком стоит задача зонирования, т. е. расчленения простран-

ства на отдельные функциональные зоны исходя из практических и эстетических соображений.

Существует ряд формальных методов и приемов расчленения пространства с помощью перегородок - шкафов, ширм, экранов, образующих некоторые микрзоны. Таким образом часто оборудуют рабочие места в служебных помещениях, разделяя отделы; членят пространство выставок с помощью экспозиционных щитов.

Во втором случае зонирование менее ощутимо и осуществляется без помощи каких-либо специальных устройств, как это бывает в производственных помещениях, только машины и станки, а иногда и целые линии создают ритмические отсчеты, зрительно организуют пространство, разделяя его по признаку функциональности на отдельные микрзоны.

Расположение оборудования в промышленных цехах обусловлено в основном технологическими соображениями. Но в целом ряде объектов, которые упоминались и выше, расположение и группировка оборудования - задача дизайнера. В пределах каждой из функциональных зон эта операция соотносится с компоновкой отдельного рабочего места и по своему смыслу неразрывно с ним связана.

Далее следует работа над объемно-пространственными и пластическими характеристиками самого оборудования (например, комплекс мебели для парикмахера: фронт зеркал, плоскость для инструментов, рабочее кресло).

В проектных предложениях может иметь место и элемент заимствования, использования готовых образцов оборудования (с той или иной переработкой), так как основная цель проекта - создание функциональной среды, достижение синтетической связи обстановочного комплекса с архитектурной оболочкой.

Далее решается общая цветовая гамма интерьера и его оборудования, уточняется отделка стен, характер потолка, если он подвесной, а его устройство и внешняя форма могут варьироваться. В некоторых случаях могут быть привнесены и декоративные элементы, а также элементы визуальной коммуникации.

Значение каждого из намеченных этапов выполнения проекта и его основных компонентов далеко не однозначно и зави-

сит от специфики объекта. Они могут кардинально отличаться друг от друга, если сравнить, например, проектирование диспетчерского пункта или парикмахерской. В первом случае объемно-пространственная структура и взаиморасположение основных элементов оборудования почти predetermined. Во втором случае рабочее место может иметь множество вариантов и в конечном счете играет доминирующую роль в формировании среды.

В состав проекта обычно входит кроме разверток стен, плана помещения, фрагмента оборудования и макета также перспектива интерьера, которая может охватывать весь его целиком или быть фрагментарной, если при ее помощи точнее передается характер интерьера.

Внешняя среда как объект проектирования может быть территорией завода, внутриквартальным пространством, частью парка, спортивным комплексом.

Дизайнер, изучив ситуацию - генеральный план участка, условия эксплуатации, требования, материальные возможности, должен найти форму организации предоставленного для него пространства, расчленив его на связанные между собой функциональные зоны. Например, внутри жилого квартала - спортплощадка, песочница для малышей, место для отдыха взрослых и т.д. Задача проектировщика - найти связь этих зон между собой, их соотношение по величине и последовательности.

Между этими различными функциональными зонами может и не быть физических преград (как стенки или перегородки внутри здания). Границами пространства, связанными с различным их назначением, могут быть садовые скамьи, навесы, игровые элементы, т.е. предметное наполнение этой среды. Проектирование всего оборудования также является задачей дизайнера. Здесь необходимы не только эстетические и эксплуатационные качества каждого отдельного изделия, но и обеспечение целостности всей предметно-пространственной среды, создание своего рода ансамбля.

Ниже показаны несколько примеров организации предметной среды (рис.9.26 - 9.28).



Рис. 9.26. Проект павильона  
ожидания автотранспорта

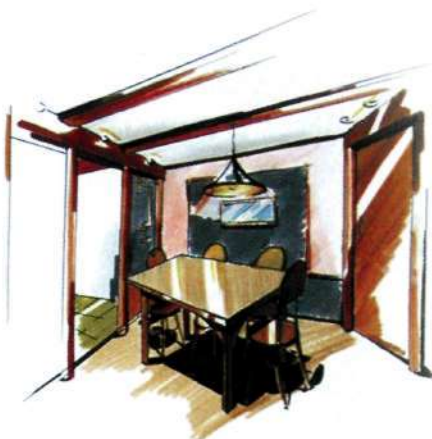


Рис. 9.27. Проекты интерьеров  
жилых помещений





Рис. 9.28. Проект экспозиционного оборудования

## Список использованной и рекомендуемой литературы

1. Бархин Б.Г. Методика архитектурного проектирования в системе архитектурного образования.-М.: Стройиздат, 1969,-223 с.
2. Быков З.Н. и др. Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий.- М.: Высшая школа, 1986,-239 с.
3. Валькова Н.П. и др. Дизайн: очерки теории системного проектирования.-Л.: ЛГУ, 1983,-184 с.
4. Джонс Дж.К. Инженерное и художественное конструирование. Современные методы проектного анализа. (Перевод с англ.).-М.: Мир, 1976,-374 с.
5. Краткая методика художественного конструирования. (Отв.Ред.Ю.Б.Соловьев).-М.: ВНИИТЭ, 1966,-280 с.

6. Лазарев Е.Н. Дизайн машин. -М.: Машиностроение, 1988,-286 с.
7. Ленмит Л. и др. Макетное проектирование. Основы сборки макетов.(Перев.с англ.).-М.: Мир, 1984.-334 с.
8. **Методика художественного конструирования. -М.: ВНИИТЭ,1978,-334с.**
9. **Нешумов Б.В. и др.** Художественное проектирование.- М.: Просвещение, 1979, -175 с.
10. **Новиков Н.В.** Компоновка объекта в академическом дизайне.(Методические рекомендации к заданиям по проектированию для студентов II-V курсов).-СПб.: СПбГХПА, 1996,-38 с.
11. **Новиков Н.В.** Методологические основы моделирования в дизайне.- СПб.: СПбГХПА,2003,-63 с.
12. **Пузанов В.И., Петров Г.П.**Макеты в художественном проектировании.-М.: Машиностроение, 1984,-128с.
13. **Сомов Ю.С.** Художественное конструирование промышленных изделий.-М.: Машиностроение, 1967,-175с.
14. Хилл П. Наука и искусство проектирования: Методы, научное обоснование решений. (Перев. с англ.).- М.: Мир,1973,-259 с.
15. **ГОСТ 2.001-70.ЕСКД.** (Единая система конструкторской документации). Общие положения.
16. **ГОСТ 2.103-68.ЕСКД.** Стадии разработки.
17. **ГОСТ 2.002-72.ЕСКД.** Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании.
18. **ГОСТ 2.803-77.ЕСКД.** Макетный метод проектирования. Требования к конструкциям и размерам макетов и моделей.
19. **СХКД** (Система художественно-конструкторской документации) **1.01-73. ВНИИТЭ.** Стадия разработки.
20. **СХКД 1.02-73.ВНИИТЭ.** Виды и комплектность художественно-конструкторских документов.
21. **СХКД 2.03-73. ВНИИТЭ.** Требования к графическим материалам художественного-конструкторского проекта.

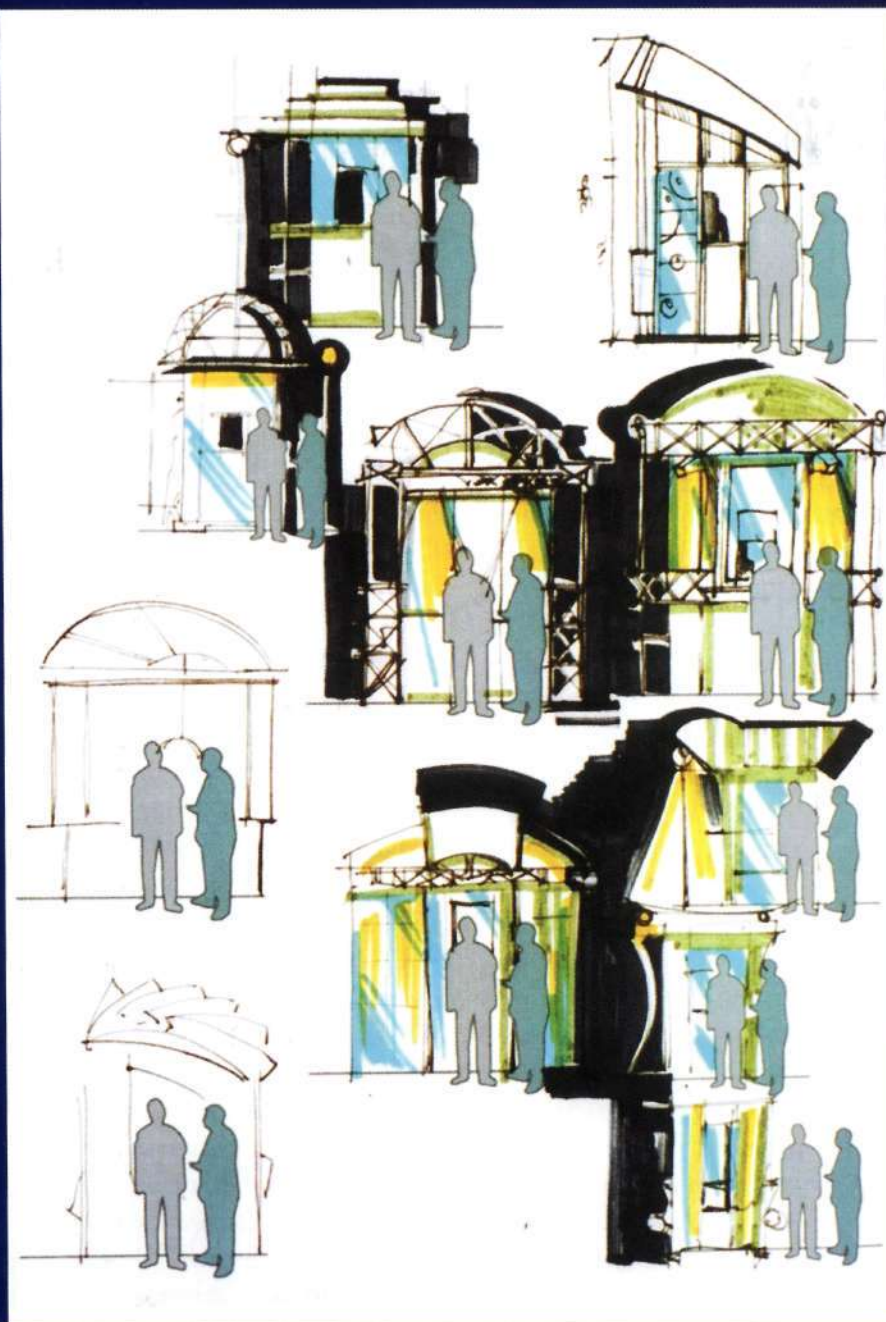
# **ГЛАВА 10**

## **Проектная графика**



«Рисовать - наблюдать, открывать,  
изобретать, создавать: работая рукой,  
рисуя, мы проникаем в неизвестное,  
исследуя, мы приходим к ценным  
итогам».

Ле Корбюзье



Графическое изображение является одним из основных профессиональных средств дизайнера. Оно помогает формировать, развивать и выражать проектный замысел. Позволяет моделировать компоновку, форму, конструктивную схему и оптимальные технологические и эргономические характеристики изделия. Поэтому дизайнер прибегает к графическому моделированию на всех этапах процесса проектирования.

В основе проектно-графического моделирования лежит несколько принципов:

- соответствие графической формы содержанию проектной идеи. Если дизайнер размышляет о способах технологического исполнения изделия, он изберет для наглядного выражения своих идей соответствующие графические приемы типа «взорванный вид» (рис. 10.1), «открытая структура» и т.д. Для выражения связи изделия с предметной средой и действиями человека используются эскизы-сценарии (рис. 10.2). Динамика антропометрического пространства изображается с помощью многократного наложения друг на друга различных моментов действия человека в пространстве (позы, движения, повороты и т.д.). С введением изображений человека не только контролируется антропометрическая обоснованность поисковых вариантов, но и открывается возможность в условно-графической форме моделировать и прогнозировать связи в сложных эксплуатационных ситуациях, где задействованы целые группы или потоки людей;

- вариантный и экспериментальный характер эскизного поиска проявляется в том, что на каждом этапе проектирования дизайнер сталкивается с возможностью вариантного развития проектной идеи под влиянием множества разнообразных факторов. Такая возможность обычно сознательно реализуется в эскизировании созданием широкой гаммы контрастирующих или конкурирующих вариантов решения;

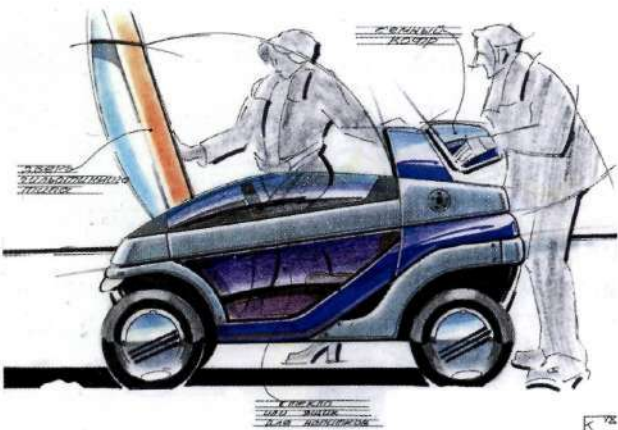
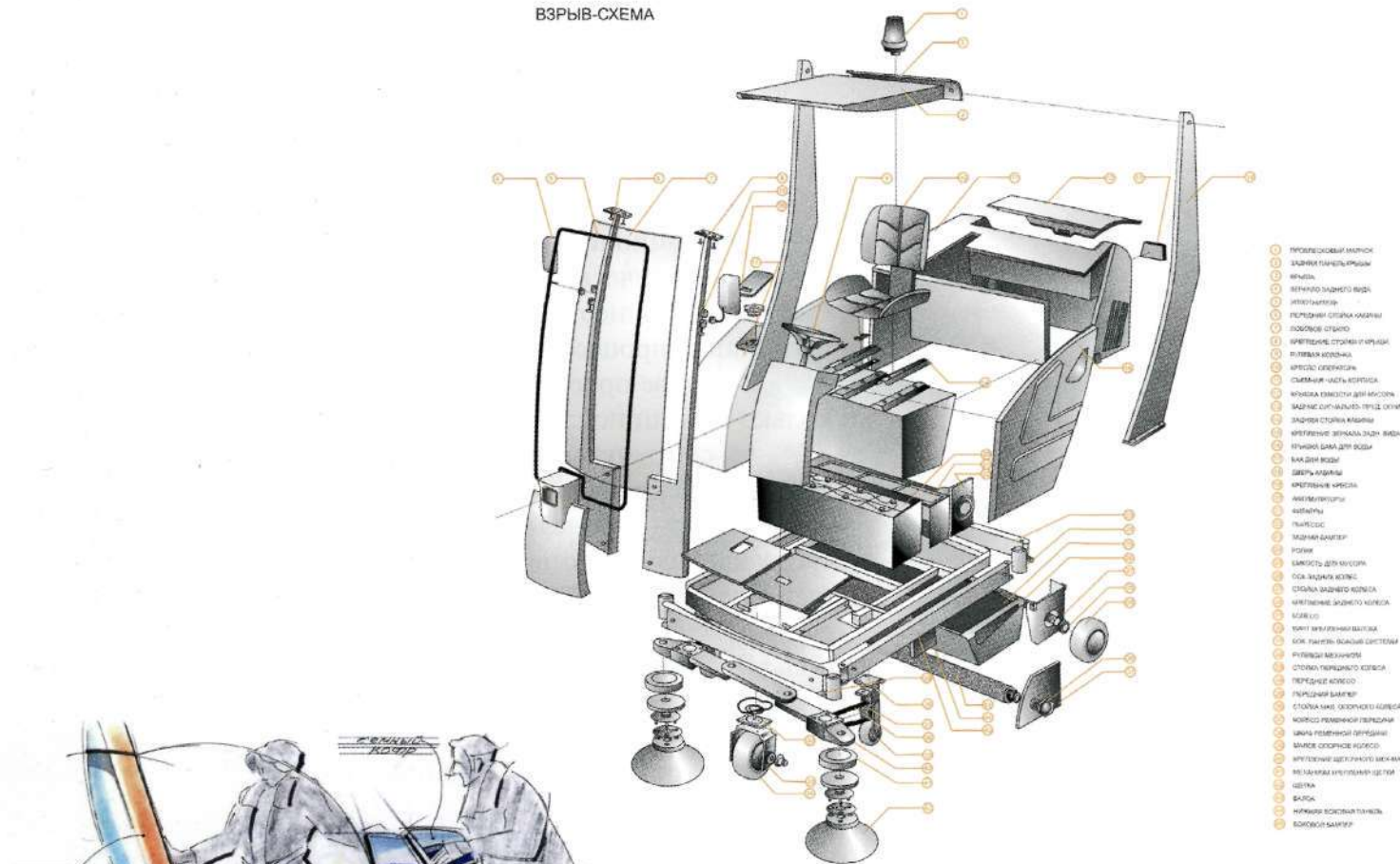


Рис. 10.1. Взрыв-схема

Рис. 10.2. Эскиз-сценарий

систематичность и логическая последовательность проектного эскизирования вытекает из последовательного развития проектного замысла.

Выбор графических приемов и средств, которые использует дизайнер в процессе проектирования, зависит от конкретной задачи, которая решается в проекте, от особенностей проектируемого объекта, традиций, сложившихся в данной отрасли, и т.п. Большое значение имеют также индивидуальный творческий почерк и уровень профессионального мастерства дизайнера.

Технология исполнения чертежей на различных стадиях проектирования, по существу, одна и та же. Существенно разделение графики по признаку того, является ли она средством поиска, эскизирования или выражает законченную проектную идею. В первом случае графика выступает как средство творческого поиска, во втором - как итог этого же поиска. В первом случае графика рассчитана на восприятие самим автором, проектировщиком, во втором - также и потребителем, зрителем. В последнем случае проект должен содержать необходимую для данной стадии информацию и быть выражен доступным для восприятия графическим языком.

## 10.1. Типология проектной графики

В качестве основных типов проектно-графических изображений могут быть выделены наброски, поисковые рисунки, эскизы, демонстрационные рисунки и чертежи.

Проектирование, как известно, начинается с ознакомления с программой проекта, существующим прототипом изделия или с аналогичным устройством. Изображение на этой первой стадии предназначено только для самого проектировщика и поэтому может быть произвольным. На этой стадии делают кроки или наброски, снимают кальки и т. п.

**Набросок** - это обобщенное изображение, которое выполняется обычно за короткий промежуток времени и минимальным количеством графических средств. Для него характерны условность и лаконичность, передача только основного и типичного,

без проработки деталей. В зависимости от характера исполнения и связи с натурой наброски условно можно подразделить на наброски с натуры (зарисовки), наброски по памяти, наброски по мысленному представлению, наброски по воображению, наброски комбинированного характера.

Наброски носят в основном информационный характер. Они служат для изучения прототипов, их окружения, характера работы, конструкции изделия, специфических особенностей его формы (пропорций, пластики). Необходимы они при подготовке к более тщательному композиционному рисунку, предназначенному для демонстрации. Наброски помогают изучить цветотеневые и фактурные особенности натуры.

Обычно для их выполнения используются карандаш, фломастер, перо, тушь и бумага, реже - акварель, уголь и т.п. Большинство набросков выполняются монохромными (черно-белыми или одноцветными). Цветность передается различной формой штрихов, разнообразием их характера (прямые, наклонные, крученные и т.п.). Они же помогают одновременно выразить материал объекта и фактуру поверхностей.

Анализируя формально-эстетическую сторону набросков, можно выделить три основные группы изображений проектируемых объектов:

- контурные (линейные);
- контурно-тональные (смешанные);
- живописно-тональные (преимущественно тональные).

Основное изобразительное средство **контурного наброска** (рис. 10.3,а) - линия. Она служит средством выражения объема и пространства и проявляется в бесконечных вариациях. Линия бывает строгим контуром, отделяющим объект от остальной части листа, может быть прерывистой. Но какими бы различными ни были линии контурного наброска, их роднит лаконизм и быстрота. В этом смысле линия, пожалуй, единственно подходящее средство для быстрых набросков.

**В контурно-тональных набросках** (рис. 10.3,б) наряду с контуром используется тон в виде штриха или заливки. Тон помогает полнее отобразить объем, пространство, цвет и фактуру.



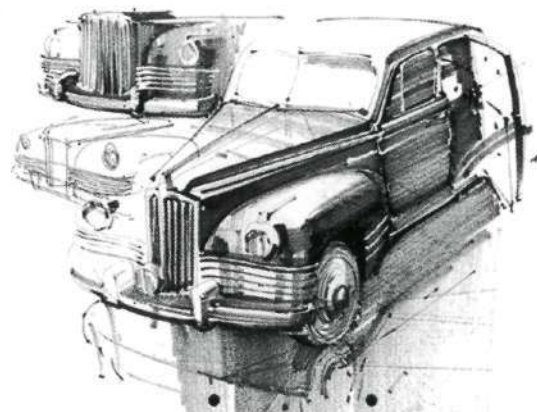
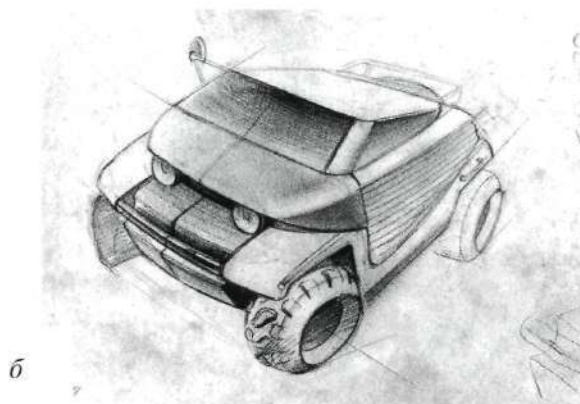
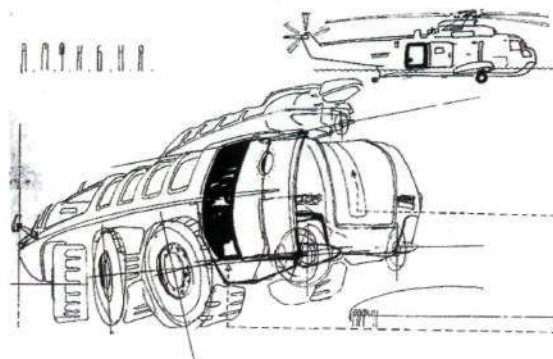
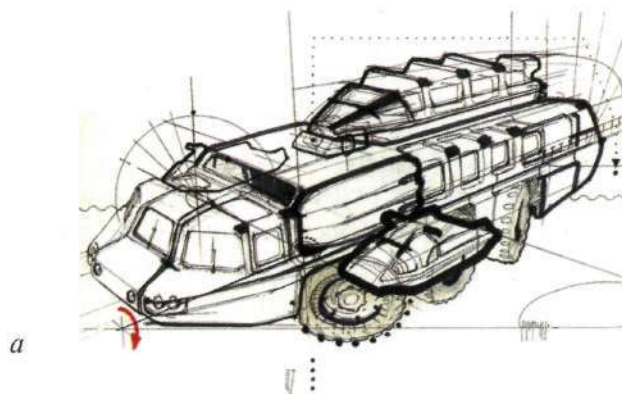


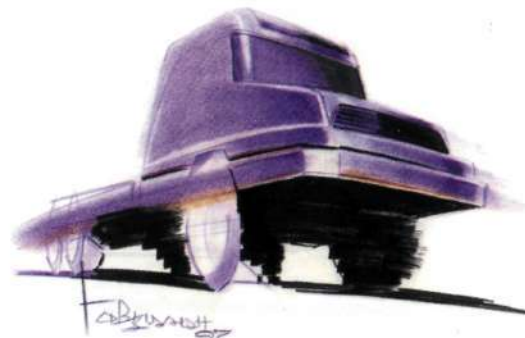
Рис. 10.3. Наброски:

*а* - контурные;

*б* - контурно-тональные;

*в* - живописно-тональные

*в*



Наибольшее значение объем, светотень и цвет приобретают в **живописно-тоновых набросках** (рис. 10.3, в), где они становятся, наряду с пропорцией и пластикой, основными составляющими изображения. Контур как граница формы практически исчезает или играет уже второстепенную роль. Линия и штрих обретают новые формы, часто встречается перекрещивание штрихов. Выдвигается на передний план и заливка, проявляются полутона. Упрощенность наброска исчезает. Изображение отрывается от плоскости листа, развивается в глубину. Формы становятся более реальными и осязаемыми. Это, однако, не означает, что необходима тщательная проработка всех деталей. Легкость, лаконизм и быстрота изображения должны сохраняться. Такой набросок выполняется обычно по принципу живописных работ: штрих и заливка смело распространяются по всему полю листа, где-то обрываются, где-то концентрируют внимание, обобщают и выявляют главные места. Важную роль играет поле бумаги (белое или цветное). Белые и цветные пятна усиленно работают на форму, на светотеневую характеристику натуры.

**Поисковый рисунок** - это чаще всего монохромное обобщенное изображение проектируемого объекта, его деталей и отдельных узлов, выполняемое за короткий промежуток времени и с привлечением минимума изобразительных средств. Ценность его заключается в том, что он позволяет быстро фиксировать появляющиеся в ходе проектного анализа идеи, служит средством проектного поиска, сопровождает профессиональное общение.

В поисковых рисунках (рис. 10.4-10.6) отражаются первоначальные компоновки и общий вид проектируемого объекта в ортогональных проекциях, его планы, сечения, перспектива, различные детали. При этом используются методы рисования, черчения, применяются различные инструменты и приспособления, позволяющие выполнять рисунок быстро и с достаточной степенью точности.

Как правило, поисковые рисунки первоначальной компоновки содержат в себе лишь основные узлы объекта, поскольку в зависимости от задач проекта не исключается перекомпоновка узлов базовой модели либо создание принципиально новой ком-

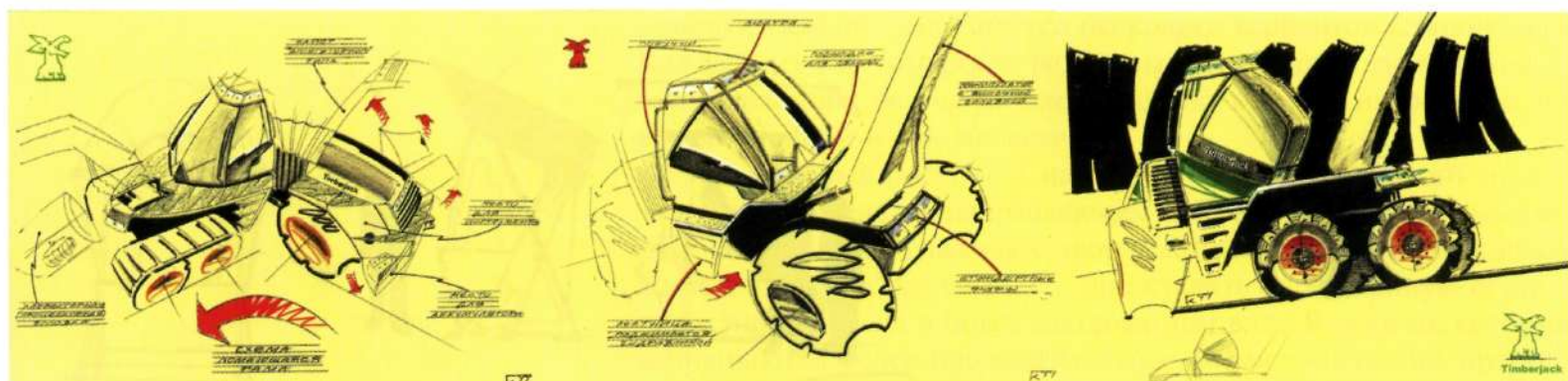


Рис. 10.4. Поисковые рисунки

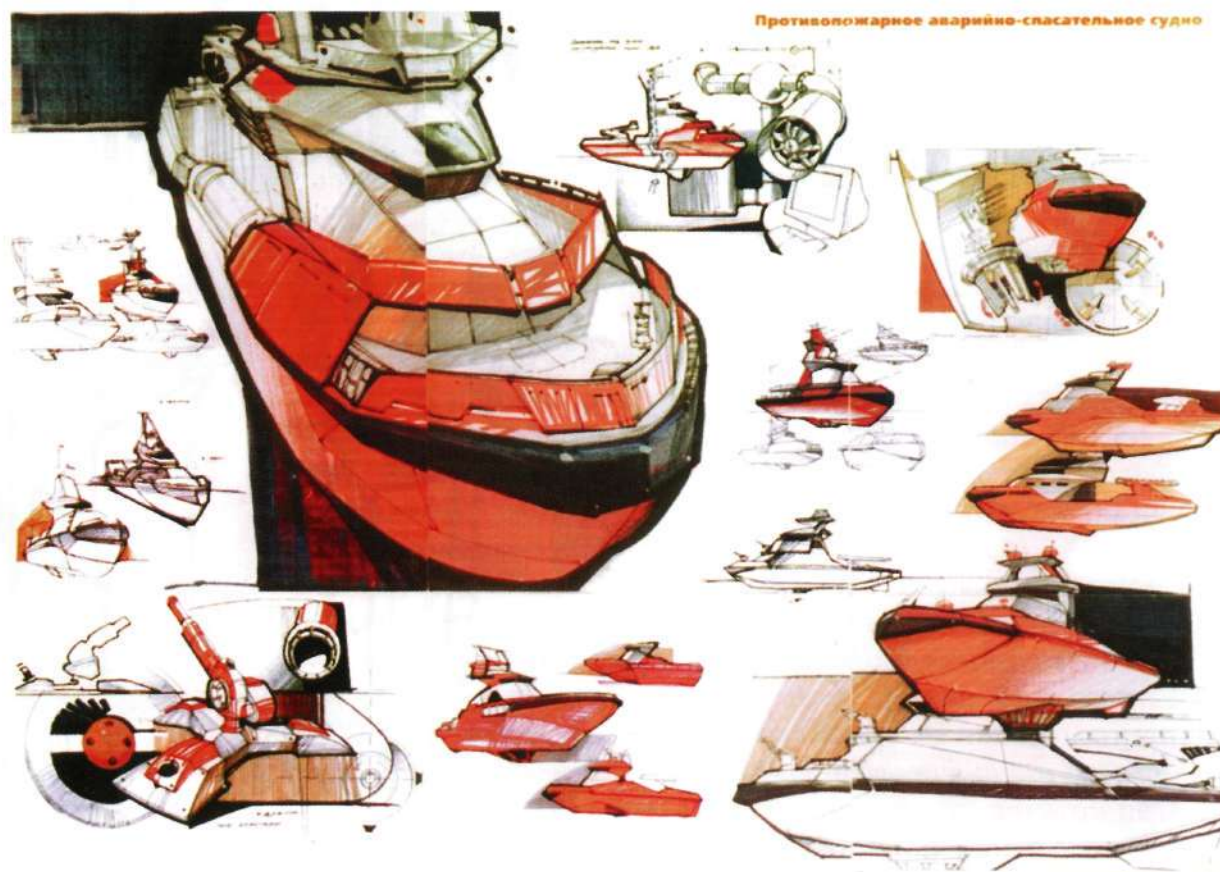


Рис. 10.5. Поисковые рисунки



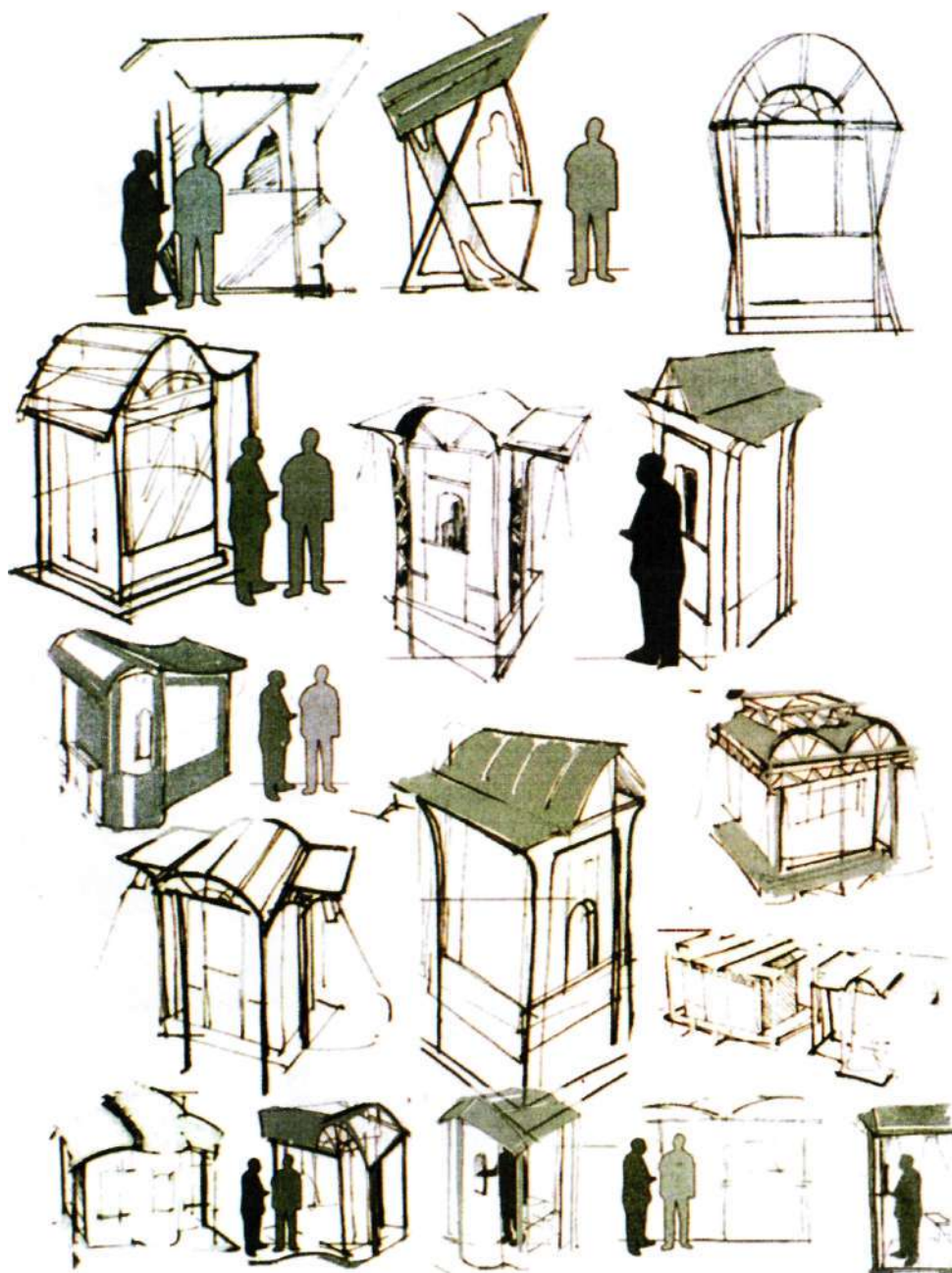


Рис. 10.6. Поисковые рисунки

поновки. Обычно выполняется несколько вариантов компоновки. Каждый из них отражает различные принципы размещения и взаимодействия основных элементов, но все они направлены на решение одной и той же задачи.

Поисковый рисунок - наглядная форма творческого анализа и поиска, средство, направляющее движение и развитие мысли.

**Эскизы** тоже связаны с творческим анализом, но несколько в ином плане. Их назначение - представить определенную стадию проектного поиска в более законченном виде. В эскизах, которые выполняются более продолжительное время, творческий процесс переплетается с самим процессом рисования. По мере выражения первоначального замысла возникают новые варианты решения, уточняются и совершенствуются форма и детали объекта.

На рис. 10.7 показаны основные этапы работы над эскизом:

- детальная прорисовка эскиза карандашом с использованием гибкого лекала и линейки (рис. 10.7,а);
- заливка теневых участков локальным легким тоном определяющего колорит цвета, начальное определение освещения (рис. 10.7,б);

определение основных цветовых отношений (работа акварелью по сухому и по еще не просохшему слою) (рис. 10.7,в);

- дальнейшая проработка цветовых отношений; ввод определяющих контрастов, подчеркивающих главные элементы эскиза; разработка фактуры материалов (акварель, акварельные карандаши, фломастеры, маркер, гелевая ручка) (рис. 10.7,г);

заключительный этап (проработка деталей, усиление необходимых деталей, графическая проработка с помощью гибкого лекала, маркера, гелевой ручки) (рис. 10.7,д). -

Первичное эскизирование связано с поисками некоей целостности, объединяющей отдельные составные части объекта, и формированием в самых общих чертах его художественно-пластического образа. На этой стадии мысль фиксируется чаще всего с помощью перспективного рисунка. Когда же приступают к проверке реальных соотношений, то работа ведется путем набрасывания вариантов уже в ортогональных проекциях; при этом целесообразно пользоваться наложением кальки. В отличие от стадии



а



б



в



г

Рис. 10.7. Этапы работы над эскизом:  
 а - детальная прорисовка эскиза карандашом;  
 б - заливка теневых участков локальным легким тоном;  
 в - определение основных цветовых отношений;  
 г - дальнейшая проработка цветовых отношений, ввод определяющих контрастов;  
 д - проработка деталей



д

изучения или сбора материала эскизный этап должен быть выражен графически так, чтобы по нему можно было судить о существовании проекта не только с позиций автора, но и с позиции зрителя. Эскиз зачастую предназначен для показа, по нему составляется мнение о проекте и принимаются некоторые решения. Поэтому он должен быть наглядным и нести необходимую информацию.

Эскиз должен обладать, таким образом, многими нередко противоречивыми свойствами. В процессе работы воображение проектировщика не должно сковываться излишней законченностью и графической определенностью. Но в большинстве случаев уже имеют дело с некоторой функционально-технической основой, поэтому самые беглые наброски должны основываться на заданных схемах и размерах.

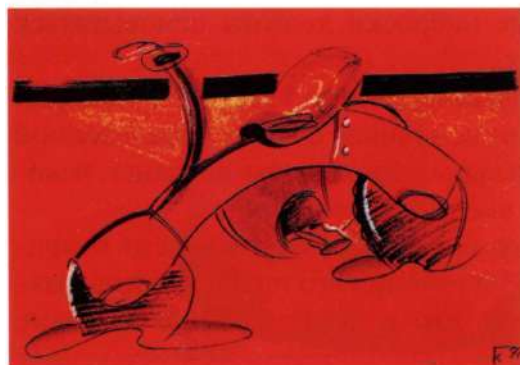
Хотя структура многих изделий, особенно машин и механизмов, требует четкого следования основным осям и определенной осмысленной взаимосвязи отдельных блоков, тем не менее, некоторая недосказанность эскиза вполне закономерна.

При этом важен не только выбор соответствующего графического материала, но и способ наложения его на лист, важна фактура бумаги, специфическое для эскиза расположение на листе и др.

Работа над эскизом характерна разнообразием графических приемов и материала. Эскизирование ведется теми же средствами, что и станковая графика, рисунок и живопись: карандашом, углем, сангиной, пером, акварелью, темперой, гуашью.

Поскольку объекты проектирования необычайно разнообразны (по своей сути, да и по величине) и задачи у художника каждый раз иные, то и используемые им графические средства различны с самых первых шагов его работы. Так как речь идет о передаче проектного замысла, то здесь мы сталкиваемся с многообразием способов изображения. Это естественно, и потому, что эскизирование - промежуточная стадия проектирования, а сам эскиз, в отличие от законченного проекта, еще не документ. Эскиз детского велосипеда, например, неизбежно будет представлен по-особому: скорее всего, автор будет выражать свою мысль широко-





ким свободным рисунком мягким карандашом, пастелью, углем. С самого начала эскизы могут быть многоцветными. Как и во всем, что предназначено для детей, цвет необычайно важен и основы композиции таких вещей не могут решаться вне их колористики. Таким образом, существо работы на этом первом этапе связано и с определенным отбором изобразительных средств и материалов (рис. 10.8).

Иная ситуация возникает при проектировании машин, приборов или транспортных средств, когда проектирование одновременно идет как изнутри (от внутреннего устройства), так и извне (от целостного решения внешней формы).

Поиски при проектировании «изнутри» (рис. 10.9) ведутся на разрезе, в условной графике. При компоновке составных блоков или частей объекта, в варьировании их взаимоположения может помочь цвет; блоки можно обозначить цветным карандашом или фломастером, а линию разреза - черным. Условное цветообозначение применяется и несколько иным образом, когда цвет связывается не с каким-либо физическим объемом, а с механизмом, частью внутреннего устройства. Определенным цветом, например, можно обозначить коммуникации, проходящие внутри машины,

Велосипед  
детский



Рис. 10.8. Эскизы детских велосипедов

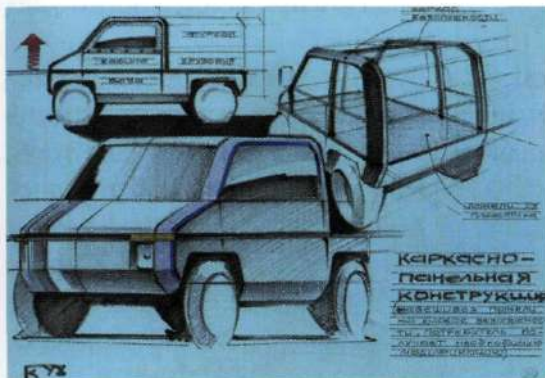
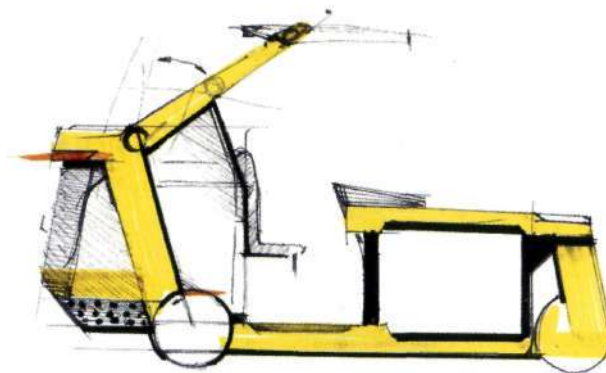


Рис. 10.9. Поиски  
при проектировании изнутри



обрабатываемое сырье и т.п. Цветовые пятна, обозначающие блоки, можно заменить вырезками из бумаги.

Работа над внешней формой (рис. 10.10) предмета ведется общепринятыми графическими средствами, известными студентам по занятиям рисунком.

Специфически проектная графика сопутствует компоновке значительных пространственных систем (цехов, благоустройства при заводских площадок или мест отдыха). Здесь делают перспективные наброски с разных точек зрения или для большей точности строят перспективу основных ограждающих плоскостей (пола или земли, потолка, стен). В полученный таким образом «каркас» врисовывают (в разных вариантах) предметы обстановочного комплекса - станки или мебель, аттракционы или стенды. Иногда, чтобы облегчить эту работу, плоскости разбивают на квадраты.

Когда компоновка идет на плане, то проектировщик должен найти графический эквивалент мебели, машин, зелени и как бы условное их обозначение. Их рисунок не должен быть сложным, а общий стиль не должен нарушать целостности всего изображения. Иногда пользуются обозначением отдельных предметов или целых зон цветом.

Используя те или иные материалы, следует учитывать возможность вносить в эскиз какие-либо изменения в процессе ра-

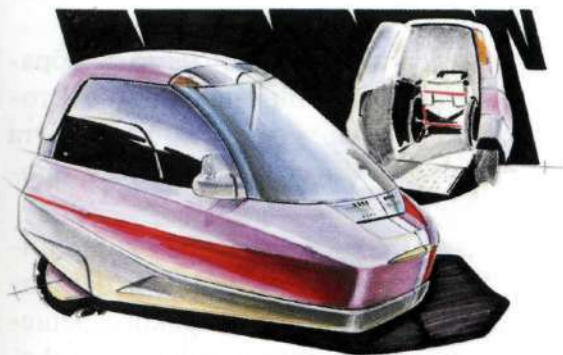


рис. 10.10. Работа над внешней формой

боты. Когда поиск ведется на одном и том же листе и проектант, стирая одни линии, проводит другие, следует применять легко удаляемый с бумаги материал.

То же самое можно сказать о бумаге или картоне, т.е. материале, на который наносится изображение. Если эскиз не единичен и проектировщик набрасывает несколько вариантов для того, чтобы после их сравнения друг с другом выбрать лучший, то качество бумаги практически не имеет значения. Иная ситуация при поисках оптимального решения на одном и том же листе, когда приходится неоднократно переправлять и корректировать эскиз.

В процессе продвижения проекта к его окончательному решению характер эскиза меняется и становится все более и более определенным. Степень законченности графического изображения должна быть адекватна степени законченности работы. Характер графики всегда связан с общим замыслом. Образное и функциональное содержание объекта, выраженное в эскизе, проявляется не меньше, чем в чистом проекте.

Вслед за этапом первоначальных поисков следует отбор оптимального варианта, уточнение отдельных частей. На этом этапе чертеж выполняется в определенном масштабе, необходимом для передачи реальных соотношений и величин, показа главных деталей - более крупным планом, чем на стадии первых поисков.

Вместе с завершением процесса компоновки само изображение проектируемого предмета становится определеннее. Светотеневая моделировка формы выполняется тоном и цветом. Эта промежуточная стадия предшествует переходу к чистовому проекту-чертежу.

**Демонстрационный (технический) рисунок** (рис. 10.11) специально предназначен для представления в завершенной и наглядной графической форме художественно-конструкторского решения. Отличие его от эскиза заключается в более высокой точности построения законченности и реалистичности изображения. Если в эскизах дизайнер занят поисками решения и ориентируется только на черновую компоновку и собственный глазомер, то демонстрационный рисунок он выполняет уже по уточненной компоновке с помощью методов перспективного построения.



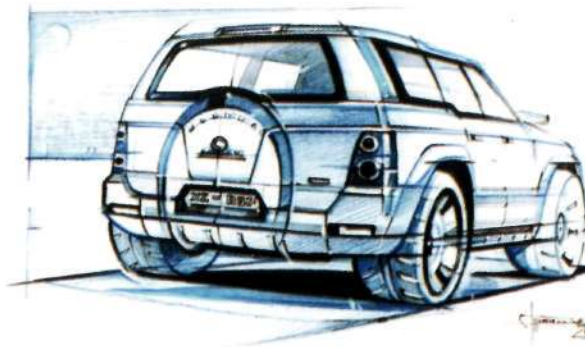
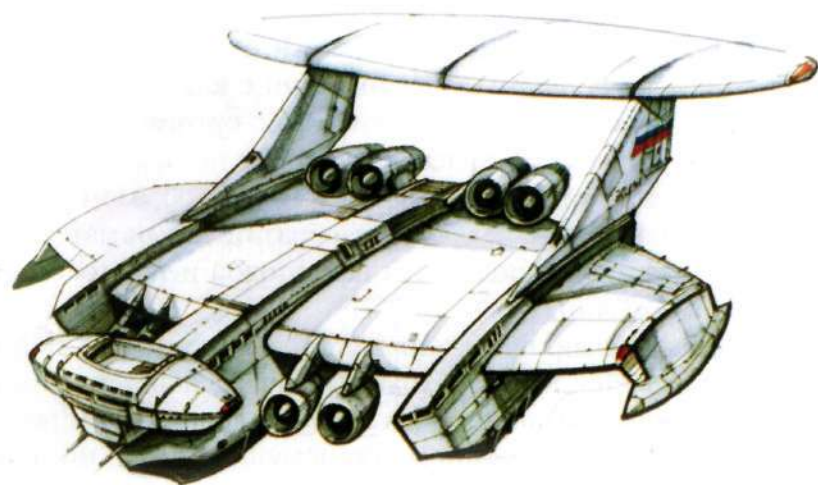
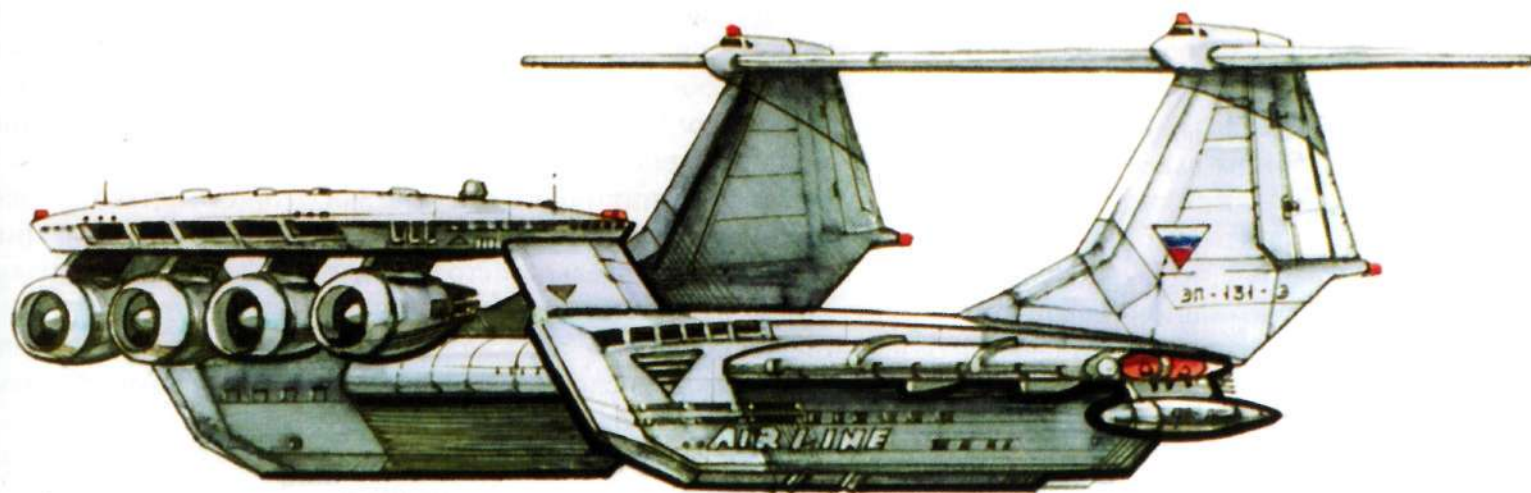


Рис. 10.11. Демонстрационные рисунки



Основной элемент изображения - объект в наиболее типичном для него ракурсе - составляет центр композиции и выполняется укрупнено на переднем плане. Остальные элементы (различные ракурсы объекта, детали окружения) могут компоноваться вокруг главного без выражения непосредственной связи с ним либо по принципу сюжетной композиции.

Для выполнения такого рисунка могут привлекаться все виды изобразительных средств. Тщательно прорабатывается форма изделия в целом и отдельных его деталей, выявляются материал и фактура поверхностей.

**Чистовой чертеж** - это уже проектная документация, где определены: размеры целого и его частей, внутренняя компоновка, цветовое решение, фактурная характеристика.

Ортогональные и аксонометрические проекции и перспективы передают информацию о внешнем виде предмета. Для уяснения внутреннего строения, конструкции, компоновки блоков, их взаимосвязи и соотношения с внешней формой делаются вертикальные и горизонтальные разрезы. Эти разрезы с точки зрения передачи реальной формы условны: если с какой-то позиции человек может воспринимать предмет как ортогональную проекцию, то разрез предмета увидеть нельзя. Тем не менее, разрезы часто моделируются и иллюминуются. Таким образом, «чистовой проект» сочетает в себе наглядно-изобразительный материал с условными схемами и дополняется шрифтовой и текстовой информацией.

Окончательный проект является документом и поэтому к нему предъявляется ряд необходимых формальных требований.

Все чертежи выполняются в определенном масштабе, хотя на одном и том же листе могут соседствовать проекции в разных масштабах. Существует общепринятая шкала масштабов: 1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000. Другие масштабы (1:4 или 1:15) применяются в порядке исключения.

К окончательному проекту предъявляется целый ряд эстетических требований: высокий графический уровень, колористическое совершенство, целостность всех его разнородных составляющих элементов (ортогональных проекций, перспективы, разрезов,

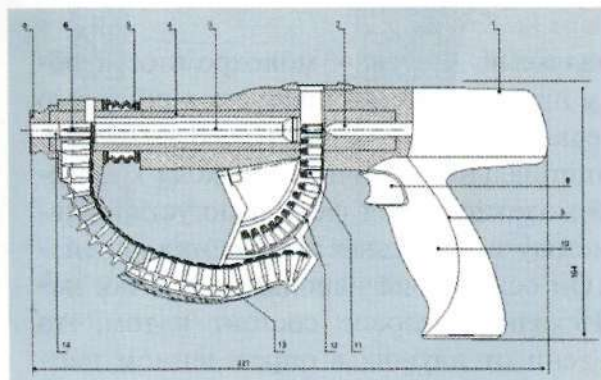


Рис. 10.12. Линейный чертеж

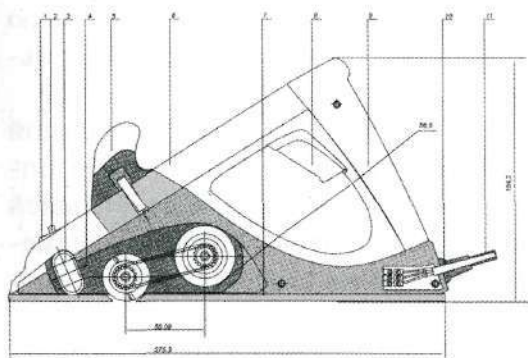


Рис. 10.13. Линейно-тональный чертеж

шрифта). Эта задача усложняется при развернутом проекте, исполненном на нескольких листах.

Декоративно-орнаментальная сторона графики должна быть органически связанной с формально информативной, и эта связь должна носить глубокий смысловой характер. Излишнее увлечение решением чисто графических задач может привести к тому, что информативные качества чертежа будут утрачены, а графика потеряет свой настоящий смысл и превратится в формальное упражнение.

Существует несколько традиционных видов чертежа-проекта: линейный, линейно-тональный, светотеневой (или тональный), полихромный.

Выбор любого из них зависит от особенностей объекта проектирования самого проектного замысла и индивидуальной графической манеры автора.

**Линейный чертеж** (рис. 10.12), внешне самый простой и наименее эффектный, но имеет свои преимущества. Кроме меньшей трудоемкости, он отличается лаконизмом, обобщенностью, отсутствием каких бы то ни было отвлекающих о сути дела эффектов. Вместе с тем он может обладать достаточной информативностью. Не следует думать, что линейный чертеж полностью лишен эстетических качеств. Можно очень тонко варьировать толщиной линий, от паутинных (обычно размерных) до толстых, обозначающих разрез, и добиваться их красивых сочетаний. С помощью линий можно нанести и легкую тоновую раскладку, когда штриховка создает ощущение плоскости.

**Линейно-тональный чертеж** (рис. 10.13) сочетает линейное изображение с включением тона. Линейно-тональный чертеж относительно условен, но и в этой условности может быть заложена информация, которая может помочь раскрыть существо проекта, передать внутренний смысл композиции. Линейно-тональный чертеж часто применяется при работе над объектом, включающим пространственную среду. В проектировании интерьера цеха, например, основная задача иногда сводится к цветовой композиции оборудования. По мысли автора проекта, архитектурная оболочка (конструкции перекрытий, остекленные световые прое-

мы) должна проходить как бы фоном, основная же композиционная тема - сложные цветные силуэты машин - должна быть выявлена.

Аналогичная ситуация может возникнуть при проектировании светильника, когда «архитектурная оболочка» задается как одно из исходных условий.

**Светотеневой, или тональный, чертеж** - монохромное изображение, передающее объем проектируемого предмета с помощью тона штриховкой пером, черной тушью или акварелью, темперой.

Существует два принципиально различных подхода к моделированию формы. Способ моделирования формы по установившемуся общепринятому методу с помощью построения теней - самый распространенный. Он основан на использовании так называемой теории теней. Исходное условие состоит в том, что собственные и падающие тени от идущих в определенном направлении световых лучей создают иллюзорную передачу формы предметов и взаиморасположения их в пространстве. Очень важно, что по глубине падающей тени можно определить расстояние между плоскостями.

Другой способ передачи объема предполагает только рассеянный свет. Условное подчеркивание плоскостей по углам и граням и соответственно усиленные рефлекссы не создают иллюзию некоторой формы в пространстве, а скорее информируют об объективном ее существовании.

Сейчас оба этих метода используются в нашей проектной практике. Способ, основанный на теории теней, однако, имеет определенное преимущество в процессе обучения, так как с большей достоверностью передает информацию о внешней форме предмета ^ стало быть, создает большие возможности для оценки ее достоинств и недостатков.

Иногда монохромный чертеж (его часто называют отмывкой) дополняется тушевкой.

**Полихромный чертеж** (рис. 10.14) следует считать основной формой подачи дизайн-проекта. Дизайнерский чертеж делается полихромным для того, чтобы передать реальный цвет предмета (или соотношение цветов, если их несколько), его фактуру и ма-

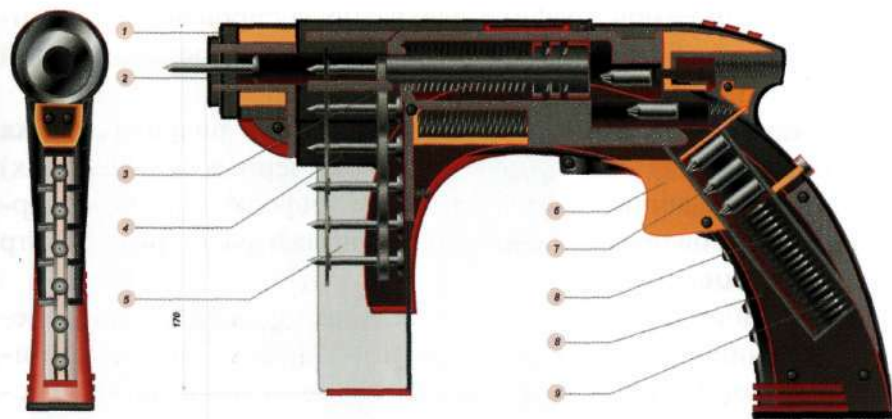


Рис. 10.14. Полихромный чертеж

териал. Поэтому часто (особенно в проектах небольших вещей, исполняемых в натуральную величину или в небольшом масштабе) цветопередача близка к предполагаемой окраске предмета в натуре.

На стадии рабочего проектирования графика практически приобретает прикладной характер.

Эстетическое содержание больше всего имеют рисованные шаблоны криволинейных форм, которые иногда (чаще всего в работе над мебелью, пультами интерьерами) приобретают черты художественности.

## 10.2. Проектно-графическая техника

Основной изобразительный язык проектной графики: черно-белый. Ее выразительные средства: точка, линия, штрих, пятно, тон, светотень, цвет, реже - текстура и фактура. Основной способ изображения - **линейный**, он скуп и условен, но наиболее оперативный, базовый (остальные - производны от него) и доминирующий в проектировании. Линия - главное выразительное средство и возможное разнообразие ее конкретных проявлений позволяет ей играть различные смысловые роли в проектной графике. Линия означает границу, абрис формы, место стыка структурных элементов, характер пластических переходов и световые блики. Она же служит для обозначения композиционно-построительных осей, границ падающих теней и элементов антуража, построения линейной перспективы и аксонометрических изображений. Линейно-графически формируются условные графические символы, стрелочные указатели и цифробуквенные обозначения, схематически моделируются связи, визуально-динамически выражаются движение, направление и расстояние. Таким образом, линия как выразительное средство не только экономно, но и уни-

версально. В линейной графике адекватно воспроизводится зрительный образ любого объекта благодаря уникальности линейной структуры его формы.

Активное введение в структуру линейного рисунка **штриха** («штрих по форме») или тоновых заливок (черных или цветных) существенно увеличивает выразительные, информационно-содержательные возможности проектной графики и расширяет спектр ее художественных форм.

Традиционная проектная задача моделирования светотеневых отношений в изображении объемной формы может графически решаться по-разному. По-прежнему немалыми возможностями в этом плане обладает классический карандашный рисунок, способный тонко моделировать геометрически сложные формы в любом ракурсе восприятия и при любой условной освещенности, а также светооптические эффекты, характерные для прозрачного конструкционного материала. Это же можно отнести и к возможностям иных грифельных «мягких» материалов, пригодных для моделирования растушевкой нюансно-различимых тональных оттенков - сангины, соуса, угля, пастели, мела по темной, тонированной бумаге.

Более тонкое и точное графическое моделирование объемно-пластических особенностей и освещенности сложной формы объекта становится возможным при пользовании аэрографом. Работа аэрографом располагает к полихромной проектной графике, моделированию не только светотеневых, но и цвето-графических отношений, цветовых контрастов. Красочными материалами при этом могут быть: тушь цветная и черная, акварель, гуашь, темпера и даже нитроэмаль. Разновидности аэрографики, дающие спецэффекты: нанесение краски через разного типа сетки и нанесение краски под острым углом к поверхности, фактурно подготовленной. Такая подготовка с имитационной целью может проводиться путем фактурной грунтовки темперой (поролоновый валик или тампон, торец щетинной кисти и т.п.) или последующего механического воздействия на грунт или бумагу. Иногда аэрографика выполняется не на традиционном белом, а на темном, черном или цветном фоне. Этот прием способствует акцентированию

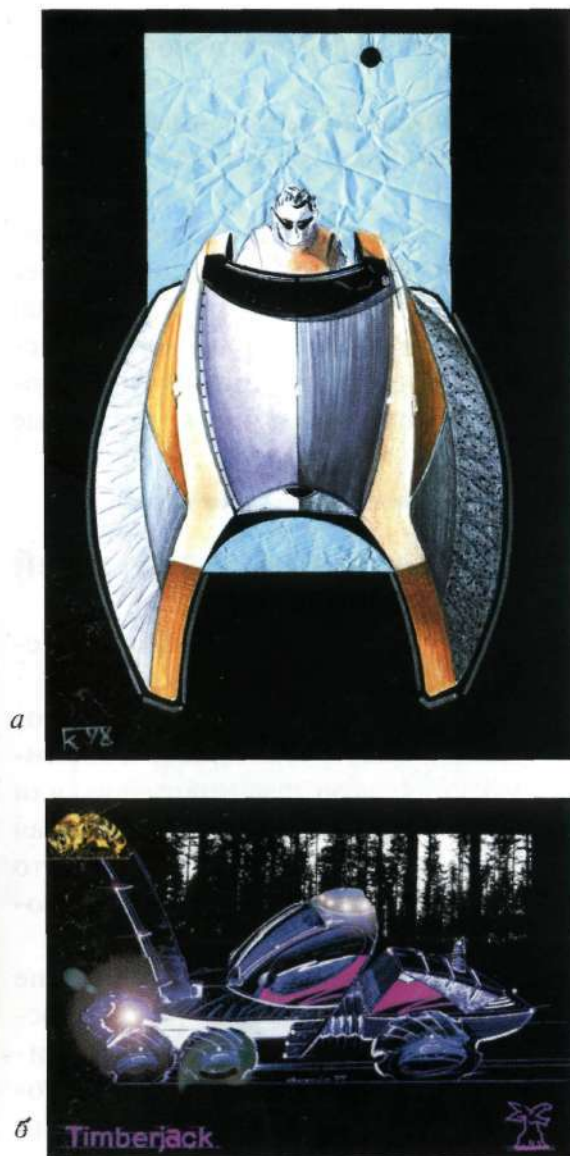


Рис. 10.15. Эскизы, выполненные в технике аппликации (а) и коллажа (б)

одного из планшетов (плаката, перспективы, компоновочной или эргономической схемы) в комплексной экспозиции дипломного проекта.

**Отмывка** лессировочная (прозрачно-многослойная) китайской тушью является классической проектно-графической технологией, заимствованной дизайном у архитектуры. Отмывка исторически предшествовала аэрографии, они имеют близкие выразительные возможности и предназначены для решения одного класса задач. Практикуется и акварельная покраска в технике отмывки лессировочным или «корпусным» (полупрозрачным, укрывистым) колером, что позволяет получать высокую степень законченности графического изображения проектируемых объектов. На основе отмывки возможно проектное моделирование структурно-пластически и сложных форм - с богатой игрой светотени. Ахроматическая лессировочная отмывка строится стадийно и многослойно при постепенном наборе силы тона в необходимых местах изображения. Для имитации фактуры поверхности пользуются осадочными видами акварели.

Особые выразительные возможности заложены в проектно-графической технике **аппликации и коллажа** (рис. 10.15). При использовании первой из них обычно оперируют цветной бумагой и клеем. Наиболее эффективна она в проектном вариантно-компоновочном поиске, в эскизах и оригинал-макетах полиграфических изданий и при разработке декоративных пятен в структуре интерьеров (панно, гобеленов, витражей). Коллаж - близок к фотомонтажу, это более сложная графическая техника, требующая определенной подготовки и качественного, выразительного исходного графического (часто фотографического) материала. На этой основе получают оригинальные, островыразительные решения, нередко наполненные глубоким смыслом.

Ни одна из изобразительных графических техник не способна столь явно отражать творческую индивидуальность автора-исполнителя проектных эскизов как техника черно-белого линейно-графического рисунка кистью. Разнотолщинная, энергичная и «живая» графическая линия в таких рисунках несет с собой особые эстетические качества.

Помимо описанных выше, широко употребительны в дизайнерском проектировании следующие графические техники:

- рисунок авторучкой с последующей частичной размывкой линий (кисть, вода);
- рисунок авторучкой со специально расточенным на наждачной бумаге пером, дающим активную, уширенную линию и быстрые заливки;
- рисунок шариковой ручкой (способной заменить в эскизах перо, рапидограф, рейсфедер, фломастер), отличающийся своеобразной «мягкостью» тонкой равнотолщинной линии и штриха;
- рисунок фломастером, дающим выразительную, экспрессивную и «сочную» линию переменной ширины в линейно-штриховых эскизах, а также композиционно активные тональные заливки.

### 10.3. Компоновка чертежей

Как правило, проектный материал состоит из большого числа графических изображений.

На одном листе изображается обычно несколько по-разному взаимно расположенных проекций, вычерченных или иллюминированных. Иногда же одна проекция может занимать два или больше планшетов. К проекциям добавляются заголовок и другая шрифтовая информация, которые занимают определенное место на листе, а их величина, компоновка и начертание должны хорошо читаться.

Совокупность чертежей должна раскрыть содержание проекта, а не только изображать его внешнюю форму. На основных проекциях передается цвет и фактура, характер моделировки предмета. Другие, выполненные в линиях, проекции могут не содержать уже эту переданную информацию. Сопоставление линейного и иллюминированного чертежей помогает зрителю определить главные, ключевые аспекты проекта. Чертежи должны располагаться в логической последовательности, их компоновка на листе - помогать ориентации. Само их выпол-



нение - давать исчерпывающее представление о предмете проектирования.

Поиски общей композиции (особенно когда листов несколько) следует начинать с маленького эскиза (рис. 10.16). Этот эскиз выполняется в одну пятую или десятую размера будущего чертежа. Эскиз рекомендуется выполнять в той же технике, что и окончательный чертеж. В противном случае, при переходе от одного материала к другому, легко потерять найденные в эскизе соотношения.

Практикуется и другой прием: изготавливают выкройки всех проекций предмета, а затем komponуют их, перемещая по плоскости листа.

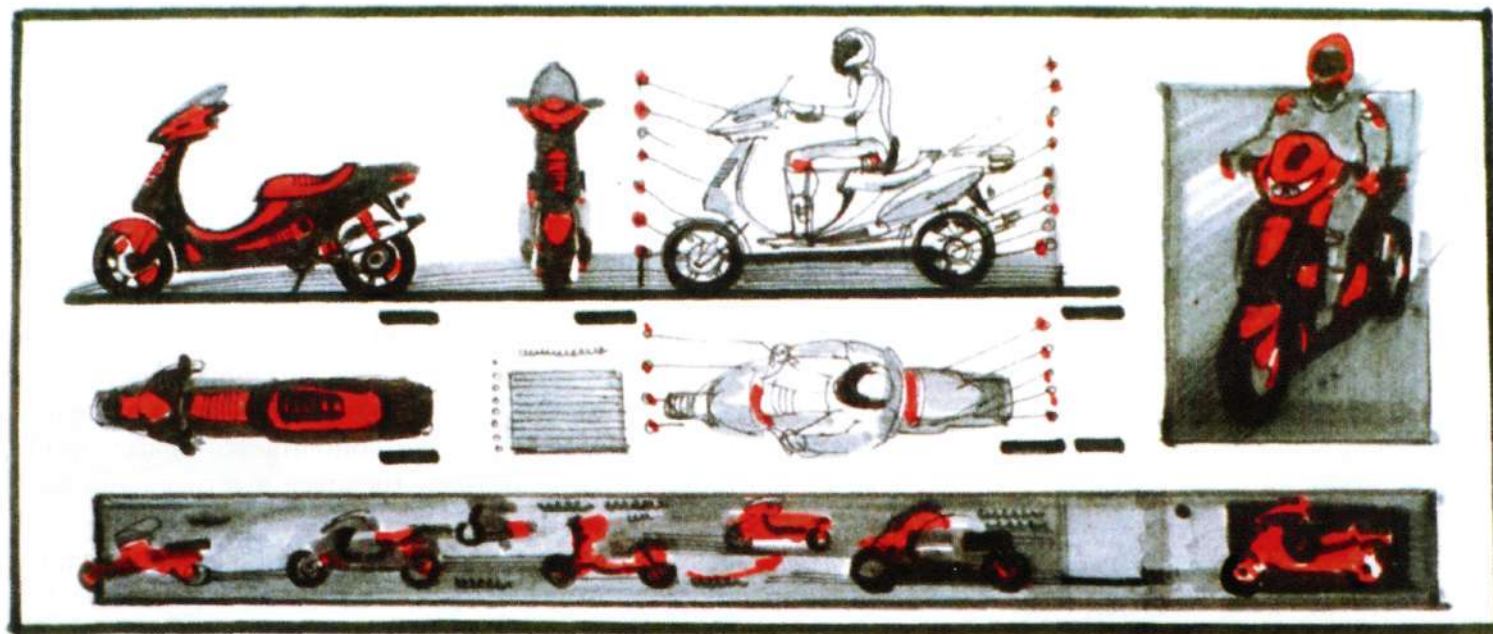


Рис. 10.16. Эскиз подачи проекта



Только после того как найдено удовлетворительное решение, переходят на чистовой лист (рис. 10.17).

Есть немало отшлифованных практикой композиционных приемов решения задач графического моделирования. Например, если нужно сформировать смысловой и изобразительный центр, применяются:

- расположение главного элемента в центре или близко к нему;
- изображение главного в крупном масштабе;
- размещение основного изображения на переднем плане (при многоплановой композиции);
- контрастное решение линейных и плоскостных тональных отношений элемента и фона;
  - световой контраст для главного элемента;
- условность и мягкость (размытость) в изображении второстепенных и вспомогательных элементов;
- линейное построение изображения, ведущее зрителя к центру композиции.

При отработке формы объекта очень важно правильно выбрать ракурс, учитывая композицию всех изображений. Желательно выбирать ракурс, характерный для объектов данного вида, и к нему привязывать пространство, масштабные построения, перспективу и т.д.

Не менее важным в проектной графике является изображение среды. Включение ее элементов связано прежде всего с масштабностью объекта и характером взаимосвязей его со средой. Для выявления масштаба изображение дополняется элементами среды, хорошо знакомыми зрителю (человек, растительность, архитектурные сооружения и т.п.).

Современные исследования о визуальном восприятии считают, что основой композиционной завершенности является зрительное равновесие. Оно может быть основано на симметрии только в том случае, когда на листе одна, притом симметричная проекция (или несколько - одна под другой). Обычно же на листе несколько, причем несимметричных проекций, поэтому задача состоит в достижении зрительного равновесия всех компонентов



Рис. 10.17. Чистовые варианты подачи проекта



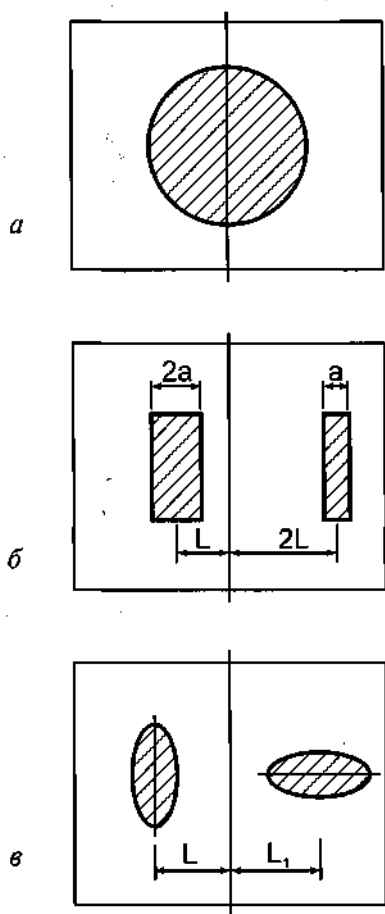


Рис. 10.18. Компоновка листа  
(равновесие картины):

*а* - при одной симметричной фигуре;

*б* - зависимость от величины;

*в* - зависимость от направления ( $L < L_1$ )

чертежа. Подобно физическому телу, совокупность изображений обладает центром тяжести. Но физическое равновесие не всегда аналогично зрительному. Интуитивное чувство равновесия, которым обладает человеческий глаз, как при сложной модели, так и при элементарном геометрическом теле, опирается на вес, месторасположение и направление каждого из составляющих элементов.

Чем больше удалено тело от центральной оси симметрии, тем оно зрительно весомее (рис. 10.18).

Понятие веса обуславливается, прежде всего, самим размером элемента или детали композиции. Вес может быть изменен тоном: на светлом фоне темная масса кажется тяжелой. В то же самое время насыщенные тона тяжелее, чем ненасыщенные. Имеет значение и место данного цвета в спектре: красные цвета, например, тяжелее голубых.

На вес влияет и конфигурация пятна: построенное на вертикалях оно кажется (при той же площади) тяжелее, чем на наклонных линиях. Небезразлично - внизу или вверху картины находится геометрическое тело. Для уравнивания верха и низа композиции требуется избыточный вес нижней ее части. Замечено, что и при делении вертикальной линии пополам «на глаз» человек делает нижний отрезок несколько длиннее, чем верхний.

Для восприятия небезразличны правая и левая стороны композиции. Установлено, что человек прочитывает изображение (по аналогии с буквенным текстом) начиная с левой стороны и останавливает свое внимание на правой. Поэтому левая сторона изобразительной плоскости неравнозначна правой и требует избыточного веса по отношению к ней.

Изобразительный элемент может испытать тяготение в определенном направлении и при незначительном отклонении его контура от вертикали или горизонтали. В этой ситуации создается некоторое «силовое поле», в котором неопределенное, неотчетливое направление испытывает притяжение к определенному, доминирующему. Такие симметричные фигуры, как ромб или эллипс, имеют совпадающую с их продольной осью направленность. Для них тяготение во взаимно перпендикулярных направлениях

(по длинной и короткой оси) неодинаково. Поэтому при изображении, например, двух эллипсов, у одного из которых продольная ось направлена в сторону центра, а у другого - перпендикулярно этому направлению, для достижения равновесия листа первый эллипс должен быть более удален от центра, чем второй.

Любое изображение соотносится с плоскостью листа, и поэтому окружающее его поле или фон может быть просторным или сжатым, вызывая у зрителя ощущение известного напряжения или, напротив, разряженности. На этом основан ряд рекомендаций, которые следует учитывать при компоновке: абрис изображения должен находиться в соответствии с пропорциями листа, а соотношение между свободным полем бумаги и самим изображением исходить из образной характеристики предмета. Затесненность или свобода расположения материала влияет на восприятие; соотношение свободного поля сверху изображения и снизу также имеет существенное значение, вызывая те или иные ассоциации.

Когда на листе нужно изобразить предмет с характерным, важным для композиции силуэтом, развивающимся по верху, в то время как низ предмета несложен, все изображение выгодно опустить, увеличив, таким образом, фон в верхней части чертежа и соответственно уменьшив внизу. Большое поле над фронтальной проекцией предмета может создать ощущение большего пространства, ощущение многоплановости.

Еще одна закономерность: когда на листе скомпоновано несколько проекций и одна из них, наиболее важная, должна в первую очередь привлечь внимание зрителя, то ее следует окружать большим по величине полем.

Композиция листа имеет свои особенности, когда в объекте присутствуют элементы динамики. Чаще всего это имеет место при работе над движущимися объектами, в основном средствами транспорта. Строение их всегда характерно неравнозначностью сторон, одна из которых открывает движение, в то время как другая замыкает его. Естественно, что принцип композиции листа, а потому и размещение на нем проекций предмета связаны с такими особенностями строения. На стороне, куда направлено движение, всегда есть потребность в некотором увеличении фона.

После того как поиски композиции листов завершены, начинается стадия окончательного их исполнения. Вне зависимости от того, какой именно графический прием будет избран, контуры чертежа переносятся на чистовой лист. Обычно линии построения наносятся более жестким карандашом, а уже потом по ним более мягким карандашом выполняется весь чертеж. Иногда он так и остается в карандаше, иногда же обводится разведенной тушью - в зависимости от конечной формы подачи.

## **Список использованной и рекомендуемой литературы**

1. **Методика художественного конструирования.** - М.: ВНИИТЭ, 1983.- 166 с.
2. **Холмянский Л.М.** Макетирование и графика в художественном конструировании.- М.: Изд-во МАрхИ, 1978.
3. **Художественное конструирование.** Проектирование и моделирование промышленных изделий: Учеб.для студентов художественно-промышл. вузов/Быков З.Н., Крюков Г.В., Минервин Г.Б.и др.; Под ред.З.Н.Быкова, Г.Б.Минервина.- М.: Высш.шк., 1986.- 239 с.
4. **СХКД 1.02-73 ВНИИТЭ.** Виды и комплектность художественно-конструкторских документов.
5. **СХКД 2.02-73 ВНИИТЭ.** Требования к графическим материалам художественно-конструкторского проекта (инструкции).

# **ГЛАВА 11**

## **Макетирование в промышленном дизайне**

«Я услышал и забыл, я увидел и  
запомнил, я сделал и понял».

Английская пословица



**Макетирование** - проектно-исследовательское моделирование, направленное на получение наглядной информации о свойствах проектируемого изделия в форме объемного изображения. **Макет**, объемное изображение, дает сведения о пространственной структуре, размерах, пропорциях, пластике (топологии) поверхностей, цветофактурном решении и других особенностях изделия.

Макеты способствуют сокращению числа чертежей, а роль их на различных этапах проектирования неодинакова и в соответствии с этим определяются технология изготовления и материал. Поисковых макетов может быть до двух-трех десятков, и они могут отличаться материалом, масштабом и глубиной проработки темы, мерой детализации композиции объекта; демонстрационный же - один (но иногда выполняется и дополнительный: моделирующий важный фрагмент в укрупненном масштабе). Присутствуя к исполнению окончательного демонстрационного макета, дизайнер уже располагает полным комплектом необходимых чертежей, в которых решены все конструктивные и пластические характеристики формы.

В процессе работы дизайнеру неминуемо приходится принимать важное и мотивированное решение относительно масштаба выполняемых макетов. При этом принимаются во внимание:

- типология объектов разработки;
- этап проектирования, его рабочие задачи;
- материал, технология изготовления и реальная трудоемкость макета;
- его конструктивная сложность, допустимая и необходимая степень детализации;
- имеющаяся производственная площадь для сборки, вопросы транспортировки и длительного хранения;
- сложившиеся традиции, личный опыт и творческие предпочтения автора-исполнителя;



- существующие методические рекомендации и действующие нормы.

Таким образом, аналитическому учету подлежит многое, и выбор оптимального масштаба - всегда момент творческий.

Масштабом называют отношение размеров макета к размерам реального изделия. Нормаль ВНИИТЭ предлагает выбирать это отношение из следующего ряда:

- с целью уменьшения - 1:2,5; 1:5; 1:10; 1:25; 1:50; 1:100;
- натуральная величина - 1:1;
- и с целью увеличения - 2,5:1; 5:1; 10:1.

При этом не рекомендуется - 1:2 и 2:1, т.к. они самые дезориентирующие и воспринимаются как натуральная величина, создают ложное впечатление о размерах изделия. Мелкий масштаб: 1:100; 1:200; 1:500 и 1:1000 - применим в архитектурно-планировочном моделировании, он требует значительной обобщенности

форм предметов, им можно оперировать там, где детали неясны и даются намеком. Во многих случаях оптимален масштаб 1:5.

Из одних материалов (например, пластика, гипса, дерева) можно изготовить макет промышленного изделия практически любого размера, но в отличие от пластика - из бумаги можно изготовить его лишь того размера, который позволяет свойствам бумажного листа напоминать свойства металлического.

В натуральную величину (1:1) моделируются мелкие, малогабаритные предметы, которыми манипулирует человек - инструмент, посуда и т.п.

В качестве указателя масштаба нередко используют фигуру человека (рис. 11.1).



Рис. 11.1. Макет грузового вертолета

## 11.1. Функции макетов

В дизайн-процессе практически реализуется комплекс рабочих функций макетов. Даже далеко не полный перечень их впечатляет, указывая на универсальную, многоплановую и весьма существенную роль объемных моделей в проектировании. Это, в частности, функции: экспериментально-исследовательская, аналитическая и корректирующая, учебно-познавательная и коммуникативная, презентативная (выставочная) и др. В их числе называют также модельно-изобразительную, конструктивную и художественно-выразительную (идейно-художественную), культурную, доводочную и демонстрационную.

**Проектные функции** макетов связаны со становлением и реализацией замысла, трансформацией, детализацией и обоснованием дизайнерских решений, с конструктивным переформированием объекта и приведением его в соответствие с идеалом формы, с выбранной системой мышления.

Их **исследовательская функция** проявляется в экспериментальном вариантном проектном поиске, апробировании разных направлений преобразования объекта, различного композиционного соотношения и пластического решения его частей и элементов, попытках реализации ряда рациональных принципов (унификации, агрегатирования, модульно-комбинаторного формообразования и др.). Тем самым создается база для анализа, сравнительной оценки, выводов и корректировок, уточнения стратегии и тактики проектирования. При этом именно макет является средством, которое позволяет осуществлять проектные действия и в то же время исследовать их результаты - устанавливать осуществимость идей и предположений, определять совместимость различных требований. Он указывает на необходимые изменения в намечаемом решении и дает возможность свести к минимуму ошибки, в чем проявляется его **корректирующая функция**.

Как техническое средство макет позволяет решать многие конструктивно-технологические и функциональные задачи - облегчает выбор необходимых материалов, может воспроизводить

рациональную компоновку и последовательность сборки или рабочие трансформации объекта, характер его использования потребителем и потенциальные модификации. Утилитарное назначение макетов может проявляться и как функционально-модельное, что относится к тем из них, которые предназначены для эргономического анализа («посадочным»), аэродинамических и гидродинамических исследований.

Главное назначение поисковых макетов - нести в себе новое знание, способствовать рождению новых, оригинальных идей. Речь, следовательно, идет об **эвристической функции**, в основе которой - традиционное наличие обратной связи между мысленными и наглядными, иконическими образами. Эту важнейшую продуктивную функцию макетов связывают с их способностью стимулировать процесс творчества дизайнера, побуждать к изобретательству, умению преодолевать традиционные подходы к решению проектных задач.

С эвристической функцией стыкуется **прогностическая** - как продуцирование в структуре проектного решения элемента новизны, перспективно ориентированного на определенный временной период. Под «прогнозом» обычно имеют в виду вероятностные утверждения о будущем с относительно высокой степенью достоверности. В дизайн-процессе прогнозирование направлено на то, чтобы очертить идеал и определить направление движения к нему; базируется оно на предварительном анализе сложившихся тенденций технического развития и художественно-композиционного формообразования объекта, а принимать может различные формы, включая макетную. В итоге каждый макет содержательно ориентирован в будущее (перспективен, футурологичен), в той или иной мере соответствует идеалу и обладает большим или меньшим прогностическим потенциалом.

Ориентирующий идеал формируется в дизайн-процессе при участии художественно-образного компонента профессионального мышления и под влиянием художественно-культурных образцов. Немалую роль при этом может играть и творческая индивидуальность автора, его стилистический почерк. Как носители эстетического идеала проектные модели (графические или объемные)

- художественные, включенные в контекст культуры. Иначе говоря, **художественно-идеологическая функция** также характерна для них, если они создаются дизайнером. Художественные модели и есть тот материал, которым имеет дело дизайнер в процессе своей деятельности, они позволяют ему выявить идею проекта, то идеальное содержание, которое посредством деятельности проектирования вносится в предметную реальность. Через характеристики макета дизайнер выражает свое отношение к культуре, художественным традициям и новациям, к потенциальному потребителю дизайн-продукта. Изготавливая объемные модели различного назначения, дизайнер моделирует мышление и действия специалистов и потребителей, а при разработке сложных системно-средовых объектов - диалог оператора и среды.

Так макеты становятся инструментом **психологического моделирования**, в чем можно усмотреть еще одно их немаловажное назначение. В них характеристики объекта разработки находят материальное воплощение, диктуемое характером авторского замысла.

Как пособия по макетированию могут рассматриваться работы, посвященные смежным вопросам. В частности, это работы, выполняемые студентами в рамках курса «Скульптура и пластическое моделирование», основной целью которого является приобретение умения работать в различных пластических материалах с учетом их специфики для создания пространственных композиций различной степени сложности.

Один из примеров заданий по пластическому моделированию - разработка оригинальной конструкции (каркаса) фигуры с применением многообразия способов и форм моделирования фигур (детали из листового материала, стержни, трубки и т.д.) и облицовка фигуры способом и приемами, разработанными авторами (рис. 11.2).

Средства пластического моделирования (аналогичные скульптурным) позволяют определить общий характер объема, моделировать поверхность, ее фактуру, некоторые природные свойства конструкционного материала и технологические особенности объекта, определяемые возможностями процессов его

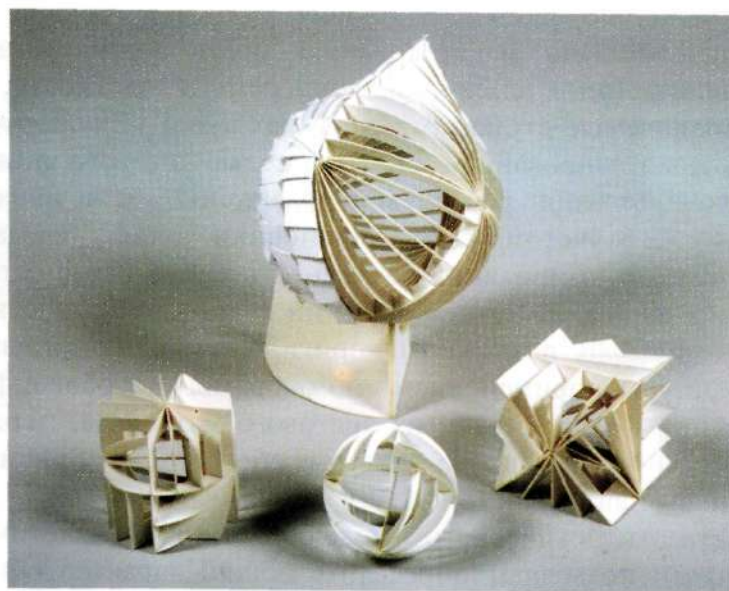
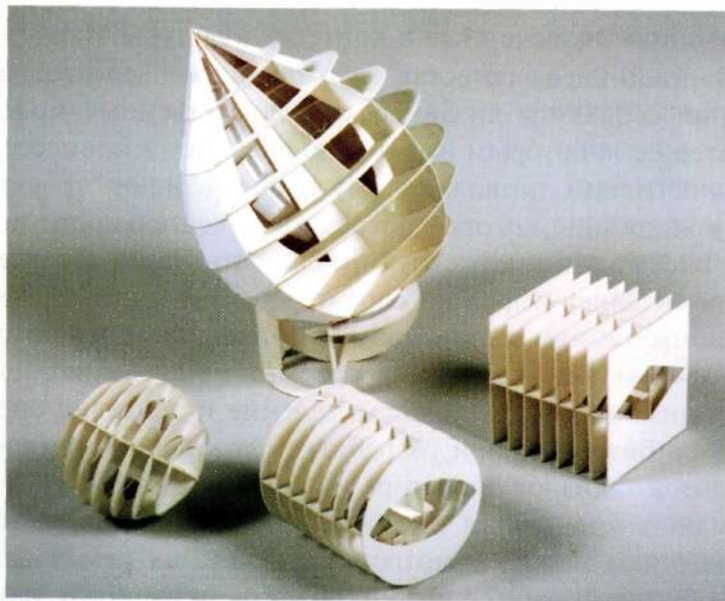


Рис. 77.2 Примеры работ  
по пластическому моделированию

изготовления и отделки. В композиционном макетировании воспроизводятся, прежде всего, планировка и объемно-пространственная структура объекта, его тектоника, ритмический и пластический строй, пропорции основных частей, доминанты. При исполнении далее макетом **доводочной функции** он обогащается деталями, уточняются пропорции частей и элементов, их образно-пластический характер, цветографика, текстура и гармоничные пластические переходы поверхностей, определяются точные пространственно-размерные характеристики объекта и его компонентов. При необходимости разрабатываются чертежи поверхности изделия, необходимые для рабочего проектирования, - с модели снимают шаблоны, которые ложатся в основу теоретической разработки (геометрической систематизации) сложных формообразующих поверхностей.

Организационно-методически всегда необходимо фиксировать, закреплять промежуточные и конечные результаты процесса проектирования^ также транслировать их во времени и пространстве, передавать заказчику, производству. С этой задачей успешно справляются макеты, сокращающие графическую документацию и улучшающие взаимопонимание между проектировщиками и заказчиками. При этом реализуются их **репродуктивная** и **коммуникативная функции, демонстрационная (выставочная) или презентативная** (проявляется в специфических постпроектных условиях, например, в выставочных экспозициях, при съемке видеоклипов или в обстановке публичной защиты студентом дипломной работы). Не только проектные, но и специально изготовленные для этих целей макеты могут использоваться в качестве рекламного материала или наглядных учебных пособий. Их выставочные функции иногда связаны с замещением реальных вещей в тех случаях, когда сами они не могут быть представлены по каким-либо причинам: из-за больших размеров, необходимости показа в определенном ракурсе или разрезе.

Наконец, **учебная функция** макетов может иметь разноплановое конкретное проявление. Прежде всего отметим, что включенные в академический дизайн-процесс, они призваны научить мыслить и проектировать в трехмерном пространстве, развивать

воображение и чувство геометрической, пластической и пропорционально-ритмической гармонии. Во-вторых, их функции здесь связаны с обучением мастерству (конструированию, выбору материалов, технике работы). Кроме того, здесь можно иметь в виду специальные объемные наглядные пособия, применяемые для обучения эксплуатационного персонала или разъяснения устройства, структурных особенностей и принципа действия различных объектов.

## 11.2. Типология

Проектные макеты различают по назначению (в связи с задачами этапа работы), масштабу, материалу, технологии, структурной сложности, мере условности и детализации, степени завершенности, цветографическим особенностям, трудоемкости, прочности, долговечности и качеству исполнения. Внутреннее устройство объекта разработки они обычно не моделируют.

Жесткой системы связей между видами, классами и типами макетов нет, поскольку в зависимости от складывающейся проектной ситуации один и тот же макет можно классифицировать по-разному. Исследователи проектной методики выделяют, во-первых, два вида макетов - **черновые** и **чистовые** или **рабочие** и **выставочные**. Черновые (рабочие) макеты - называют также **предварительными**. Во-вторых, в зависимости от выполняемых функций они классифицируются на **поисковые**, **доводочные** и **демонстрационные**, причем первые и вторые рассматриваются как разновидности черновых, а термины «чистовой», «выставочный» и «демонстрационный» - синонимы. Поисковые макеты иногда называют **проективными**, а доводочные - **коррективными** или **проверочными**.

На начальной стадии эскизирования макет предназначен для «внутренних» целей, т.е. для самих проектировщиков, поэтому не обязательно он должен обладать внешней привлекательностью, полной детализацией и завершенностью. Здесь необходимо и достаточно часто оказывается обобщенная трактовка формы



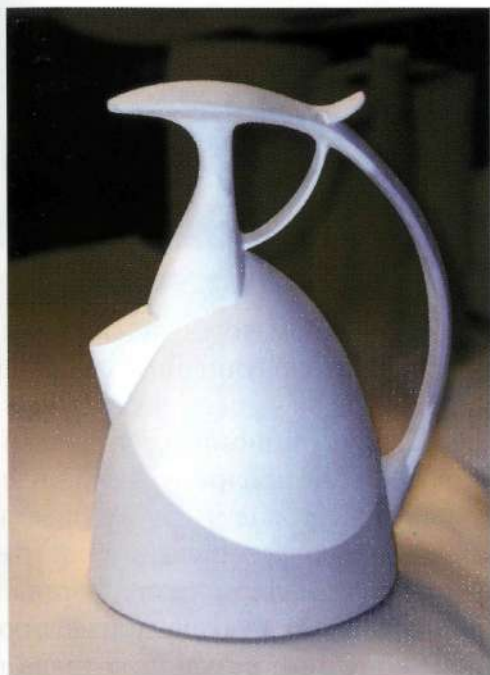
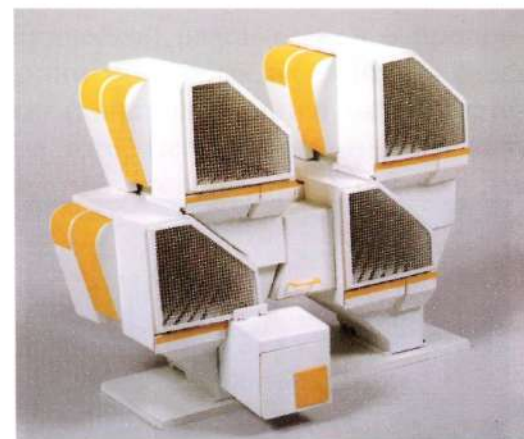
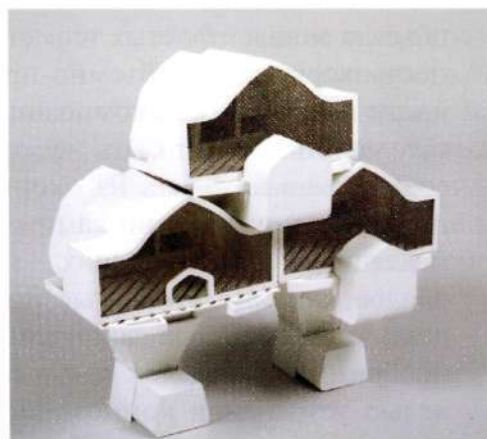


Рис. 11.3. Поисковый макет

объекта в виде простых геометрических тел, что обеспечивает ясность восприятия объемно-пространственной структуры, достоинств и недостатков композиционного замысла. При этом черновых макетов может быть несколько и первоначальный может абсолютно не походить на окончательный. Поисковые макеты выполняются оперативно самим дизайнером (без участия мастера-макетчика) из простейших - мягких, легко деформируемых материалов, как самые простые по исполнению. Они могут обладать различной степенью законченности, допускают возможность разнообразных переделок как в целом, так и в отдельных деталях с целью устранения композиционных, конструктивных, технологических и других ошибок. В их задачу входит предварительное определение диапазона вероятных решений и обобщенная проработка их, выявление основных альтернатив и оптимального направления поиска. Из приводимых в методической литературе по дизайну определений наиболее кратким, емким и точным является следующее: **поисковый макет** (рис. 11.3) - однородное по материалу и цвету объемное изображение, обладающее максимальными обобщенностью и выразительностью при минимальном использовании изобразительных средств, выполненное в короткий срок с возможно меньшими затратами труда. Нормалью ВНИИТЭ допускается использовать поисковую модель эскизной стадии для доведения до уровня, отвечающего требованиям технической стадии и отработкой элементов, цвета, фактуры и графики.

С помощью **доводочного макета** отрабатывается оптимальный вариант решения из числа полученных в процессе поиска и определяются окончательные характеристики создаваемого изделия, его композиционного решения. Эта процедура используется не только для уточнения внешнего вида, но и для разработки чертежей деталей и узлов технологической оснастки; распространенный вид доводки - геометрическая систематизация поверхности изделия с учетом условий зрительного восприятия и с целью обеспечения технологичности формообразующих элементов. Процесс доводки - система последовательных действий: от макета - к чертежу и от чертежа - к макету. Если специфика объекта разработки или условий труда привела к тому, что решение разраба-





а



б

Рис. 11.4. Демонстрационные макеты:  
а - мини-фермы для кроликов;  
б - сервировочный столик

тивалось в основном графическим способом, то после завершения проектных работ выполняется макет, получивший название проверочного.

**Демонстрационные** (чистовые, экспозиционные, выставочные) **макеты** (рис. 11.4) дают полное и законченное представление об эстетическом (художественном) уровне дизайн-объекта, исчерпывающую информацию о его структуре, объемно-пространственном решении и цветофактурных характеристиках формы.

В основных деталях они соответствуют будущему изделию, характеризуют промежуточные или конечные результаты труда и в крупных проектных организациях изготавливаются под руководством дизайнера специалистами-модельщиками.

В демонстрационных макетах фиксируется в твердом материале (оргстекле, полистироле, гипсе, металле, дереве) решение, найденное накануне в мягком, податливом материале при поиске и доводке его. Демонстрационный макет должен быть достаточно прочным и транспортабельным, он не подлежит переделке и означает момент, когда проектирование завершено; хранится или передается производству он в качестве **эталона внешнего вида** будущего промышленного изделия.

Специфической разновидностью демонстрационных являются **действующие макеты** в натуральную величину, отражающие реальные свойства промышленного образца, или **макетные образ-**



а



б

в

Рис. 11.5. Трансформируемые макеты:  
а - мотоцикл;  
б - инвалидное кресло;  
в - выставка автомобильных аудио систем

цы, называемые также **опытными образцами**, имитирующими серийное промышленное изделие. Их дорогостоящее производственное изготовление оказывается целесообразным, если речь идет о принципиально новых, перспективных изделиях значительной технической сложности, подлежащих всесторонним испытаниям. Изготовление опытного образца технически простого изделия в материале возможно и в условиях учебного дизайн-процесса - например для демонстрации и оценки в действии создаваемых канцелярских емкостей, столовых приборов, туристского снаряжения, спецодежды, светильников, мебели и др.

Эффективны **трансформируемые демонстрационные макеты** (рис. 11.5) (выполняемые, как правило, в масштабе уменьшения)

и среди них, в частности, **кинематические и модульно-комбинаторные**. В них структурные элементы могут менять свое взаиморасположение и сочетаться по-разному, наглядно демонстрируя тем самым важные утилитарные особенности моделируемого объекта. Так представляют, например, агрегатные структуры или имеющие откидные, поворотные, скользящие, выдвижные, телескопические и съемные конструктивные элементы. Модульно-комбинаторные макеты допускают программируемую (т.е. целенаправленную и ограниченную определенными пределами) пространственную перекомпоновку структурных элементов с исследовательской и утилитарно - функциональной целью.

Особую классификационную группу представляют собой **исследовательские, экспериментальные макеты**, специально предназначенные для испытаний аэродинамических, гидродинамических, прочностных или для эргономических анализов.

Соблюдая условия подобия, модели для аэродинамического исследования изготавливают из пластмассы или дерева пустотелыми, как можно более легкими, тщательно полируют и лакируют, затем в аэродинамической трубе фотографируют картину обтекания их воздушным потоком. Практикуется и макетирование в уменьшенном масштабе крупных гидроэнергетических сооружений, позволяющее воспроизводить обтекание их важнейших узлов, агрегатов водными потоками. В судостроении на моделях изучают ходовые качества, условия спуска судов, гидродинамические характеристики их корпуса, движителей и рулей.

Экспериментально-исследовательскими по сути являются и выполняемые в натуральную величину посадочные макеты, которые относят к доводочным и иногда совмещают с демонстрационными. Выполняются они как модели интерьера (салона, кабины) транспортных средств в виде деревянных каркасов с частичной обшивкой листовым материалом, с поверхностью пола, с дверными и оконными проемами, входными ступенями, поручнями, сиденьями и органами управления. Практически макеты любых иных промышленных изделий, если они достаточно прочны и выполнены в натуральную величину могут играть роль посадочных. Они позволяют проводить эргономические исследования и



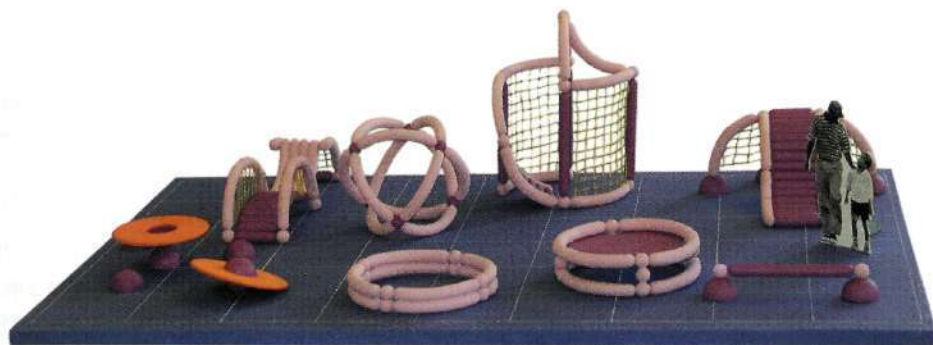


Рис. 11.6. Макет детской игровой площадки



Рис. 11.7. Макет комплекта мебели для студенческого общежития

задают определенные формы поведения потребителя; кроме того, в эргономике успешно используют и весьма условные универсальные модели-конструкторы, не претендующие на внешнее сходство с исследуемыми объектами.

Воспроизводятся объемно-пространственно интерьеры и в уменьшенном масштабе, но с иными целями. Это - самостоятельное направление работ, сложившееся как планировочное и компоновочное в русле архитектурного проектирования при разработке зданий, сооружений и застройке территорий.

**Планировочные макеты**, используемые при создании комплексных объектов, сооружаются с целью определить и показать рациональное размещение компонентов на определенной площади (рис. 11.6, 11.7). Они могут быть как поисковыми, так и демонстрационными. Моделируются при этом: интерьер и оборудование (жилых, общественных и производственных помещений); детская площадка, луна-парк или выставочный комплекс; жилой квартал, микрорайон или поселок; пригородная зона отдыха; историко-культурный заповедник; музейная экспозиция и др. При разработке территорий (генпланов) применяются масштабы уменьшения (1:100, 1:200, 1:500 и 1:1000) и решается задача размещения объемов в открытом пространстве с учетом (и показом) на макете рельефа местности. Параллельно или изначально на подмакетник наносят исходные дета-

ли, не подлежащие изменению - строения, мосты, основные дороги и водоемы, его снабжают также табличкой с указанием названия объекта, масштаба его воспроизведения и сторон света.

**Макеты интерьеров** имеют свою специфику. Они выполняются в масштабах от 1:10 до 1:50; стены помещений либо отсутствуют, либо ограничены двумя-тремя; форма предметов, наполняющих пространство, моделируется условно - из пенопласта очень схематично вырезается мебель, станки и др. В учебных условиях макеты из бумаги вполне удовлетворяют требованиям методики проектирования. Для выставок они нередко выполняются в твердом материале (оргстекло, пластмасса) с последующей окраской их структурных элементов. Планировке оборудования помещений обычно предшествует вспомогательное эскизно-графическое моделирование комплексной проектной ситуации.

В табл. 11.1 представлена типология современных дизайнерских макетов.

Наша классификация была бы неполной без характеристики **«мастер-моделей»**. Согласно нормам ВНИИТЭ, таковой называется контрольный эталон, точная копия наружной или внутренней поверхности объекта (сложной, криволинейной); она выполняется в натуральную величину на стадии технического проекта при подготовке производства с использованием копировально-фрезерных станков; предназначается для изготовления опытных образцов, пресс-форм и штампов. Мастер-модель служит дополнением к рабочему проекту, изготавливается разборной (состоящей из блоков) по чертежам (или по скульптурной модели) из дерева твердой породы, пластмассы или легкого металла. Она также используется в качестве болванки при формовании из стеклопластика или выколачивании из листового металла формообразующих панелей опытного образца промышленного изделия.

Известна и несколько иная трактовка смыслового значения этого профессионального термина: при проектировании инструмента делают мастер-модели, где в точности воспроизводится распределение веса изделия и расположение его центра тяжести. Заметим, что то же практикуется и при создании манекенов, применяемых при испытаниях новой техники в экстремальных условиях.

**Таблица 11.1**  
**Классификация художественно-проектных макетов**  
**по структурно-технологическим показателям и материалу**

| Род макетов<br>(структурно-тектонический)                                                                                         | Подвид макетов<br>(технологический)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Цельно-формованные</b><br>(пустотелые, сводчатые)                                                                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Выколотка</b> из листового металла (медь, алюминий).</li> <li>2. <b>Гипсовые</b> армированные (литье, набрызг, вращение формы, мешковина)</li> <li>3. <b>Вакуум-формовка</b> листового термопласта (полистирол, оргстекло)</li> <li>4. <b>Стеклопластик</b> (стеклоткань по «мастер-модели», смола, отвердитель) и стоматологическая пластмасса.</li> <li>5. <b>Папье-маше</b> (бумага многослойная по формовочной модели, клей)</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Монолитные и блочные</b><br>(в массиве однородного материала)                                                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Литые, формованные</b> (гипс, алюминий, бронза, воск)</li> <li>2. <b>Скульптурные</b>, в мягком материале (глина, пластилин, воск)</li> <li>3. <b>Продукт механообработки:</b> столярной, токарной, слесарной и др. (дерево, сырой гипс, алюминий, латунь, блочный полистирол и оргстекло, пенопласт)</li> <li>4. <b>Изготовленные по шаблонам:</b> протянутые или выкрученные (гипс, глина)</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Сборные панельные</b><br>(и каркасно-панельные) с опорно-несущими вертикальными элементами                                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Столярного</b> изготовления (огралит, фанера, пиломатериалы)</li> <li>2. <b>Гипсо-панельные</b>, «смороженные» из плоских формообразующих деталей</li> <li>3. <b>Бумажно-картонные</b>, раскроенные и склеенные (клей ПВА, «МОМЕНТ»)</li> <li>4. <b>Пластмассовые</b> из плоских и однонаправленно гнутых элементов (полистирол, оргстекло, каматекс)</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Комплексные</b><br>по структуре и технологии,<br>разнородные по материалам<br>(и пространственно развитые,<br>многоэлементные) | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Эталоны внешнего вида</b> в реальных и имитирующих материалах (металл, пластмасса, эмали, гальванопокрытия, древесный шпон, самоклеющиеся пленки)</li> <li>2. Макеты <b>«вскрытая структура»</b> с имитацией реальных материалов и стандартных деталей.</li> <li>3. Макеты <b>средовых и комплексных объектов</b>, монтируемые на единой несущей основе (подмакетнике): музеев, выставок, парков, территорий (пенопласт; поролон, стекло, стружка, опилки, губка и т.д. и т.п.)</li> <li>4. Крупные (М 1:1), <b>эскизные посадочные макеты</b>, собранные из бросовых, утильных материалов и подручных средств.</li> <li>5. Макеты <b>поверхностей натяжения</b> и легких пространственных вантово-стержневых, «парусных» конструкций из тканевых, нитяных, трикотажных и рулонно-пленочных материалов</li> </ol> |

Своеобразными классификационными разновидностями являются также следующие:

- макеты типа «вскрытая структура», которые могут быть проектными или создаваться в учебно-познавательных целях как наглядное пособие;
- макеты из тканевых и рулонно-пленочных материалов с элементами вантово-стержневых конструкций, моделирующие пространственно развитые и пластически выразительные формы поверхностным натяжением, растяжками. Это сравнительно ново и требует творческого, изобретательского подхода исполнителей, позволяет получать оригинальные решения и открывает новые горизонты для объёмно-пространственного мышления дизайнеров.

### **11.3. Материалы и инструмент, необходимый для работы с ними**

Для макетных работ практически используются любые конструкционные, отделочные и вспомогательные материалы: мягкие (глина, пластилин, воск, ткани), твердеющие (гипс, компоненты стеклопластика, стоматологическая пластмасса, папье-маше) и твердые (листовая и блочная пластмасса, дерево, металл, картон, оргалит и др.) (табл. 11.2). К отделочным относятся различные лакокрасочные и гальванические покрытия, древесный шпон и материалы на мягкой основе, самоклеящиеся. К вспомогательным: вода (для затвердения гипса), различные разбавители, грунтовки и шпатлевки, разнообразие клеев и крепежные детали - проволока, шурупы, гвозди и т.п.

Выше приведены основные макетные материалы - конструкционные и наиболее употребительные. Далее назовем - **дополнительные, вспомогательные и отделочные**. Среди них достойны упоминания следующие:

- Некоторые важные детали в демонстрационных макетах могут моделироваться на основе гальванотехники (гальванопластики), т.е. нанесения электрохимическим способом тонкого слоя

металла по графитному порошку на поверхности мастер-модели гипсовой или пластилиновой.

- Среди нетрадиционных макетных материалов: листовая резина разной толщины, капроновая и иные трикотажные и текстильные ткани, разнообразные сетки и решетки, нитки и капроновая леска, разнотолщинные трубки и проволока.

- Студенты применяют в курсовых работах, при натурном моделировании, выполняемом весьма оперативно из подручных средств, утильные материалы (рейки, картон, бечевки и пр.).

Значительным разнообразием материалов (включая бросовые, случайные) отличаются современные архитектурные макеты планировки территорий кварталов, микрорайонов и поселков. Здесь водоемы имитируются фольгой, стеклом, черной бумагой; травяные газоны - нанесенными на слой клея и подкрашенными опилками, крупной наждачной бумагой; деревья - кусочками

Таблица 11.2  
Макетные материалы

| Материал                                  | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                         | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Глина                                     | Природный пластичный, податливый и самый дешевый материал много-разового использования, применим в скульптурно-модельных работах эскиз-ного, проектно-поискового характера. Легко формуется руками и специаль-ным инструментом (стеки и др.), позволяет искать и находить выразительные средства, сложные пластические решения. Оперативно срезается или наращи-вается - глиняные фрагменты, компоненты композиции соединяются за счет естественной липкости самой глины, без применения клея. Способна длитель-ное время не высыхать, давать незначительную усадку при потере влаги. Эти свойства обеспечиваются также добавлением для повышения пластичности и водоудерживающей способности несохнущих растительных масел (хлопково-го, касторового). От преждевременного высыхания укрывают глину мокрой тканью и полиэтиленовой пленкой, засохшую - размачивают водой и разми-нают; посредством процеживания через сито освобождаются от лишнего пес-ка, повышают ее качество. Лучшими считаются серо-зеленые, серо-желтые и серо-белые глины, обладающие высокой пластичностью. Известны, например, Пулковская глина (под Санкт-Петербургом) и Гжельская - под Москвой. |
| Пластилин<br>(иное название<br>- «эглин») | Приготавливается из глины с добавлением воска, животного сала, вазелина и других веществ, препятствующих высыханию, что позволяет продолжать ра-ботать с ним через любой промежуток времени; окрашивается в разные цве-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



Продолжение табл. 11.2

| 1                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | <p>та и, в отличие от глины, приобретает разную степень мягкости, пластичности в зависимости от температуры. Удобен в работе, не требует при этом больших усилий и хорошо сохраняет форму, не дает трещин. Но поскольку он тверже глины - перед лепкой его надо хорошо размять в руках или разогреть с поверхности электрорефлектором. Инструмент для работы с пластилином тот же, что и для работы с глиной, но иногда практикуют его легкий нагрев. На макетах из этого материала успешно ведется поиск выразительных, острохарактерных формально-пластических решений и с большой степенью достоверности имитируются технолого-формообразующие признаки лития и штамповки. Расход материала примерно следующий: для изготовления модели автомобиля в масштабе 1:5 требуется 30-50 кг пластилина. Материал этот дороже глины, но также многоразового использования.</p> <p>В «чистовых» демонстрационных макетах он практически не применяется: цвет его и маслянистость поверхности иногда мешают образному раскрытию темы, поэтому чаще пластилиновый макет переводят в гипс.</p>                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Гипс</b>                | <p>Легко обрабатываемый, быстротвердеющий, формоустойчивый и поверхностно окрашиваемый в любой цвет, один из лучших макетных материалов - как в литом состоянии, так и после механической обработки. Незаменим при проектировании рукояток инструмента и во многих иных случаях. Гипс получают в результате термической обработки, обжига и последующего измельчения, тонкого помола природного гипсового камня; различают строительный (серый) и формовочный или медицинский (белый с желтоватым оттенком) гипс, которые отличаются также прочностью на сжатие и скоростью схватывания, затвердения. Для строительного гипса начало схватывания наступает не ранее 6 и не позднее 30 минут (в зависимости от сорта), а для медицинского (марки Г-5 или Г-25 по ГОСТ 125-79) - не ранее 4 и не позднее 10 минут после начала затворения гипса водой; при этом он нагревается и увеличивается в объеме (расширяется) до 1%, что позволяет заполнять им даже мельчайшие углубления в литейной форме.</p> <p>В последние годы широкое применение в проектном макетировании (преимущественно «чистовом») нашли различные виды синтетических материалов, пластмасс - в частности, оргстекло (полиметилметакрилат), листовые полимеры (полистирол, акриловые и АВС-пластики), пенопласт, коматекс, стеклопластик, а также формопласт.</p> |
| <b>Оргстекло</b>           | <p>Прозрачный и водостойкий термопластичный материал с высокими прочностными характеристиками, может быть матовым или цветным. Легко поддается механической обработке (пилится, фрезеруется, сверлится, шлифуется и полируется), склеивается. Гнутые формы получают при разогреве листа оргстекла и применении специальных приспособлений - шаблонов и «пуансонов», а также методом вакуум-формовки на специальных машинах.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Полистирол листовой</b> | <p>Также позволяет получать легкие и прочные (пустотелые) макеты, склеиваемые из плоских пластин и однонаправленно гнутых элементов или более сложных по форме деталей. Материал выпускается разного цвета, а также может поверхностно окрашиваться. Он имеет гладкую полуглянцевую поверхность, непрозрачен и поддается любым видам механической обработки. Тол-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Продолжение табл. 11.2

| 1                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | шина листа - от 0,3 до 3 мм. По другим данным, листы пластмасс (полистирола, оргстекла, винипласта, текстолита) выпускаются толщиной от 0,5 до 70 мм и форматом 650x1050 мм и 100x1500 мм. Коматекс известен толщиной 3, 6, 10 и 20 мм трех-четырёх цветов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Пенопласт</b>       | Недорогой, легкий, достаточно прочный и легко обрабатываемый (ножом, напильником, шкуркой) материал, применяемый в поисковом и демонстрационном макетировании. Склеивается эмульсией ПВА и клеем 88-НП. Тонко нарезанные (электроструной) пластины из него в основном используют в современных архитектурных макетах. Для этой цели и при решении иных задач применяются две марки этого материала: жесткой разновидности - «ПС» (пенополистирол) - белого цвета и «ПХВ» (пенохлорвинил) - желтоватого цвета. Этот полимер выпускают в виде плит размером 600x600x45 мм.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Стеклопластик</b>   | Получают формовкой стеклянной ткани по «мастер-модели» с периодическим нанесением вяжущего вещества (полиэфирной или эпоксидной смолы с отвердителем) и прижимом резиновой подушкой или валиком. Отверждение занимает до 24 часов, после чего возможны любые виды механической обработки и отделки. В качестве мастер-модели используют доводочные макеты любой конфигурации из пластилина, гипса, дерева. Из стеклопластика можно формовать крупные объекты и их детали (кузов, капот автомобиля, корпус лодки в натуральную величину и т.п.).                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Формопласт</b>      | Не является конструкционным материалом макетов, но широко применим при изготовлении литых деталей из гипса. Формы из него (в отличие от гипсовых «кусковых», т.е. разборных) более удобны в работе и выдерживают значительное количество отливок. В составе этого материала - полихлорвиниловая смола (20 %), стеарит кальция (2 %), дибутилфталат (76 %) и касторовое масло - 2 %.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Дерево</b>          | Природный твердый материал, традиционно применяемый в проектном моделировании в качестве конструкционного. Из древесины макеты получают легкие и прочные, долговечные и транспортабельные, включая чистовые, болванки, каркасы, подмакетники и посадочные - из реек, обшитые фанерой.<br>Для разных целей используют древесину твердой породы (дуб, орех, клен), средней твердости (березу, сосну, ель, тополь) и малой твердости: липу, ольху.<br>Для поисковых макетов дерево мало пригодно, т.к. обрабатывается нелегко; чистовые макеты из дерева сохраняются долго, но боятся сырости, повышенной влажности и перепада температуры, что грозит деформацией частей, их короблением и растрескиванием. Поверхность дерева шлифуется, полируется, грунтуется и окрашивается или предстает в естественном неокрашенном виде. |
| <b>Бумага и картон</b> | Макетные конструкционные материалы больших выразительных возможностей, к которым ныне проявляют значительный интерес как профессионалы, так и студенты-дизайнеры. В связи с этим появилась и методическая литература, специально посвященная вопросам применения этих материалов.<br>В инженерной практике достаточно давно бумага применяется как сред-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Окончание табл. 11.2

| 1          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>ство вспомогательного моделирования - с ее помощью определяют варианты рационального раскроя листового металла, ищут развертки, соответствующие идее. Внимание проектировщиков к бумаге объясняется ее доступностью и простотой обработки, значительными имитирующими и конструктивно-технологическими возможностями, достаточной прочностью при соответствующем профилировании и небольших размерах макетов. В них практически применима любая плотная бумага - белая и цветная, тонированная; матовая и глянцевая; одно- и многослойная; чертежная типа «ватман» и белый мелованный картон; фактурированная, текстурированная, гофрированная и иная.</p> <p><b>Бумага</b> обладает богатыми светотеневыми качествами - отражательная способность ее очень высока, она передает светотеневые отношения от контрастных до нюансных, еле уловимых глазом. Но сложные пластические переходы форм, двойную кривизну поверхности с ее помощью трудно передать, применение уместно тогда, когда моделируемый объект имеет плоские, однонаправленно изогнутые или цилиндрические формообразующие поверхности, простые геометрические очертания структурных форм - преимущественно прямоугольных. Чтобы избежать усложненного раскроя листа, макет обычно выполняется составным. Его прочность и жесткость обеспечивается конструкционными свойствами бумаги, ее изгибами в необходимом направлении.</p> <p>Многократные и ритмически упорядоченные, целенаправленные изгибы бумажного листа создают ребристые объемные элементы повышенной пространственной жесткости, не лишенные и орнаментально-декоративных качеств. Проектное макетирование в этом материале позволяет определить общие принципы трансформации плоскости в рельеф и замкнутый объем, т.е. имитировать штамповку со всеми ее техническими особенностями - раскроем, надрезами, сгибами и проверять технологичность формы изделия, образованной гнутыми поверхностями. Это возможно, поскольку между условным и реальным листовым конструкционным материалом в данном случае существует некоторое соответствие, аналогичная способность держать форму. Однако, если работа начинается с бумажного макета, то существует опасность того, что свойства условного макета могут повлиять на пластическую трактовку формы: она, как правило, будет строиться на сочетаниях прямоугольных и цилиндрических объемов, что существенно ограничит композиционную фантазию дизайнера.</p> <p>К сожалению, бумажные макеты недолговечны - со временем они желтеют, сохнут и под воздействием влажности и температуры воздуха могут подвергнуться короблению, а также произвольной пространственной деформации - при неосторожном обращении и транспортировке без надежной упаковки. Их трудно реставрировать, дорабатывать, они не терпят исправления.</p> <p>Наряду с бумагой в макетировании широко применяется <b>картон</b> всех сортов (листовой и рулонный, рыхлый и плотный, тонкий и толстый) который трудно изогнуть из-за его толщины и ломкости, недостаточной пластичности.</p> |
| Папье-маше | <p>Полузабытый, давно известный формовочно-модельный материал, также имеющий в своей основе бумагу, но подвергнутую специальной обработке (см. ниже). Он позволяет даже в домашних условиях получать легкие и прочные объемные элементы небольших размеров, имитировать свойства штампованных и литых деталей.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

поролону, резиновой губки, спиралью проволоки или естественной зеленью - ветками, оленьим мхом, морской травой; кустарник - стружкой, жатой бумагой, спутанной проволокой и т. п.

Искусство демонстрационного макетирования есть искусство имитации, и эффективному отождествлению макета с реальным изделием способствует включение в его структуру изделий заводского изготовления. Например, в условные модели мотоцикла и автомобиля, выполняемые в натуральную величину, включаются настоящие стандартные колеса или в картонный корпус моделируемого дисплея врезается стандартная клавиатура в сборе.

В качестве отделочных в модельном деле применяются гальванические, лакокрасочные и рулонно-пленочные покрытия, древесные шпоны, цветная бумага. Лаки используются масляные, смоляные, спиртовые и нитролаки, разбавители - ацетон, скипидар и др. Эмали - в обычной и аэрозольной упаковке (предпочтительно - быстросохнущие нитроэмали). Для получения матовой поверхности в эмаль добавляют тальк, для улучшения ее декоративных качеств - алюминиевую или бронзовую пудру, для прочного сцепления эмали с поверхностью оргстекла или полистирола - дихлорэтан, для придания фактуры формообразующим поверхностям - песок или опилки. Нашли применение и самоклеющиеся цветные текстурированные и фактурированные пленки, а также различные клеи - столярный, резиновый, казеиновый, синтетическая эмульсия «ПВА», «Момент» и др.

**Выбор материала** - ответственный момент, от этого многое зависит - масштаб макета, его трудоемкость, срок завершения работ и их эффективность. Поисковые этапы работы требуют одних материалов, итоговый этап - других, первоначально они должны помогать вести поиск вариантов, легко сочленять и отделять детали, менять объемно-пространственную структуру. Переход от простого макета к более сложному - смена материала, а это всегда - коррективы направления поиска, поскольку при этом происходит и уточнение проектного замысла. Переход к новому, иному материалу или их комбинации - либо плановый, программируемый заранее организационно-методический ход, либо - тактиче-

кий эвристический прием, направленный на преодоление временной тупиковой проектной ситуации. Использование различных макетных материалов способствует поддержанию остроты восприятия дизайнера, преодолению затруднений в поиске, порождению новых идей.

Критериями выбора обычно становятся - оперативность работы, адекватность выразительных возможностей проектной задачи и доступность материалов, опыт их использования, выработанные навыки, наличие методических пособий, инструментария и рабочих площадей. Решение одной и той же или близких задач возможно и в разных материалах, при этом каждый из них по-своему определяет методику, технику и результаты работы (рис. 11.8).

Помимо материала исполнителю макета потребуется и соответствующий **инструмент**. Его специфику диктует характер применяемого материала. Но есть и универсальный инструмент - масштабные и иные линейки, циркули, лекала, транспортир, угольники, ножницы, струбины и надфили, разноразмерные кисти. Таковым также является клиновидный нож (нож-косяк), изготовленный из полосовой инструментальной стали или тонкой фрезы, двусторонняя заточка, лезвие прямое, ручка из дерева, оргстекла или полистирола.

Работа с **пластилином и глиной** потребует следующего набора скульптурного и модельно-формовочного инструмента. Это - подмакетная плита и поворотный стол (желательно с разметочной плитой, с координатной сеткой), деревянный молоток, металлические линейки, инструменты режущие (ножи, петли, долотца, скаргели), скребковые (иглы-царапки, косарики, правильца, тупилки, цикли и стеки), и заглаживающие (гладилки, лопаточки, шовники), зеркало, рейсмус (инструмент, применяемый для прочерчивания параллельных рисок при разметке для перенесения размеров с масштабной линейки на размечаемую заготовку - состоит из стойки и перемещаемого зажима с чертилкой) и штангенрейсмус; емкости под воду, влажная ткань и полиэтиленовая пленка для укрытия глины от преждевременного высыхания, а для работы с пластилином - средства его поверхностного подогрева (рефлектор и т.п.).



а



б



в

Рис. 11.8. Примеры макетов из различных материалов:

а - бумага;

б - металлическая сетка;

в - лоза;

г - пластик



г

**Гипсомodelьные работы** требуют иного инструмента. Это прежде всего - емкости полиэтиленовые или оцинкованные, гипсовка резиновая (стоматологическая), ложка и лопатки металлические, нож формовочный и скальпель, набор кистей щетинных, ножовка, грубый напильник и крупнозернистая наждачная бумага. Это также ножницы и жесь для изготовления шаблонов, металлическая линейка, рефлектор или иной теплоизлучатель для ускоренной сушки гипсовых отливок, плоскогубцы и проволока для армирующих каркасов, металлические стеки, царапки, дол отца, зубила, молотки, электродрель, рубанок, сито, ведро для отходов, стеклянная или мраморная столешница.

**Обработка дерева** как макетного материала осуществляется посредством набора стандартного столярного инструмента: пил разных (циркульной, лучковой, ножовки, шлицовки, лобзика), рубанков и стамесок, топорика и коловорота, ножей и напильников, струбцин и клееварки, шпателей и циклей и т.д.

**При работе с пенопластом** применяют набор ножей, ножовку и «электроструну» для резки оплавлением, грубые напильники и наждачную бумагу, металлическую линейку и циркуль, тюбик с клеем (ПВА), кисть.

**Детали макетов из оргстекла и листового полистирола** обрабатываются посредством специального ножа - царапки, дрели, тисков и струбцин, напильника и надфилей, наждачной бумаги, металлической линейки и угольника, краскораспылителя.

**Макетируя из бумаги и картона**, используют тяжелую металлическую линейку и угольники, масштабную линейку, разметочный карандаш, ножницы и нож с односторонней заточкой косой (лучше - современный, с обламывающимися модулями), циркуль со специально заточенным круговым резцом, кисти для клея (ПВА, резинового), прессы-грузики, достаточно большую столешницу и удобно расположенный светильник настольный.

## 11.4. Техника макетирования

Под техникой макетирования имеется в виду то, что характеризует его методику и технологию. Это, в частности, информация о природных и технологических свойствах представленных выше материалов, способах их обработки, формообразующих процессах и рабочих процедурах, приемах и методах формования. Это также - сведения об опыте изготовления вспомогательных приспособлений и навыках работы с инструментом, рациональном расходовании материалов и повышении прочности моделей, оптимизации их сборки, окраски и отделки, упаковки и транспортировки. Заметим, однако, что знание основ рациональной методики не заменит практических навыков, выработанных и закрепленных в процессе реального макетирования. Свободное владение его техническими средствами и приемами не самоцель, а важное условие материального выражения проектной идеи, эффектной и убедительной подачи результата дизайнерской разработки, это также возможность формирования у студента «чувства материала» и развития реалистического проектного мышления.

**Работа с пластилином и глиной.** Техника макетирования в этих материалах многоразового использования и их выразительные скульптурно-пластические особенности близки, рабочий инструмент - аналогичен (разница в том, что стеки для пластилина - металлические, а для глины - лучше из дерева твердых пород; с глиной работают в присутствии воды, что требует соответствующих емкостей, влажной ткани и полиэтиленовой накидки). Оба материала пластичны, легко принимают и фиксируют любую сложную форму, непростые по геометрии формообразующие поверхности двойной кривизны, в основе которых - гармоничные лекальные кривые.

Соответствующие формующие шаблоны (вырезанные из дерева и жести) могут протягиваться как по прямым, так и по криволинейным направляющим, укрепленным на разметочной плите. Поверхность обрабатывается также скребковым и режущим инструментом (см. выше), слои материала срезаются специальной



проволочной петлей, возможны легкое соединение и оперативная переделка композиционных объемов, их целенаправленное и последовательное пластическое совершенствование, сложная моделировка (передача, выявление объема, рельефности, материальной весомости предметов посредством светотени).

Так прорабатываются контуры изделия, линии перехода от выпуклых поверхностей к вогнутым, линии переломов и световые линии - проходящие через ряд световых точек, примерно соответствующие видимому освещенному блику на поверхности изделия. При проработке в мягком материале пластически сложных объемов трудно добиться симметрии, но эта проблема легко снимается применением вертикального зеркала. Приняв плоскость зеркала за продольную плоскость симметрии модели (например, пылесоса, миксера или автомобиля) и вылепив из пластилина ее половину, автоматически получают целостное наглядное представление о форме, существенно сокращая при этом объем работы, - второй половиной ее служит отражение. Если при этом на зеркало нанесена модульно-координатная сетка, то это облегчает снятие шаблонов и освобождает проектировщика от рутинных подсчетов и обмеров; соответствующие разметочные линии сетки могут быть нанесены и на поверхность пластилиновой модели иглой рейсмуса.

В отличие от сырой глины, пластилин восковой обладает высокой формоустойчивостью, это - лучший, более удобный для длительной работы материал, непосредственно перед ней его разогревают с помощью зеркальных ламп мощностью до 300 Вт. Пластилин дороже глины и для уменьшения его расхода середина объема крупных моделей заполняется несущей деревянной или пенопластовой болванкой - призмой. Окрашивают поверхность пластилина нитрокраской.

**Гипс** - традиционный, классический материал макетирования. Гипсовый раствор готовят в резиновой чаше - гипсовке так: в воду равномерно засыпают сухой гипс до появления «островка» над ее поверхностью; быстро (не более 1,5 мин) перемешивают лопаточкой раствор до сметанообразного состояния без комков; немедленно используют раствор, т.к. он сохраняет текучесть лишь

в течение 2,5 мин, а пластичность - не более 6-8 мин; схватившийся раствор использовать уже нельзя, а полное затверждение его наступает через 20 мин, сушат отливку при температуре не выше 70°C. Увлажненная она легко обрабатывается с поверхности (ножом, напильником). Если гипсовая деталь будет подвергаться механической обработке, и потому необходимо несколько уменьшить ее твердость, то при затворении гипса воду берут в некотором избытке; при малом же количестве воды твердость отливки резко увеличивается и обработка затруднена.

Изготовлению чистового гипсового макета обычно предшествует исполнение модели в пластилине или глине, по ней выполняется черновая гипсовая форма (одноразовая, разрушаемая после отливки) или кусковая (многоразовая, разборная). Ее покрывают спиртовым лаком для придания водонепроницаемости и прочности, а также мылом, олифой или керосино-стеариновой смазкой с целью предотвращения слипания с будущей отливкой. Иные возможные литейные формы многоразового применения здесь - клеевая и формопластовая. Клеевая - для гипсовой отливки выполняется на основе столярного клея или технического желатина, она недолговечна: через неделю начинает усыхать и коробиться. Лучшая форма для литых гипсовых изделий - из формопласта. Она пластична, прочна, долговечна, дает сотни отливок из гипса, не нуждаясь в дублировании и смазке. Плавится формопласт при температуре от 120 до 130°C - разрезанный на кусочки, в широкой низкой посуде (стальная не годится), вставленной в посуду иную, залитую машинным маслом (при этом выделяется много газов и необходима вытяжная вентиляция); горячим формопластом непрерывной струей заливают исходную первичную мастер-модель (гипсовую, деревянную), огражденную кожухом. Поскольку гипс тяжел, отливки из него выполняют пустотелыми, покачивая и вращая литейные формы, набрызгивая раствор на их стенки и разглаживая его лопаткой.

Хрупкость гипса требует армирования тонкостенных изделий из него. Для этого применяют различные материалы: мешковину, рогожу, куски проволоки, пеньку, морскую траву или сено,

лучину; при этом металлические каркасы покрывают лаком, локализуя возможную ржавчину.

Литье в форму - не единственный способ изготовления гипсовых макетов и их фрагментов, деталей (соединяемых, «смораживаемых» далее тем же гипсовым раствором). Иной способ - протягивание (по прямолинейным или криволинейным направляющим, закрепленным на поверхности рабочего стола, разметочной плиты) или выкручивание тел вращения по шаблону, сочлененному с осью «ворот» и специальной выемкой в столе. Шаблоны вырезаются из жести и дерева, а сметанообразный гипсовый раствор многократно дозированно затворяется и постепенно наращивается, что требует определенного опыта и сноровки. Применение такого рода формовочных шаблонов возможно и относительно моделей из пластилина и глины, т.е. способ универсален.

Еще два способа формования из гипса состоят в следующем. Если создается достаточно крупный (и пустотелый, облегченный) макет с плоскими поверхностями, то они сначала отливаются из гипса между двумя параллельными стеклами как пластины толщиной от 0,5 до 2 см, затем обрабатываются по периметру, обогащаются деталями и стыкуются, «смораживаются» гипсовым раствором в единый, целостный объем. Если же речь идет о малогабаритной гипсовой модели (например, электробритвы, телефонного аппарата, слесарного инструмента), он может выполняться из сплошного гипсового массива, из отливки-болванки путем ее ручной целенаправленной обработки в сыром или сухом виде - пилой, ножом, напильником и наждачной бумагой.

Известны способы тонирования («под резину» и др.) сухими пигментами и окраски эмалями поверхности гипса после нанесения на нее слоя скипидарного фунта и воска, растворенного в скипидаре.

**Пенопласт** используют в качестве основного или вспомогательного материала. В последнем случае как легкий и дешевый он находит применение в качестве болванок-призм, рационально заполняющих объем больших пластилиновых моделей. В качестве основного материала он применим в черновых, проектно-поисковых макетах и в тех демонстрационных, что отличаются значи-

тельной условностью и - на этой основе - своеобразием эстетики (например, в макетах интерьеров и архитектурных комплексов, территорий). Пенопласт легко обрабатывается ножом, напильником, наждачной бумагой, ножовкой, на токарном станке (при скоростном режиме) и склеивается. Выпиливается лобзиком или накалиенной электротокотом никелиновой струной, имея при этом на срезе оплавленную гладкую поверхность. Для крепления деталей из пенопласта в оперативном, рекомбинируемом моделировании используют тонкие гвозди, штыри, булавки, проволоку, спички, вязальные спицы. Окраске пенопласт поддается после грунтовки шпатлевкой или покрытия двумя слоями эпоксидного лака, или же после погружения в расплавленный воск и последующей полировки.

**Выполнение макетов из листовых оргстекла, полистирола, ка-матекса** и других полимерных материалов имеет немало общего - инструмент (см. выше), приемы механической обработки и способы формовки деталей, технология их склеивания, сборки и окраски здесь одни и те же. Фрагменты, блоки и детали вырезают по предварительно определенной выкройке, сверлят, вытачивают и гнут. Листовые полимеры легко режутся специально заточенным ножом, а также пилой, фрезой, лобзиком, обрабатываются напильником, надфилями и «шкуркой». При нагревании до 80°C (в горячей воде) полистирол размягчается, становится пластичным, эластичным и пригодным для однонаправленной гибки по ориентирующему шаблону - упору или для более сложной вакуум-формовки; подобным же образом ведет себя и оргстекло, но температура нагрева иная - линию перегиба размягчают «электроструной»; пуансоны и матрицы для изготовления деталей из листовых полимеров делают из гипса или дерева. При склеивании пластмассовых деталей применяют органические растворители (токсичные!) типа дихлорэтана, хлористого метилена и уксусной эссенции, которые добавляют и в нитроэмаль при окраске макетов. Заметим, что оргстекло тверже полистирола, оно труднее обрабатывается и менее прочно склеивается, его гляцевая поверхность хуже окрашивается; из блочного оргстекла на токарном станке вытачивают моделируемые мелкие детали. Полирование пласт-

масс (с пастами на основе парафина) убирает с их поверхности царапины. Их сверление представляет определенные трудности, т.к. сверла малого диаметра могут «вязнуть», заклиниваться и ломаться из-за активного налипания на них полимера.

**Бумага** - наиболее доступный в академическом дизайне основной макетный материал, начиная с пропедевтического курса. Используя его конструктивные и выразительные свойства, студенты выполняют рельефные орнаментально-ритмические и модульно-комбинаторные композиции, выявляя структуру правильных многогранников и роль линии (ребра) и плоскости в пространственном построении объемов. На этом пути осознается возможность увеличения жесткости конструкций при применении разнообразных сгибов листа и способность поверхности сминаться в различные фигуры. Обращаясь к формообразованию в бумаге, студенты осваивают основы профессионального метода одновременного и взаимосвязанного решения конструктивной и художественно-образной задач. При этом они знакомятся с конкретными композиционными приемами: модульно-блочного формообразования, вариантной структурной орнаментации, гармоничной декоративно-ритмической перфорации, организации богатой светотеневой гаммы, трансформации плоскости в объем посредством ее прямолинейного и криволинейного сгиба. Далее в курсовом проекте простейший черновой (поисковый) рекомбинируемый макет из бумаги способен помочь определить спектр альтернатив функционально-пространственной компоновки конкретного объекта.

Начинают работу над таким макетом с определения рационального раскроя листа, вычерчивают развертки-выкройки с припуском (с клапанами по линиям склейки), делают надрезы в местах сгиба. Моделируя простые объемы, делают одну развертку; сложные композиции монтируются из нескольких разверток; мест склеивания определяется как можно меньше и они не должны быть на выступающих углах и основных гранях. Клей при этом применяют казеиновый, резиновый, столярный, «Момент» и эмульсию «ПВА», лучший из них - не содержащий влаги и, следовательно, не вызывающий коробления макета, а также не требую-

ший пресса и длительной фиксации места склейки и не дающий цветных пятен. Современные синтетические клеи - быстро затвердевающие и прочные, они позволяют склеивать листы не только с применением клапанов-язычков, но и без них - «в стык», «в торец», «внахлест» и взаимно перпендикулярно. Для увеличения прочности макетов предварительно склеивают 2-3 листа ватмана или обклеивают им картон (в последние годы в макетном деле находит применение новый тип картона - толщиной до 10 мм, с внутренним заполнением легким, вспененным синтетическим материалом); детали из многослойной бумаги с торцов можно обрабатывать ножом, напильником и «шкуркой», из такого материала вырезают различные мелкие детали. Бумага легко гнется и обрабатывается, для формования цилиндрических деталей используют круглые оправки - любое твердое тело подходящего диаметра; вертикально поставленная 2-, 3-слойная трубка выдерживает большие нагрузки. Для предотвращения прогиба формообразующих плоскостей применяют профилированные детали усиления, образующие внутренний пространственно жесткий каркас. Сделав примитивную фанерную матрицу и пуансон, из влажной бумаги можно выдавить рельеф. Добавим к этому, что с той же целью можно использовать резьбу по линолеуму и офортный станок - отпечатается любой, сколь угодно сложный рельеф. Известна та точка зрения, что якобы окрашивать бумажные макеты нельзя: они неизбежно покоробятся, их не красят из-за опасности деформации. Однако, это неверно, т.к. студенты СПб ГХПА такие макеты давно и успешно выполняют в цвете. Только делается это не после их сборки, а на самой ранней стадии - когда они существуют еще только в виде чертежей разверток. Причем, тогда таковые, натянутые на планшет, можно окрашивать из аэрографа даже водяными красками (акварель, темпера, тушь). Но лучший результат дает окраска бумажных деталей, заготовок нитроэмалью с распылением ее из аэрозольной упаковки. Покрытие тогда упрочняет стенки макета и внешне ничем не отличается от лакокрасочного покрытия по металлу.

**Папье-маше** - наиболее традиционный материал больших пластических возможностей. Применяется лишь для чистового,

демонстрационного моделирования и только в окрашенном виде. Требуется наличия предварительно изготовленной формовочной модели; удобен для макетирования прочных тонкостенных изделий - посуды, игрушек и т.п. Исходным сырьем здесь также служит бумага, но технология получения, рецептура папье-маше может быть разной. Так, исследователем Л.М.Холмянским процесс изготовления макета из папье-маше описан как сравнительно простой, доступный даже в домашних условиях и состоящий из следующих процедур:

- с пластилиновой или глиняной модели снимается гипсовая форма, которая покрывается смесью керосина, стеарина, мыла и воды;
- далее она выкладывается изнутри сначала влажными, а затем смоченными клеем мелкими кусочками бумаги и это повторяется 8-10 раз (чередую цветную бумагу, контролируют количество слоев);
- через 8-10 часов сушки гипсовую форму можно разбить (или разобрать, если она кусковая и многоразового применения);
- полученную корочку просушивают еще сутки, затем обрабатывают «шкуркой», грунтуют, снова зашкуривают и окрашивают кистью, окунанием или из краскораспылителя.

Несколько более сложная технология представлена в книге В.И.Пузанова и Г.П.Петрова:

бумагу измельчают, заливают водой и оставляют размокать на сутки;

полученную бумажную массу кипятят до превращения в вязкую жидкость;

- ее сушат и сухой остаток растирают, смешивая с жидким столярным клеем;
- иногда добавляют наполнители (гипс, опилки); смесь раскатывают в листы;
- их накладывают на форму-модель, обжимают и сушат;
- далее изделие подвергают механической обработке, шпатлевке, грунтовке и покраске.

**Работа с деревом** имеет следующую специфику. Прежде всего отметим, что любой макет нуждается в подмакетнике, также иг-

рающем формообразующую роль и выполняемом обычно из дерева (фанеры с обвязкой, древесно-стружечной или столярной плиты). Наиболее полно позитивные природные качества дерева проявляются там, где необходимо и возможно:

- показать его естественную цвето-фактурную характеристику;
- на основе традиционной столярной технологии создать легкие и прочные пространственно-развитые, многоэлементные ажурно-кружевные конструкции;
- оперативно изготовить любые вспомогательные устройства и приспособления;
- технологически простой пластической моделировкой деревянного массива (с последующим обогащением его деталями и покраской) не только создать гармоничную, выразительную и целостную форму объекта, но и изготовить его прочный, долговечный и транспортабельный макет.

Лучшими материалами для отделки древесины с сохранением текстуры поверхности являются полиэфирные лаки (а также нитролак НЦ-315 и нитроглифталевый лак № 754), а без сохранения текстуры - цветные полиэфирные и эпоксидные эмали, а также некоторые иные лакокрасочные покрытия холодной сушки. Методы их нанесения: пневматическое распыление, окунание и обливание, окраска кистью и тампоном.

Практически нередко актуален вопрос о применении **сочетания материалов** и видов покрытий, имеющих разные цветофактурные характеристики. Это вопрос эстетики макета, который стыкуется с иным вопросом информативности и допустимой меры условности его. В этой связи уместно напомнить, что макет не должен сообщать ни о чем лишнем и что всегда необходимо достижение гармонии сочетания материалов. Поэтому можно весьма осторожно отнестись к практикуемому иногда включению деталей из инородных материалов. Чтобы макет был не только информативным, но и представлял собой композиционную целостность, необходимо все его компоненты подчинить одной мере условности, обобщения, придать всем им единый характер. В связи с этим, нормаль ВНИИТЭ прямо рекомендует окраску в однородный



цвет различных элементов и материалов. Этот цвет проектная практика традиционно предпочитает трактовать как преимущественно белый, а наука о дизайне находит тому обоснование: «Демонстрационные макеты иногда целесообразнее выполнять ахроматическими (белыми, серыми). Этим предупреждаются нежелательные зрительные эффекты, которые могут повлиять на восприятие и оценку новшеств, предлагаемых дизайнером». Белоснежные объемные модели убедительны при любом масштабе их исполнения, они несут в себе определенную художественно-проектную культуру, профессиональную традицию. Эффектны также (фотогеничны и хорошо воспринимаются заказчиками) окрашенные в светлый и яркий цвет, если это модели дорожно-строительной техники, сельхозмашин, уникальных промышленных установок и иного технологического оборудования. При этом хорошо смотрятся мелкие детали, чисто выполненные слесарно или токарно и без окраски из полированных алюминия, латуни и оргстекла. Композиционной определенностью, структурной четкостью и технологической информативностью отличаются контрастно решенные макеты - светлые в основном, но с темной матовой окраской фрагментов и деталей. На светлых поверхностях хорошо читается и крупномасштабная, визуально-динамически активная «суперграфика».

На фоне эстетических достоинств белых и светлых объемных моделей существенно проигрывают им те из них, что окрашены в темный цвет (черный, темно-синий и т.п.) глянцевой эмалью и почти лишенные контрастирующих светлых частей и деталей. Опытные дизайнеры знают, что эстетические свойства материалов и покрытий соотносимы с масштабом модели, один и тот же материал по-разному смотрится в ней и в промышленном изделии; условность масштаба неминуемо влечет за собой и условность в отделке, цветовом решении. Если это правило игнорируется, неизбежно возникает ситуация дезориентирующей подмены одного моделируемого объекта другим. Так, когда в макете автомобиля, выполненном в масштабе 1:10, хромируют детали и покрывают эмалью кузов, он начинает ассоциироваться с сувениром или игрушкой.

Немаловажны **вопросы обеспечения сохранности, упаковки и транспортировки макетов**, а иногда и их реставрации, приведения в порядок. Так, например, хранение их организуют вдали от батарей парового отопления и в условиях нормальной влажности; поврежденные подкрашивают и подклеивают, а подтеки клея убирают резиновыми ластиками или мелкозернистой «шкуркой». Пыль удобнее сдувать пылесосом при переключении его на режим обдува. Хрупкие макеты при транспортировке необходимо надежно защитить от ударов, атмосферных осадков и температурных перепадов^ особо крупные - еще и разделить на блоки, удобные для упаковки и перевозки. В упаковочном ящике, контейнере его содержимое нужно надежно закрепить, оставив зазор между ним и стенками не менее 50 мм, при этом применяют распорки, прокладки и амортизационные подушки (надувные, пористые или пенопластовые), ящик маркируется стандартными надписями или символами: «верх», «хрупкое», «боится дождя» и «не бросать».

## 11.5. Фотосъемка макетов

Если транспортировка макета затруднительна, а длительное архивное хранение невозможно, то не лучше ли довериться в этих случаях фотографам макета как «моделям модели»? Так можно комплектовать фототеки метод фонд а, архивы, оперативно тиражировать проектные модели в фотокопиях, пересылать их по почте, фототелеграфу, факсу, позволить репродукциям активно включаться в процессы информационной коммуникации.

Специалисты по методике дизайна считают, что во многих случаях целесообразно демонстрировать не сам макет, а его фотографии. От дизайнера такая съемка требует творческого подхода, изобретательности и находчивости, умелого владения соответствующей техникой. При этом традиционная графика проектов пополняется **фотографией**. Она может иметь самостоятельное значение или играть подсобную, вспомогательную роль. В первом случае моделируется вариантное восприятие композиции с разных точек, на разном фоне и при изменяемом освещении или

наглядно сценируется процедура использования потребителем дизайн-продукта. Во втором - облегчает выполнение проектной графики: исполняются необходимые рисунки с макетов или фотографии макета с натуральных видовых точек, заменяющие трудоемкие рисованные перспективы. Причем, все поисковые макеты желательно сохранять до конца работы или фотографировать, т.к. это формирует своеобразный аналоговый ряд как базу проведения контрольной авторской наглядно-сравнительной оценки альтернатив.

Можно наглядно воспроизводить объект разработки либо обобщенно, либо во всех деталях, что весьма трудоемко. Поэтому объемно-пластическое моделирование с этой целью иногда может рационально заменяться или дополняться **моделированием фотографическим**: приемом вариантной аппликации или мультипликации, который выступает в роли эффективного и экономного экспериментально-исследовательского средства.

При съемке важно определить предпочтительный **характер освещения** и оптимальный ракурс восприятия, наиболее интересную видовую точку. Она должна быть реалистичной, т.е. типичной для визуального восприятия прототипов и аналогов и раскрывающей достоинства предлагаемого нового композиционного решения. Тогда комплексная макетно-фотографическая имитация объекта удастся в полной мере - теряется ощущение масштаба уменьшения.

**Выбор фона** - вопрос творческий, прежде всего необходимо позаботиться о том, чтобы объект съемки был хорошо различим, достаточно явно контрастировал с ним. Так, расположение белого объекта на белом может потребовать активной ретуши по периметру изображения. Традиционный черный фон для белых макетов тоже не всегда приемлем, если в их структуре есть важный фрагмент, сливающийся с ним по цвету; в поисках оптимального решения в таких случаях нередко используют холст.

Широко практикуется дизайнерами представление макетов **на фоне среды**, в типичном окружении объекта разработки (рис. 11.9). Возможна и монтажная компоновка изображений средового фона и мелкомасштабной модели (в данном случае - выпол-



Рис. 11.9. Фотография макета на фоне среды

ненной из бумаги) или - композиционное совмещение ее с графикой антуража, стаффажа.

В фотоперспективах макета окончательного варианта проекта необходимо использовать все возможные средства «натурализации» образа: фотомонтаж, графическое изображение недоступных макетированию деталей т.д. Таким образом, проектные объемные модели и графика могут не только взаимодополнять друг друга, но и интегрироваться, работать совместно. Кроме того, фотоснимки объемных моделей становятся подсобным, ориентирующим или корректирующим средством при исполнении демонстрационных рисунков. При этом используют специальную осветительную технику (несколько источников света), светорассеивающие и отражающие экраны, светофильтры и другие технические средства. Для получения различных эффектов применяют длиннофокусные и короткофокусные объективы, широкоформатные аппараты (нормализующие перспективные сокращения) и пр. В техническом плане фотосъемка макетов - средство проектирования, которое непрерывно совершенствуется.

Применяя разного рода подсветку - при общем мягком, рассеянном свете, уходят от лишних световых бликов и преодолевают теневые помехи, добиваются четких безтеневого снимков. Используя электровспышку, добиваются противоположного эффекта.

Искусственное освещение влияет на восприятие пространства, в зависимости от характера освещения по-разному будут выявляться общие контуры, рисунок, рельеф, ритмический повтор и пластика композиции по-разному проявляется при изменении освещения. Свет - формообразующее средство, важнейший элемент моделирования и трансформации пространства, объема, цвета, с его помощью исследуется роль светотени в композиции.

Особая тема - съемка не столько самого макета, сколько действий с ним, имитирующих функционирование дизайн-объекта, его динамические, кинематические, технологические, эргономические или иные характеристики, формируемые проектом. Это, в частности, съемка трансформируемых макетов, а также - наглядных инсценировок, разыгрываемых при введении в структуру мо-

делируемого пространства масштабной фигуры человека. Ошибки, вероятные при применении чертежного метода антропометрического, соматографического расчета (определяющего соразмерную человеку объемно-пространственную структуру дизайн-объекта), выявляются и устраняются на стадии макетирования с использованием объемных манекенов и фотофиксацией этого, что становится инструментом эргономического анализа и оптимизации проектного решения.

Наиболее универсальным и наименее традиционным для дизайнера средством художественно-функционального моделирования процесса деятельности служит **сценирование**. Оно - как правило - принимает в дизайн-проекте наглядную форму и имеет экспериментальную или прогностическую направленность. В связи с этим различают оперативную демонстрацию макетов (простой их показ) и сценарную (сценарий - способ прогнозирования, осуществляемый путем установления логической последовательности событий). Сущность ее заключается в том, чтобы отразить свойства изделия посредством совокупности событий, образующих своего рода спектакль, это особая форма проектного эксперимента, при ней показывают не изделие, а возможность его применения. Наглядное сценирование позволяет авторам проектов убедительно представить их экспертному совету или заказчику. Дальнейшее развитие этого направления проектно-исследовательской работы может быть связано с производством соответствующих видеоклипов и с псевдообъемной компьютерной графикой.

Автоматизация проектирования началась три десятилетия назад со сравнительно простого - с чертежных и вычислительных работ, с успешных попыток передать машине утомительные операции и рутинные инженерные расчеты. В связи с этим создавались необходимые программы и получили распространение специальные технические устройства - системы ввода и отображения информации, графопостроители и другие средства организации прямого диалога с машиной.

Получила развитие экранная графика (подробнее см.гл. 10), которая сегодня характеризуется: высокой точностью и широкой цветовой гаммой; оперативностью продуцирования и корректи-

ровок, варьирования, масштабирования и принтерной распечатки; возможностью полного наглядного модельно-графического описания форм любого объекта в ортогональных и аксонометрических проекциях. Экранные псевдообъемные, трехмерные каркасно-проволочные изображения, характерные для раннего этапа становления автоматизированного проектирования, еще недавно не пытались конкурировать по степени наглядности с макетами.

Новые возможности открылись с появлением на экранах мониторов реалистичных трехмерных изображений, воспроизводящих уже не только пространственную линейно-геометрическую структуру (ребра), но и пластическую светотеневую моделировку формообразующих поверхностей. Эти изображения на экране выглядят настолько реальными, будто сделаны из осязаемого материала. Предварительным условием является наличие математического описания формы воспроизводимого объекта. Это описание может быть программно задано компьютеру по-разному: непосредственно как таковое, на «входном» знаковом языке (математическими формулами, уравнениями) или наглядным образом (который посредством оптического сканирования и машинного декодирования переводится в формализованное описание).

Таковым наглядным описанием может служить предварительный эскиз, чертеж ортогоналей объекта, или его черновой макет (пластилиновый и др.). В результате могут создаваться не только эффектная демонстрационная, иллюзорно-имитационная экранная графика, но и - при конечном выходе компьютерной программы на копировально-фрезерный станок с числовым управлением - полноценный объемный демонстрационный, выставочный макет из любого твердого материала (а также опытный образец промышленного изделия или штампы и пресс-формы для его серийного производства). Необходимость исполнения их вручную, кустарным способом при этом полностью отпадает, но поисковые (черновые) макеты и эскизы могут по-прежнему играть традиционную методическую роль в проектно-творческом и учебном процессе, сохраняя целостность основ исторически сложившихся профессиональных методик работы.

Пока машины выполняют лишь вспомогательные функции и абсолютно бессильны в творческом отношении. Их главные козыри - быстроедействие и солидная память, но они неспособны к образному мышлению и начисто лишены творческой интуиции (природа которой не разгадана), воображения и художественного вкуса. Машины (компьютеры) не вытесняют дизайнера из проектно-творческого процесса, но расширяют его возможности и интенсифицируют дизайн-процесс, по-новому документируя его результаты и сближая проектирование и производство.

## **Список использованной и рекомендуемой литературы**

1. **Методика художественного конструирования.** - М.: ВНИИТЭД983.- 166 с.
2. **Пузанов В.И., Петров Г.П.** Макеты в художественном конструировании.- М.: Машиностроение, 1984.128 с.
3. **Холмянский Л.М.** Макетирование и графика в художественном конструировании.- М.: Изд-во МАрхИ,1978.
4. **Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий:** Учеб.для студентов художественно-промышл.вузов/Быков З.Н., Крюков Г.В.,Минервин Г.Б.и др.; Под ред.З.Н.Быкова, Г.Б.Минервина.- М.: Высш.шк.,1986.- 239 с.
5. **ГОСТ 2 801-74 ЕСКД.** Макетный метод проектирования. Геометрическая форма, размеры моделей.
6. **ГОСТ 2 803-77 ЕСКД.** Макетный метод проектирования. Требования к конструкции и размерам макетов и моделей.
7. **ГОСТ 2.002-72 ЕСКД.** Требования к моделям,макетам и темплетам, применяемым при проектировании.
8. **СТ СЭВ 2829-80 ЕСКД СЭВ.** Проектирование с применением темплетов и моделей. Основные термины и определения.
9. **СХКД 2.03-73 ВНИИТЭ.** Требования к моделям,макетам и макетным образцам // Методика художественного конструирования.- 1-е.изд.- М.: ВНИИТЭ.- С.304-306.

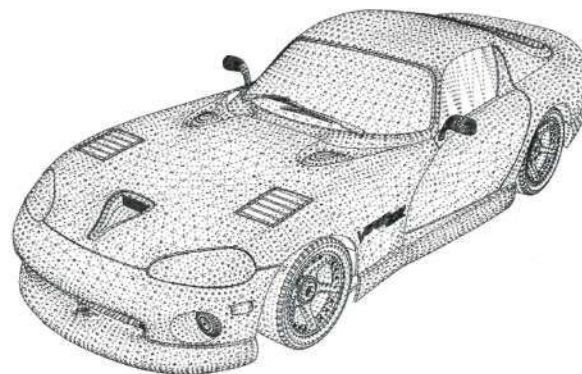
# **ГЛАВА 12**

## **Компьютерное обеспечение дизайн- проектирования**



«Те, кто восторгаются способностями компьютера, очеловечивая его и считая его всезнающим, демонстрируют непонимание самих себя, своих электромеханических помощников и перспектив цивилизации».

Л. Мэмфорд



Специальную область информатики, занимающуюся методами и средствами создания и обработки изображений с помощью программно-аппаратных вычислительных комплексов, называют **компьютерной графикой**.

Сегодня в связи с развитием современных цифровых технологий и увеличением их роли в сферах творческого и интеллектуального труда компьютер стал оптимальным инструментом дизайнера.

Часто более эффективно и экономически выгодно создавать изображения на компьютере, чем с использованием традиционных методов. Это связано с тем, что цифровые изображения проще хранить, тиражировать, улучшать и компоновать с текстами или другими информационными средствами. Работа с графикой на компьютере позволяет просмотреть множество вариантов, добиться необычных эффектов, поэкспериментировать с цветом и, наконец, сократить время дизайнерской проработки изделия.

## 12.1. Введение в компьютерную графику

Компьютерная графика охватывает все виды и формы представления изображений, доступных для восприятия человеком либо на экране монитора, либо в виде копии на внешнем носителе (бумага, киноплёнка, ткань и прочее).

В зависимости от способа формирования изображений компьютерную графику принято подразделять на растровую, векторную и фрактальную. Отдельным предметом считается трехмерная (3D) графика: построение объемных моделей объектов в виртуальном пространстве. В ней, как правило, сочетаются векторный и растровый способы формирования изображений.

Программная часть в сфере компьютерной графики представлена универсальными и специализированными приложениями (растровыми и векторными редакторами, программами создания и обработки трехмерных объектов, системами автоматизированного проектирования и т.п.). В данной главе основное внимание уделено универсальным программам в трех основных областях: растро-

**Программная часть** - это совокупность информационных элементов (программ и их команд), с помощью которых происходит управление как собственно изобразительной и текстовой информацией, так и аппаратным оборудованием.

Аппаратная часть - это совокупность материальных элементов - устройств, с помощью которых происходят ввод, обработка, хранение, передача и вывод информации.

вые и векторные редакторы, а также трехмерное моделирование.

Однако для манипулирования цифровыми изображениями на компьютере необходимы не только графические редакторы, но и соответствующая им аппаратная часть.

Аппаратная часть, в свою очередь, состоит из следующих компонентов:

- устройства ввода информации (input devices), которые обеспечивают преобразование любых видов информации на самых разнообразных носителях в цифровую форму, что создает условия для ее дальнейшей компьютерной обработки. К устройствам ввода информации относятся: клавиатура, манипуляторы (мышь, трекбол), сканеры (планшетные, слайд-сканеры, барабанные), цифровая фотокамера, графический планшет;
- устройства обработки, хранения и передачи информации (process, storage and transfer devices), являющиеся ядром аппаратного уровня. Устройством обработки цифровой информации является компьютер, который представляет собой многоуровневую структуру. В нее входят как элементы обработки (процессор), так и несколько типов устройств хранения информации (оперативная память, жесткий диск, видеопамять), а также целый ряд вспомогательных элементов (порты и другие составляющие). Поскольку оперативная память не может хранить информацию без питания, а если бы и могла, то все равно ограничена по объему, компьютер снабжается устройствами длительного хранения (гибкий диск, жесткий диск, компактный диск, магнитооптический диск и т.п.);
- устройства вывода информации (output devices), которые обеспечивают «возврат» цифровой информации в форму, понятную и доступную человеку. В зависимости от способа вывода (визуализации) можно выделить два основных класса устройств: средства электронной визуализации (мониторы) и средства материальной визуализации (разнообразные принтеры, включая и особый тип выводных устройств - фотонаборные автоматы и полиграфические печатные машины (печатные прессы)).

**Цветовые модели** (color model), или цветовые пространства используются для математического описания определенных цветовых областей спектра.

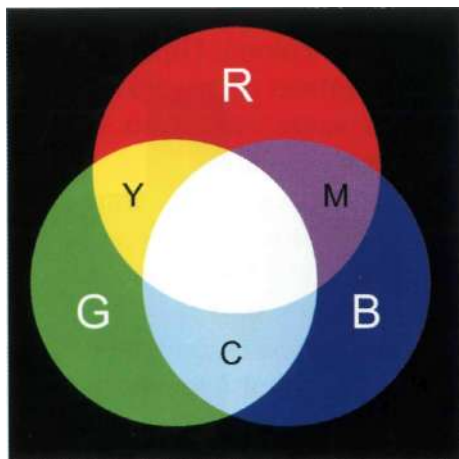


Рис. 12.1. Наложение цветов в модели RGB

## 12.2. Цветовое пространство

Несмотря на широкое использование цветной графики, цвет остается одним из наиболее трудных для реализации элементов дизайна.

Для обеспечения одинакового воспроизведения одного и того же цвета видеомониторами, принтерами и сканерами разных фирм-изготовителей необходимо наличие объективных измерительных систем, позволяющих установить однозначное определение цветовых координат. Для этих целей разработаны специальные средства, включающие: цветовые модели, системы соответствия цветов, цветовые режимы.

В современных компьютерных программах манипуляции с цветом осуществляются с помощью цветовых моделей и режимов.

По принципу действия компьютерные цветовые модели можно условно разделить на три класса:

- аддитивные (RGB)**, основанные на сложении цветов;
- субтрактивные (CMY, CMYK)**, основу которых составляет операция вычитания цветов (субтрактивный синтез);
- перцепционные (HSB, HSL, Lab, YCC)**, базирующиеся на восприятии.

В цифровых технологиях используются, как минимум, четыре основные модели: RGB, CMYK, HSB в различных вариантах и Lab.

### Цветовая модель RGB

Это одна из наиболее распространенных аддитивных цветовых моделей. Она применяется в приборах, излучающих свет (мониторы, телевизоры и другие подобные устройства).

Данная цветовая модель базируется на трех основных цветах: Red - красном, Green - зеленом и Blue - синем.

При смешивании двух основных аддитивных цветов результат осветляется: из смешения красного и зеленого получается желтый, зеленого и синего - голубой, синий и красный дают пурпурный. Если смешиваются все три цвета, образуется белый (рис. 12.1).

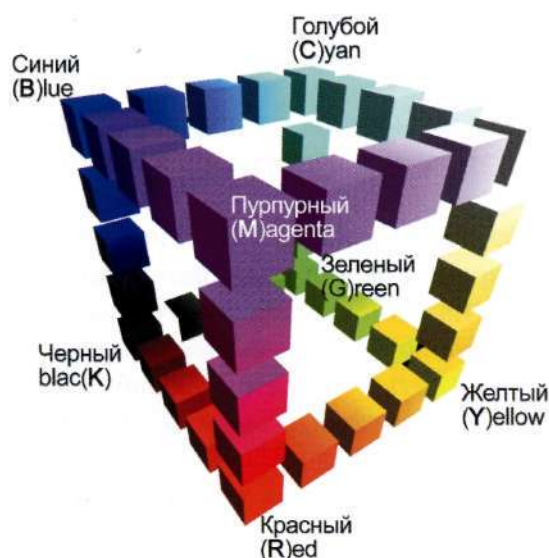


Рис. 12.2. Цветовой куб RGB

Для наглядности все цвета, входящие в данную цветовую модель, можно представить в виде куба (рис. 12.2).

При использовании такой схемы модели в точке, где все величины равны нулю (все цвета отсутствуют), будет располагаться черный цвет, там же, где все они будут принимать максимальное значение (все три цвета имеют максимальную интенсивность) - белый.

Главная диагональ такого куба, проходящая от черного к белому цвету, является так называемой ахроматической осью, или шкалой яркости. На ней располагаются серые оттенки: от черного до белого.

Три вершины куба дают чистые исходные цвета, остальные три отражают двойные смешения исходных цветов.

### Цветовая модель СМУК

Это одна из наиболее часто используемых субтрактивных цветовых моделей. Работа ее основана на поглощении одних составляющих световой волны и отражении других (принцип наложения краски на белый лист бумаги (печать)).

Основные цвета в субтрактивной модели: Cyan - голубой, Magenta - пурпурный, Yellow - желтый.

Голубой, пурпурный и желтый цвета составляют так называемую полиграфическую триаду (process colors). При печати эти цвета поглощают красную, зеленую и синюю составляющие белого света таким образом, что большая часть видимого цветового спектра может быть репродуцирована на бумаге.

При смешивании двух субтрактивных составляющих результирующий цвет затемняется, а при смешении все трех должен получиться черный цвет.

Так как при смешении этих цветов черный цвет не получается, то вводится еще одна дополнительная краска - черная (blacK), которая позволяет добиваться большей плотности цвета и используется для печати чисто черных объектов.

При полном отсутствии краски остается белый цвет (белая бумага). Двойные сочетания красок дадут следующие результаты: смешение голубого и пурпурного даст синий цвет, голубого и желтого - зеленый, желтого и пурпурного - красный.



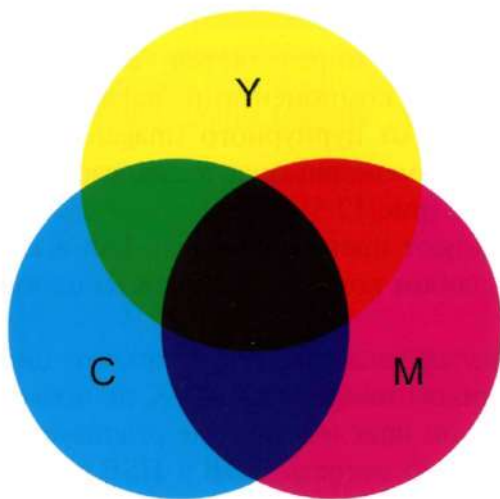


Рис. 12.3. Смешение цветов в модели CMY.

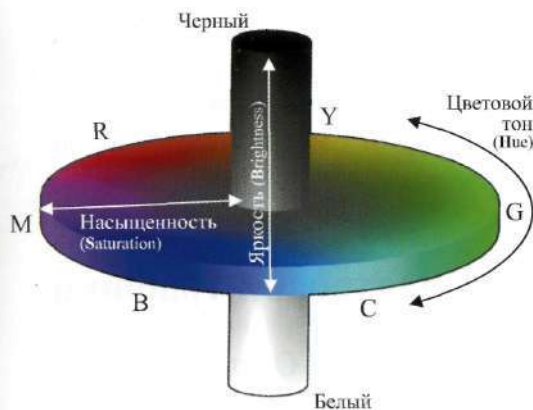


Рис. 12.4. Цветовая модель HSB

Графически такое смешение представлено на рис. 12.3.

### Цветовая модель HSB

Заглавные буквы в названии данной модели не соответствуют конкретным цветам, а символизируют Hue (Цветовой тон), Saturation (Насыщенность) и Brightness (Яркость).

Цветовую модель HSB можно представить в виде цветового круга (рис. 12.4), на котором основные цвета моделей RGB и CMY находятся в такой зависимости: каждый цвет расположен напротив дополняющего его (комплементарного) цвета, при этом он находится между цветами, с помощью которых получен. По краю этого цветового круга располагаются так называемые спектральные цвета или **цветовые тона (Hue)**. Цветовой тон характеризуется положением на цветовом круге и определяется величиной угла в диапазоне от 0 до 360°. Эти цвета обладают максимальной насыщенностью.

**Насыщенность (Saturation)** - это параметр цвета, определяющий его чистоту. Данному параметру соответствует отсутствие (серых) примесей. Уменьшение насыщенности цвета означает его разбеливание. На модели все одинаково насыщенные цвета располагаются на концентрических окружностях и чем ближе к центру круга, тем все более разбеленные цвета получаются.

**Яркость (Brightness)** - это параметр цвета, определяющий освещенность или затемненность цвета. Уменьшение яркости цвета означает его зачернение.

Несмотря на то, что данная модель гораздо ближе к традиционному пониманию работы с цветом, она является достаточно абстрактной, поскольку не существует технических средств для измерения параметров цветового тона и насыщенности непосредственно. В программных приложениях они получаются путем математических расчетов.

Следовательно, недостатком этой модели является необходимость преобразовывать ее в модель RGB для отображения на экране монитора или в модель CMYK для получения полиграфического оттиска.

Особенностью этой цветовой модели является то, что она не образует цветowych каналов в документе. Нельзя сохранить документ в этой цветовой модели.

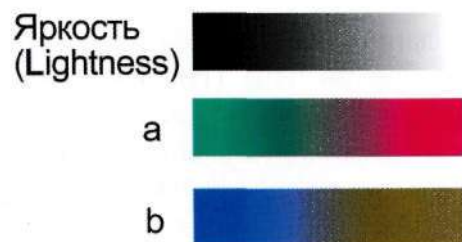


Рис. 12.5. Цветовая модель Lab

### Цветовая модель Lab

В этой модели любой цвет определяется светлотой (Lightness) и двумя хроматическими компонентами: параметром а, который изменяется в диапазоне от пурпурного (magenta) до зеленого (green), и параметром Ь, изменяющимся в диапазоне от желтого (yellow) до синего (blue) (рис. 12.5).

Многие программы используют цветовую модель Lab в качестве модели-посредника при любом конвертировании из одной цветовой модели в другую.

Проблемы различных моделей заключаются в том, что они не могут охватить все цвета целиком, например, СМΥК не позволяет создать ярко-синий, так как он впоследствии не реализуется при полиграфической печати. В свою очередь RGB и HSB позволяют реализовать вышеупомянутый цвет, но не дают насыщенного оранжевого.

При профессиональной работе чаще всего приходится совмещать различные цветовые пространства, так как каждое из них хорошо в отдельно взятой области.

СМΥК используется при цветокоррекции и допечаткой подготовке изображений, так как образование цветов полностью соответствует тому, которое происходит в процессе печати.

RGB чаще применяется при работе с изображениями, которые после будут просматриваться на мониторе.

В HSB и Lab есть отдельный канал освещенности, позволяющий углублять цвета более эффективно и быстро, чем в любой другой модели.

## 12.3. Основы растровой графики

### 12.3.1. Общие сведения

Растровая **графика** (raster, bitmapped graphics) - это область цифровой графики, в которой изображение представляется совокупностью пикселей (рис. 12.6).

Компьютерное растровое изображение представляет собой прямоугольную матрицу, каждая ячейка которой имеет вид цветного «квадратика» и называется битовой картой (bitmap). Битовая

Разрешение (resolution) - количество дискретных элементов изображения, размещенных в определенную стандартную единицу длины (обычно дюйм).

карта представляет собой набор (массив) троек чисел: две координаты пиксела на плоскости и его цвет.

Один из основных параметров этого вида графики - разрешение. Оно является категорией качества и определяет минимальный элемент, с помощью которого создается изображение.

Единицами измерения разрешения для растрового изображения обычно является ppi (pixels per inch - «пикселей на дюйм»), для печатающих устройств -dpi (dots per inch - «точек на дюйм»).

Чем выше разрешение, тем большее количество пикселей содержит изображение и соответственно тем меньше размер отдельного пиксела (изображение с более высоким пространственным разрешением характеризуется большим количеством деталей). Однако более высокое разрешение имеет и негативную сторону - больший размер файла изображения.

За нормальное сейчас принято разрешение 72 пиксела на один линейный дюйм. Оно обычно используется в электронных документах и Интернете. В газетной печати - разрешение до 150 пикселей на дюйм, для качественной полиграфии обычно около 300.

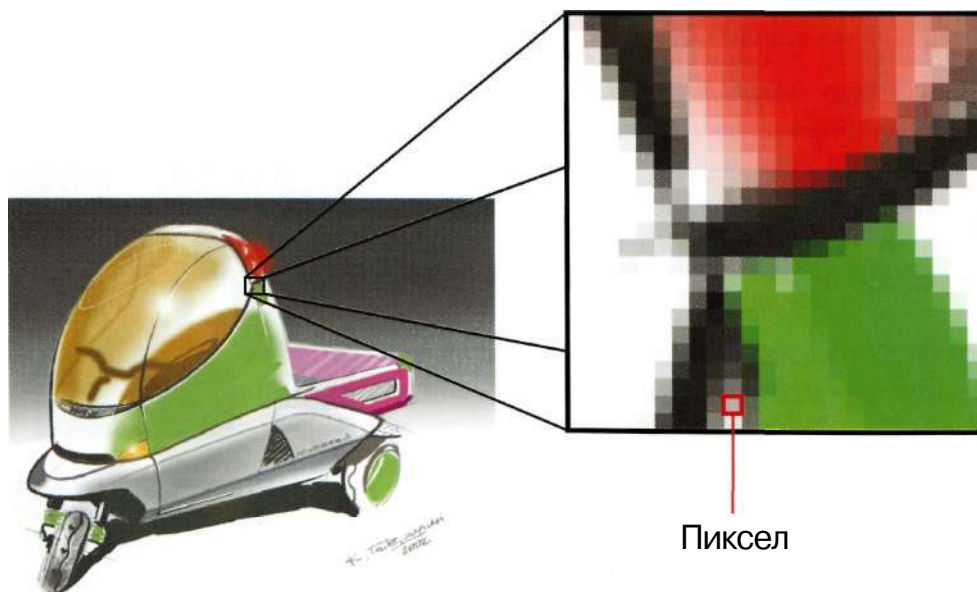


Рис. 12.6. Пример растрового изображения



Интерполирование - это совокупность математических приемов для определения промежуточных значений функции, если известны только начальные и конечные значения. В программах растровой графики некоторые методы (или алгоритмы) интерполирования применяются для дописывания компьютером недостающих пикселей (для присвоения им значений тона или цвета) при изменении их количества.

Глубина цвета (или яркостное разрешение) характеризует количество уровней яркости, которые может принимать отдельный пиксел. Чем выше яркостное разрешение, тем большее число уровней яркости (или оттенков цвета) будет содержать файл изображения.

Часто на стадии редактирования изображения возникает необходимость изменения его размера или разрешения. Для реализации изменения в большинстве современных графических редакторов предусмотрена возможность использования операции Resampling, которая может быть реализована двумя способами: с фиксированным разрешением и с переменным разрешением.

При увеличении или уменьшении размера и/или разрешения изображения число пикселей в изображении увеличивается или уменьшается. В обоих случаях качество изображения ухудшается.

В основе выполнения операции Resampling лежит использование методов интерполирования.

Следующим важным параметром битовой карты изображения является глубина цвета (количество бит, которые отводятся на задание цвета пиксела).

Исходя из значений глубины цвета, различают следующие типы изображений:

- **черно-белые штриховые изображения (bitmap);**

На каждый пиксел такого изображения отводится один бит, а одним битом можно закодировать только два цвета: черный (0) или белый (1) - рис. 12.7. Промежуточных состояний не бывает.

- **изображения в градациях серого (grayscale);**

Если каждый пиксел кодировать восемью битами, то можно

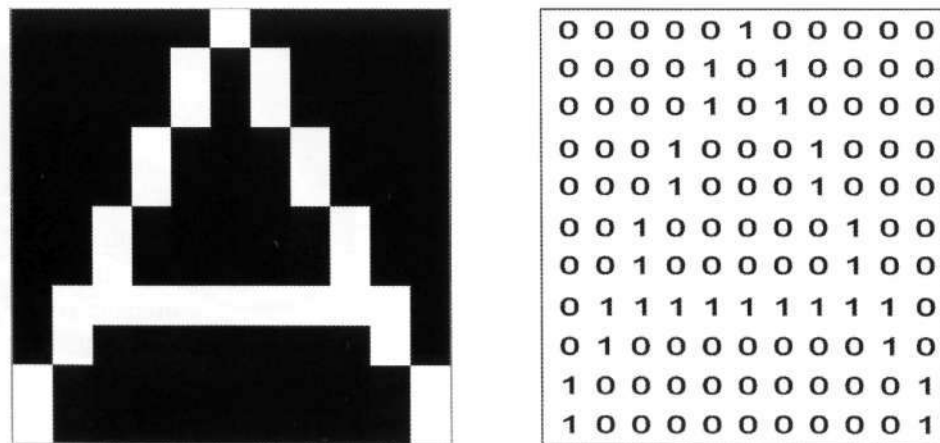


Рис. 12.7. Пример черно-белого изображения (Bitmap)

Бит (bit) - это минимальное количество информации, составляющее выбор одного из двух возможных вариантов: «0» или «1». В компьютерной графике служит в качестве единицы глубины цвета.

Количество цветов можно определить как  $2^p$ , где  $p$  - количество бит на пиксел.

Объем файла растровой графики зависит от трех параметров: от геометрических размеров, от значения разрешения и от значения глубины цвета. Объем файла в байтах равняется произведению длины изображения (в дюймах) на разрешение (в ppi), ширины изображения (в дюймах) на разрешение (в ppi) и на глубину цвета (в байтах на пиксел).

получить  $2^8 = 256$  градаций серого, или так называемую серую шкалу (grayscale).

Каждый пиксел характеризуется значением яркости, которое изменяется в диапазоне от 0 (черный) до 255 (белый). Такого числа уровней вполне достаточно, чтобы правильно отобразить черно-белое полутоновое изображение.

- **полноцветные изображения (truecolor).**

В этих изображениях каждый пиксел описывается восемью двоичными разрядами, в сумме это составит 24 бита. Это дает возможность закодировать 16,7 млн оттенков, что достаточно много.

Существуют также их варианты:

- **дуплексные изображения (duotone);**

Классическое дуплексное изображение - это печать одноцветного изображения двумя красками, одна из которых черная, а другая цветная (коричневая, голубая или зеленая). Может использоваться и несколько дополнительных красок. Дополнительные цвета применяются в данном случае для компенсации недостаточного количества тонов, которые может обеспечить печать только одним цветом. При этом дуплексы рассматривают как разновидность полутоновых (не цветных) изображений.

- **изображения с индексированными цветами (indexed colors).**

Индексированные цвета кодируются в виде так называемых цветовых таблиц (color lookup table, LUT), т.е. серий таблиц цветных ссылок (индексов), в которых цвета уже предопределены как мелки в коробке пастели.

Индексированные цветные изображения обычно характеризуются глубиной цвета от 2 до 8 бит на пиксел, поэтому используемая палитра может содержать от  $2^2=4$  до  $2^8=256$  цветов и оттенков соответственно.

Файл с индексированным изображением содержит заголовок, поясняющий прикладным программам структуру таблицы и способ цветового кодирования для каждого пиксела.

Несмотря на ограниченность палитры индексированные цвета используются в изображениях для Web-страниц.

С разрешением и глубиной цвета непосредственно связан и размер графического файла.

### 12.3.2. Источники получения и средства работы с растровой графикой

Тоновая коррекция (Tonal Correction) - изменение яркостей пикселей изображения с целью более равномерного их распределения по всему диапазону яркостей. С помощью тоновой коррекции можно добиться выявления деталей, скрытых в тенях (темных тонах изображения) или светах (светлых тонах изображения).

Цветокоррекция (Color Correction)- изменение цветовых параметров пикселей (яркости, контрастности, цветового тона, насыщенности) с целью достижения оптимальных результатов.

Цветodelение (Color Separation) - это процесс разложения цветного изображения на несколько изображений, которые будут напечатаны соответствующими типографскими красками.

Слой (layer) - дополнительный уровень для рисования. Слои можно сделать невидимыми, поменять местами. Можно рисовать только на одном слое, не затрагивая другие. Каждый слой повторяет все параметры основного изображения.

Существует немало способов создания электронных изображений. Ниже перечислены наиболее распространенные и широко известные средства подготовки растровых изображений, как аппаратные, так и программные:

- сканеры;
- цифровые камеры;
- видеосъемка;
- PhotoCD;
- программы генерации текстур и узоров;
- графические редакторы;
- анимационные программы;
- программы для создания трехмерных изображений;
- программы для копирования фрагментов экрана.

Программы, предназначенные для работы с растровой графикой, можно условно разбить на несколько классов.

- Средства создания растровых изображений: MS Paint, Corel Painter, Fauve Matisse.

Средства обработки изображений: Adobe Photoshop, Corel PHOTO-PAINT, Paint Shop Pro, PhotoDraw 2000 и другие.

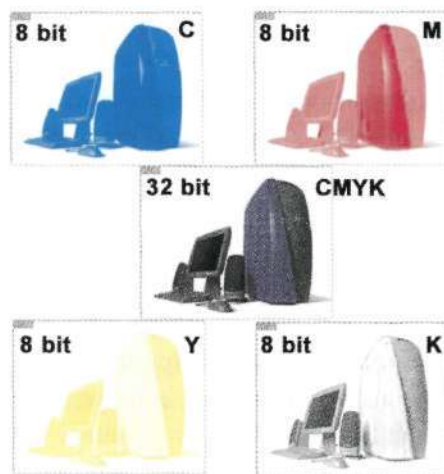
Средства захвата экрана, начиная от поддерживаемой всеми операционными системами возможности фотографирования содержимого экрана путем нажатия клавиши Print Screen или комбинации клавиш Alt+Print Screen до специальных программ типа Corel Capture.

- Средства каталогизации изображений: MS Imaging, Canto Gamulas Desktop и другие. Эти средства предназначены для создания графических баз данных в виде архивов изображений и фотографий. Их каталогизация позволяет экономить время при поиске и отборе иллюстративного материала.

Большинство растровых редакторов предназначено не для создания изображений с «нуля», а для обработки уже готовых изображений с целью улучшения их качества и реализации творческих возможностей дизайнера.

**Выделение** (selection) - это область, которая отмечает часть изображения, доступную для редактирования.

Канал (channel) - это компьютерная форма отображения каждой составляющей цветовой модели. Так, изображение в формате Grayscale имеет один канал, в цветowych моделях RGB и Lab - три канала (рис. 12.8, а, в), а в модели CMYK - четыре канала (рис. 12.8, б). В растровых редакторах цветowe каналы генерируются автоматически при создании или открытии изображения.



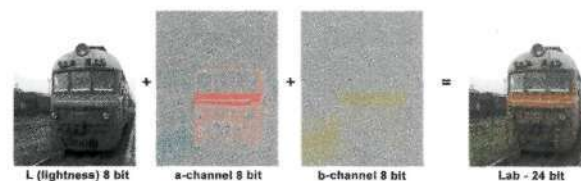
а

Рис. 12.8. Цветowe каналы, соответствующие различным цветowym моделям:

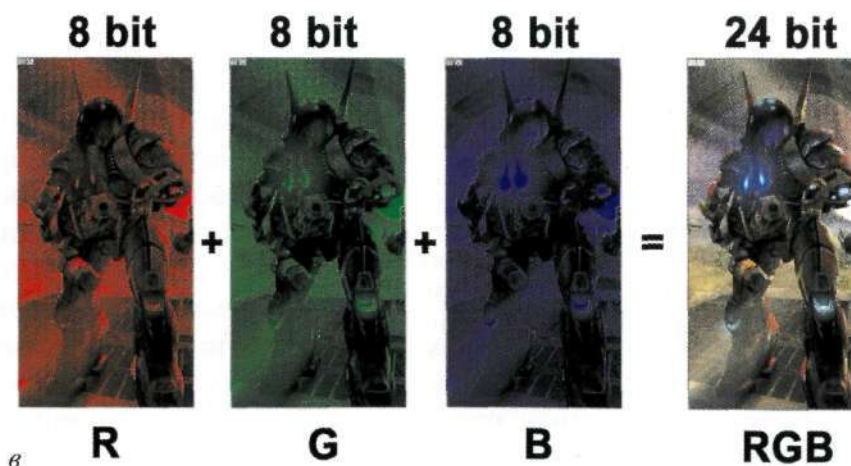
а - RGB; б - CMYK; в - Lab

В число возможностей данных программ входят широкие функции по тоновой и цветокоррекции растровых изображений, замене цвета, цветоделению; работа со слоями, выделениями, масками, альфа-каналами; работа в разных цветowych моделях и с разными типами файлов. Дополнительные фильтры позволяют создавать геометрические трансформации, стилизованные изображения и различные необычные эффекты.

Программы растровой графики применяются для коррекции, обработки и ретуширования фотографий, создания коллажей, для создания дизайн-макетов Интернет-страниц, для подготовки растрового материала к использованию в других программах (например, создание текстурных карт для трехмерных моделей).



б



в

### 12.3.3. Достоинства и недостатки растровой графики

**Альфа-канал** (alpha-channel) - это дополнительный канал с восьмибитным представлением изображения. Используется для создания и хранения масок, на печать, как правило, не выводится. В некоторых графических форматах служит маской прозрачности. Количество альфа-каналов ограничено только возможностями компьютера. Оформление маски в виде отдельного альфа-канала дает возможность свободного редактирования с помощью любых рисующих инструментов.

**Маска** (Mask) - объект, форма которого является границей отсечения маскируемого изображения.

**Фильтры** (filters или plug-ins) и спецэффекты (Effects) представляют собой небольшие программы, выполняющие заранее установленную последовательность команд. Они автоматически вычисляют значения и характеристики каждого пиксела изображения и затем модифицируют их в соответствии с новыми значениями.

**К достоинствам растровой графики относятся:**

- Аппаратная реализуемость.

К настоящему моменту изобретены и доведены до массового производства определенные классы устройств (сканеры, цифровые фотокамеры), которые позволяют автоматизировать процедуру преобразования графической информации в цифровую форму.

- Программная независимость.

Характер информации (совокупность чисел, организованных в двумерную матрицу), который требуется для хранения растрового изображения, позволяет создавать стандартные форматы. Эти форматы «понимают» практически все программы, работающие с изображениями: редакторы растровой и векторной графики, программы верстки, браузеры и даже операционные системы.

- Фотореалистичность изображений.

Как правило, характерными особенностями фотореалистичности являются множество цветов, градиенты, сложное освещение, наличие мягких тоновых переходов (дымка, туманы, облачность и т.п.).

**Недостатки растровой графики:**

- Значительный объем файлов.

Основные способы уменьшения объема растровых изображений состоят в оптимизации параметров, определяющих объем, в разумном кадрировании и использовании алгоритмов сжатия (выборе соответствующих форматов файлов).

- Сложности трансформирования растровых изображений.

Любые трансформации растровой графики (кроме ортогональных поворотов и зеркальных отражений по горизонтали и вертикали) сопряжены с проблемами (погрешностями, искажениями и деформациями), вызываемыми дискретной, или сетчатой, структурой изображения.

Кроме этого, в результате трансформирования, особенно с использованием алгоритмов интерполирования, помимо погрешностей детализации, у изображений всегда ухудшается резкость.

**Ретушь** (retouch) - коррекция изображения с целью устранения мелких дефектов, исправления тонального и цветового балансов.

**Коллаж** - художественная композиция, полученная путем комбинирования нескольких изображений, как правило, с применением инструментов выделения изображений.

- Аппаратная зависимость.

Основной причиной этого недостатка является то, что практически все внешние устройства (мониторы, принтеры и фотонаборные автоматы) визуализируют изображения средствами битовой карты. Любое изображение строится из совокупности каких-либо элементов (например, пикселей экрана, капель чернил, точек тонера, пятен, создаваемых лазерным лучом), поэтому каждое из таких устройств характеризуется собственным разрешением. Этот параметр играет существенную роль при печати изображения, так как происходит наложение дискретной сетки изображения на дискретную сетку устройства, что не всегда благоприятно для окончательного результата (например, возможно появление паразитного узора - муара).

Таким образом, перед созданием изображения (например, перед сканированием) пользователь уже должен представлять условия вывода изображения на визуализирующих устройствах.

Отсутствие объектов.

## 12.4. Основы векторной графики

### 12.4.1. Общие сведения

**Векторная графика** - один из способов представления графической информации с помощью совокупности кривых, описываемых математическими формулами.

Векторы представляют собой математическое описание объектов относительно точки начала координат. Проще говоря, чтобы компьютер нарисовал прямую линию, нужны координаты двух точек, которые связываются по кратчайшему пути. Для рисования дуги кроме координат двух точек необходимо задать еще и радиус и т.д.

Векторная иллюстрация - это набор геометрических объектов, построенных на основе кривых Безье, или примитивов (прямоугольников, окружностей, эллипсов, линий), поэтому векторная графика называется объектно-ориентированной.

Метод построения кривых Безье основан на использовании пары касательных (управляющих линий), проведенных к сегменту кривой в его окончаниях.

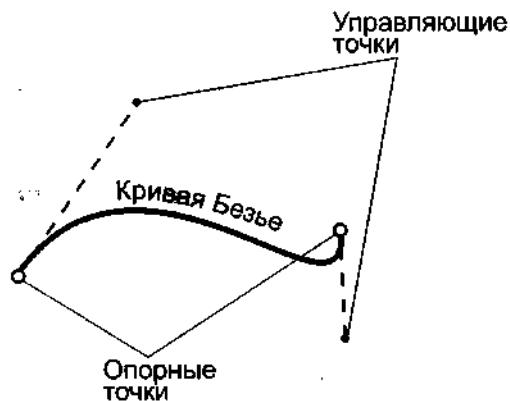


Рис. 12.9. Кривая Безье

Если рассмотреть произвольный простейший отрезок кривой Безье между двумя несовпадающими точками (рис. 12.9), то для его описания потребуется всего восемь цифр: XY-координаты первой опорной точки, XY-координаты первой управляющей точки, XY-координаты второй опорной точки и XY-координаты второй управляющей точки.

На форму кривой влияют угол наклона касательной и длина ее отрезка.

Математический аппарат построения кривых Безье позволяет на основе этой информации построить и визуализировать линию.

**Линия** - элементарный объект векторной графики. Как и любой объект, линия обладает свойствами: формой (прямая, кривая), толщиной, цветом, начертанием (сплошная, пунктирная). Окончание линии (то есть ее форма в конечном узле) также выступает одним из свойств с изменяемыми параметрами.

Простейшая незамкнутая линия ограничена двумя точками, именуемыми узлами. Узлы имеют ряд свойств, параметры которых влияют на форму конца линии и характер сопряжения с другими объектами. Все прочие объекты векторной графики, в том числе самые сложные, составляют из линий (рис. 12.10,а).

Замкнутые линии приобретают свойство заполнения. Охватываемое ими пространство может быть заполнено другими объектами (текстуры, карты) или выбранным цветом (12.10, б). Заполнение бывает растровым и векторным. В последнем случае иногда используют элементы фрактальной графики, являющейся частным случаем векторной. Основные языки программирования при выводе графических примитивов также используют понятия векторной графики.

Для построения объектов векторной графики используют инструменты рисования линий и управления заполнением контуров. Простые объекты могут взаимодействовать различными способами, в том числе с применением булевых операций объединения, вычитания и пересечения.

Эффекты, применяемые к объектам векторной графики, воздействуют на свойства линии, заполнения и узлов. По сути дела, в программах векторной графики все эффекты являются модифи-

каторами. Модификатор описывает математическими методами параметры изменения свойств исходного объекта, не затрагивая его основ. Именно на этом базируется возможность возврата к исходному состоянию объекта.

#### 12.4.2. Средства создания векторных изображений

Векторные изображения могут быть созданы несколькими видами программ.

- Программами векторной графики.
- Программами САПР, типичным представителем которых является программа AutoCAD. Ее векторный формат - DXF (Dynamic Exchange Format) понимается многими современными программами.
- Специализированными программами конвертирования растровых изображений в векторные. Одна из таких программ - CorelTrace, входящая в состав интегрированного продукта CorelDraw. Другая известная программа этого класса - Adobe Streamline.
- К векторным объектам относятся также текст и PostScript-контурные изображения, которые можно найти также в файлах, созданных с помощью текстовых процессов типа MS Word или программ верстки типа PageMaker.

На платформе Windows наибольшее распространение из программ векторной графики получил редактор CorelDRAW - мощный, удобный, но в то же время требовательный к ресурсам. Из других программ этого класса следует отметить Adobe Illustrator и Macromedia Freehand. Среди компактных и универсальных программ векторной графики можно отметить Corel Xara. С ее помощью можно создавать иллюстрации любого уровня сложности для web-сайтов, полиграфии и т.п.

Векторные редакторы и программы САПР являются наилучшим средством для построения шрифтовых и высокоточных графических объектов, таких как, например, конструкторские чертежи. Для таких иллюстраций принципиально важное значение имеет сохранение четких, ясных контуров независимо от размера

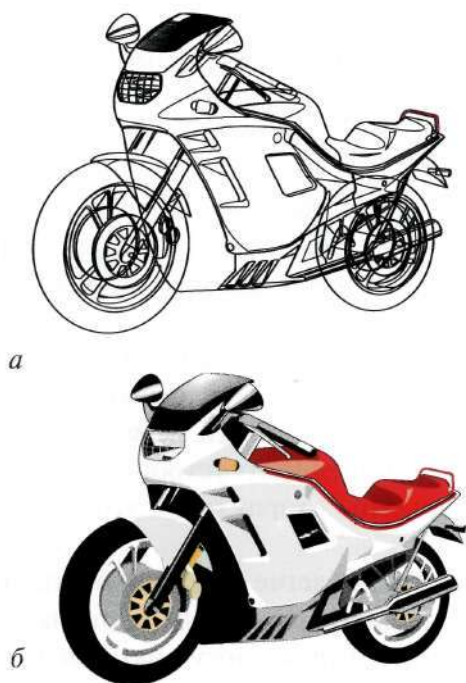


Рис. 12.10. Пример векторного изображения



изображения. Как правило, в векторном редакторе создается заготовка, затем она масштабируется до нужного размера и переводится в необходимый нам формат изображения.

### **12.4.3. Достоинства и недостатки векторной графики**

#### **Достоинства векторной графики:**

Минимальный объем файла.

Это связано с тем, что сохраняется не само изображение, а только некоторые основные данные (математическая формула объекта), используя которые программа всякий раз воссоздает изображение заново. Описание цветовых характеристик почти не увеличивает размер векторного файла. Гораздо проще описать окружность с заданным радиусом и координатами центра, чем поместить все пиксели массива, соответствующего этой окружности.

- Свобода трансформаций.

Это связано с тем, что векторная графика содержит только описания объектов, формирующих изображения, а компьютер или устройство печати интерпретирует их необходимым образом.

- Аппаратная независимость.

Поскольку построение векторных объектов не связано с какой бы то ни было заранее определяемой сеткой, векторное изображение не требует специальной подготовки для вывода и предварительного учета параметров внешнего устройства.

- Объектно-ориентированный характер этого вида графики.

Векторную графику значительно легче редактировать, поскольку готовое изображение не является «плоской» картинкой из пикселей, а составлено из объектов, которые могут накладываться друг на друга, перекрываться, оставаясь в то же время совершенно независимыми друг от друга.

#### **Недостатки векторной графики:**

Отсутствие аппаратной реализуемости.

Векторный принцип описания изображения не позволяет

автоматизировать ввод графической информации, как это делает сканер для растровой графики. На сегодняшний день не существует, например, векторных мониторов или векторных сканеров.

- Программная зависимость.

Каждый векторный редактор располагает собственным форматом. При этом переход между такими форматами или невозможен в принципе или невозможен без существенных потерь.

- Жесткость векторной графики.

Векторная графика ограничена в чисто живописных средствах и не позволяет получать фотореалистичные изображения с тем же качеством, что и растровая. Причина в том, что здесь, в отличие от растровой графики, минимальной областью, закрашиваемой однородным цветом, является не один пиксел, а один объект. А размеры объекта по определению больше.

Строго говоря, ни один современный профессиональный графический пакет не является чисто векторным или чисто растровым, а совмещает в себе элементы как того, так и другого вида графики. Например, векторный редактор CorelDRAW имеет как собственные, так и подключаемые (plug-ins) инструменты для редактирования растровых изображений, а в последних версиях растрового редактора Photoshop расширены инструментальные возможности для работы с векторными объектами.

Подключаемый модуль (Plug-in) - программное обеспечение, разработанное сторонними компаниями для использования с основным графическим приложением. Дополнительный модуль расширяет и улучшает стандартные средства программного продукта.

## 12.5. Форматы графических изображений

### 12.5.1. Общие сведения

Как и любая другая компьютерная информация, графические изображения сохраняются в виде файла, имеющего определенную организацию данных, оптимальную для конкретного приложения.

Наряду с разрешением, формат файла оказывает влияние на качество изображения, в частности на размер файла.

Каждый из используемых сегодня форматов имеет какие-то характерные особенности и возможности, делающие его незаме-

Способ организации информации в файле носит название **формата**.

нимым в конкретных сферах применения: web-дизайн, электронные или печатные публикации, ретушь и улучшение качества фотографий, создание комбинированных изображений (коллажей) и других. Поэтому знание особенностей их организации, плюсов и минусов, тонкостей технологии применения очень важно для подготовки профессиональных дизайнеров.

Все множество форматов, используемых для записи изображений, можно условно разделить на три категории:

- хранящие изображение в растровом виде (BMP, TIFF, PCX, PSD, JPEG, PNG, GIF);
- хранящие изображение в векторном виде (WMF);
- универсальные, совмещающие векторное и растровое представления (EPS, PICT, CDR, AI, FH\*, FLA и т.п.).

Основные критерии выбора формата - это совместимость программ и компактность записи.

В данной главе рассмотрены в основном наиболее распространенные универсальные форматы, которые поддерживаются не только графическими программами, но и рядом других типов прикладных программ, включая программы верстки, системы автоматического проектирования и т.д.

### **12.5.2. Алгоритмы сжатия графической информации**

При рассмотрении различных аспектов разрешения, было показано, что для получения растровых изображений фотографического качества требуется высокое разрешение. Это, в свою очередь, сказывается на размерах графических файлов, требующих (если не предпринимать специальных мер) для своего хранения от нескольких единиц до нескольких десятков мегабайтов памяти.

Любой используемой нами информации (в том числе и графической) свойственна избыточность, которая никак не улучшает качество, но требует большого расхода дисковой памяти. В связи с этим были разработаны способы, позволяющие сжимать графическую информацию.

С самых общих позиций все существующие алгоритмы сжатия можно разбить на два больших класса:

- сжатие без потерь (lossless), когда информация полностью восстанавливается;
- сжатие с потерями (lossy), когда информация до сжатия и после сжатия отличается в определенной и регулируемой степени.

Метод сжатия без потерь очень эффективен для растровых рисунков, содержащих большие области однотонной заливки или повторяющихся растровых узоров.

В качестве примеров алгоритмов сжатия без потерь можно рассмотреть следующие:

- кодирование длин серий;  
алгоритм Хаффмана;  
алгоритм LZW.

**Кодирование длин серий.** Растровое изображение при сохранении фактически вытягивается в цепочку, в которой могут встречаться цепочки (последовательности) одинаковых байтов. Самым простым способом, который позволяет уменьшить объем файла, является поиск повторяющихся кодов (символов, цвета и т.п.) - серий одинаковых значений (Run Length Coding). Каждая такая серия фиксируется двумя числами: первое указывает количество одинаковых значений, а второе - само значение.

Алгоритм рассчитан на деловую или декоративную графику - изображения с большими областями локального (повторяющегося) цвета.

**Алгоритм Хаффмана** основан на определенном анализе документа и вычислении частоты встречаемости цветовых значений (или значений других видов информации); этим значениям в соответствии с рангом присваиваются коды сначала с минимальным количеством битов, а затем по мере снижения частоты (уменьшения ранга) используется все большее количество двоичных разрядов.

**Алгоритм LZW** (Lempel-Ziv-Welch) сжимает данные путем поиска одинаковых последовательностей (называемых фразами) во всем файле. Затем выявленные последовательности сохраняются в таблице, где им присваиваются более короткие маркеры (ключи).

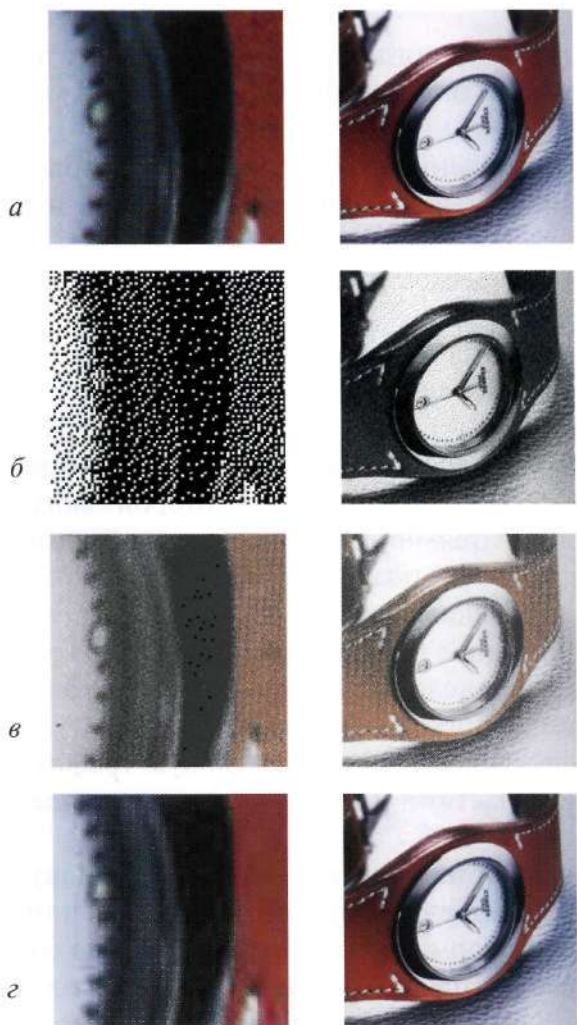


Рис. 12.11. Примеры сжатия изображения:  
 а - сжатие без потерь (LZW);  
 б - bitmap - битовое изображение;  
 в - сжатие формата GIF - индексированные цвета;  
 г - сжатие JPEG

Сжатие с потерями лучше всего работает с теми изображениями, на которых нет повторяющихся узоров или больших областей однотонной заливки.

Наиболее известным методом сжатия с потерями является **JPEG-компрессия**. Этот метод компрессии основан на особенности человеческого восприятия: глаз достаточно четко различает яркость объекта и цветовые контрасты, а плавные изменения в светах и тенях значительно меньше. При записи такой изобразительной информации часть цветовых данных может быть опущена, как предполагается, без заметного ущерба для восприятия.

На рис. 12.11 показаны результаты сжатия изображений с использованием вышеописанных методов и при сохранении в различных форматах.

### 12.5.3. Растровые форматы

Графический формат **BMP** (сокращение от слова bitmap) - это разработка фирмы Microsoft для операционной системы Windows, он представляет собой чрезвычайно простую структуру и служит для описания и визуализации небольших изображений-пиктограмм (icons), широко применяемых в графических интерфейсах.

Графический формат **GIF** (Graphics Interchange Format) разработан фирмой Сотри-Serve как экономный формат для хранения растровых изображений с компрессией (сжатием по алгоритму LZW) и обмена графическими файлами по телефонной сети с помощью модемов. Этот формат допускает хранение нескольких изображений, что нашло широкое применение в так называемых «анимированных GIF-изображениях». Формат позволяет присвоить одному или нескольким цветам прозрачность, что дает возможность размещать такие изображения на любом фоне. Ограничение состоит в том, что поддерживается только палитра индексированных цветов (256 цветов).

Формат нашел широкое применение на Web-страницах для размещения изображений с небольшим количеством цветов, т. е.

деловой и декоративной графики (надписи, знаки, логотипы, кнопки, элементы оформления и т.д.)

Графический формат JPEG (Joint Photographic Experts Group) предназначен для хранения полноцветных фотореалистичных изображений. Основанный на особенностях человеческого зрения, этот формат использует алгоритмы сжатия с потерями и обеспечивает значительное уменьшение объема графического файла.

Формат JPEG широко используется во всемирной сети.

Формат TIFF (tagged image file format, TIF) разработан совместно фирмами Aldus Corporation и Microsoft и является одним из самых распространенных среди известных в настоящее время форматов. Ему доступен весь диапазон цветовых моделей - от монохромной до RGB и CMYK. Формат поддерживается практически всеми основными пакетами растровой и векторной графики, программами редактирования и верстки текста.

Формат TIF поддерживает ряд дополнительных функций:

использование дополнительных каналов (альфа-каналов, или, как их еще называют, каналов масок);

- использование сжатия;
- возможности выполнения предварительного

цветоделения.

На сегодняшний день формат TIF является лучшим выбором при импорте растровой графики в векторные программы и издательские системы.

#### **12.5.4. Универсальные и векторные графические форматы**

Формат WMF (Windows Metafile) применяется для хранения векторных изображений, например в этот формат конвертируются векторные изображения при переносе через буфер обмена Clipboard, поэтому для редактирования данного формата никакого специального приложения не существует.

Формат EPS (Encapsulated PostScript) является вариантом PostScript-файла. Он разработан фирмой Adobe Systems как универсальный формат для нужд цифровой графики и полиграфии.

**PostScript** представляет собой язык программирования, предназначенный для описания разного рода графических объектов и последующей печати созданных иллюстраций, верстки документов пользователя точно в таком виде, как они видны на экране.

Изображение в файле хранится в двух вариантах: основной вариант - это собственно векторное изображение, сохраненное как описание на языке PostScript, и дополнительный вариант - это пиксельное изображение с уменьшенным разрешением, используемое для предварительного просмотра.

Благодаря своей надежности, совместимости со многими программами и платформами и большой совокупности настраиваемых параметров формат EPS выбирают большинство разработчиков программного и аппаратного обеспечения.

Формат **PDF** (Portable Document Format) - это оптимизированная версия языка PostScript, ориентированная как межплатформенный формат, интегрирующий макет страницы с иллюстрациями, как векторными, так и пиксельными, шрифтами, гипертекстовыми ссылками, звуками и анимационными фрагментами. Для обеспечения небольшого размера используются разные способы компрессии.

Формат **PDF** - «родной» формат программы Adobe Acrobat, которая является основным средством электронного распространения документов на платформах Macintosh, Windows, Unix и DOS.

Формат **AI** принадлежит фирме Adobe и является внутренним форматом векторного редактора Adobe Illustrator.

Формат **CDR** принадлежит фирме Corel и является внутренним форматом векторного редактора CorelDRAW.

Формат **FH** с порядковым номером версии принадлежит фирме Macromedia и является внутренним форматом векторного редактора FreeHand.

## 12.6. Взаимные преобразования растровой и векторной графики

В настоящий момент происходит взаимное проникновение элементов растровой графики в редакторы векторной графики и, наоборот, элементов векторной графики - в редакторы растровой графики (например, все известные векторные программы включают фильтры для обработки растровых изображений и, кроме того,

**Растеризация** - это процедура преобразования векторных контуров в битовую карту и совокупность пиксельных элементов.

Преобразование растровой графики в векторную называется **векторизацией (vectorisation)** или **трассировкой (trasing)**.

предлагают команды конвертирования векторных изображений в растровые; растровые программы, в свою очередь, используют векторы для построения сложного контура выделенной области).

Важно и то, что принципы векторной и растровой графики допускают взаимные преобразования друг в друга: **растеризацию и трассировку**.

В настоящее время любой векторный редактор располагает возможностью конвертирования как всего документа, так и произвольной совокупности объектов в растровое изображение, которое остается размещенным в векторном документе.

Растеризация в пределах векторной программы происходит с утратой исходного векторного изображения и преобразованием его в совокупность пикселей, т.е. в матрицу цветовых значений.

Выбрав команду Rasterize (растеризовать) или подобную, пользователь оказывается перед необходимостью выбора традиционных параметров растрового изображения в соответствующем диалоговом окне: размеров, разрешения и глубины цвета (цветовой режим), хотя они и могут называться по-разному.

Другим вариантом растеризации является экспортирование в растровый документ векторного изображения целиком или только выделенных объектов. В программах векторной графики существуют команды, позволяющие осуществлять такую растеризацию, например Bitmap Export (Экспортирование в битовый формат).

Противоположным действием процедуры растеризации является преобразование растровой графики в векторную.

Простой принцип, лежащий в основе трассировки (очерчивание областей с одинаковыми или близкими цветами), получил развитие в нескольких способах трассировки.

По способу выполнения существуют следующие виды трассировки:

- ручная трассировка (обводка), выполняемая с помощью обычных векторных инструментов;
- автоматическая трассировка, выполняемая специализированными средствами программы (трассировка внутри векторной программы);



- автоматическая трассировка, выполняемая специализированными программами.

Выбор способа трассировки зависит от сложности исходного изображения, требуемого качества и некоторых других факторов.

Сущность ручной трассировки заключается в рисовании поверх пиксельного изображения векторных контуров всеми доступными средствами векторных программ.

В некоторых векторных программах (например, Adobe Illustrator и Macromedia FreeHand) предусмотрены специализированные инструменты, которые позволяют выполнить трассировку несложных пиксельных изображений. В CorelDRAW, например, эта функция является дополнительной для обычных инструментов.

Следует иметь в виду, что результат, который могут обеспечить такие инструменты, очень часто оставляет желать лучшего и практически всегда требуется тщательная доработка. В связи с этим во многих случаях рациональнее выполнять трассировку вручную.

Из программ трассировки наиболее известны следующие:

- Adobe Streamline, которая распространяется независимо;
- CorelTRACE, входит в пакет CorelDRAW.

В программах используются более точные и многообразные настройки, а также несколько методов трассировки.

Метод трассировки **«по очертанию» (outline)** предназначен для трассировки изображений с четкими цветовыми областями (пятнами различной величины и линиями неодинаковой толщины). Названным методом можно обрабатывать как двухцветные, так и многоцветные изображения. Принцип работы контурного метода состоит в очерчивании контуром цветной области в пределах допуска и заполнении ее соответствующим цветом (рис. 12.12).

Метод трассировки **«по средней линии» (centerline)** предназначен для трассировки технических изображений (чертежей, схем) и изображений делового характера (таблиц, диаграмм), а также любых изображений с более или менее одинаковой толщиной ли-



Рис. 12.12. Пример трассировки методом «по очертанию»:  
 а - исходное растровое изображение;  
 б - результат трассировки

ний. Принцип работы метода заключается в том, что программа определяя центр линии, создает линейный контур.

Указанные выше методы трассировки являются основными, но некоторые программы предлагают и другие способы трассировки, которые обеспечивают разнообразные декоративные принципы (декоративные методы трассировки).

## 12.7. Основы трехмерной графики

### 12.7.1. Общие сведения

Наряду с программами традиционной 2Б-графики в последнее десятилетие широкое распространение и популярность получили программы 3Э-моделирования, анимации и визуализации.

При этом такие известные программные решения, как 3D Studio MAX от компании Discreet (подразделения Autodesk, Inc.) или Maya от компании Alias|Wavefront являются, по сути, гибридными графическими пакетами. С одной стороны, они предоставляют дизайнеру возможность манипулирования 2D- и 3D- векторными объектами, с другой, результатом работы (финальной визуализации) является растровое изображение - отдельный кадр или видеоролик.

В упрощенном виде для пространственного моделирования объекта требуется:

- спроектировать и создать виртуальный каркас («скелет») объекта, наиболее полно соответствующий его реальной форме;
- спроектировать и создать виртуальные материалы, по физическим свойствам визуализации похожие на реальные;
- присвоить материалы различным частям поверхности объекта («спроектировать текстуры на объект»);
- настроить физические параметры пространства, в котором будет действовать объект, - задать освещение, гравитацию, свойства атмосферы, свойства взаимодействующих объектов и поверхностей.

Понятно, что традиционная 2D-плоскость рисунка (как, например, в графических редакторах CorelDRAW, Adobe Illustrator или Macromedia FreeHand) для этой цели не подходит. В данном случае требуется такое описание рабочего пространства, в котором можно создавать не только геометрическую форму моделируемых трехмерных объектов, но и их взаимное расположение как в статике, так и в движении.

Все программы 3D-графики, прежде всего, позволяют использовать **декартову (картезианскую) систему координат** (Cartesian coordinate system).

Реже, но все же достаточно часто, используются полярная **цилиндрическая система координат** (polar cylindrical coordinate system) и полярная **сферическая система координат** (polar spherical coordinate system).

### 12.7.2. Рабочее пространство

В зависимости от задачи и этапа работы (например, исходное моделирование формы объекта или последующее размещение уже готовых объектов на «сцене») можно выбирать различные типы пространств и связанных с ними координатных систем.

Чаще всего программы трехмерного моделирования предоставляют следующие варианты пространств:

- **Пространство объекта (object space)**, которое предназначено для моделирования (описания) формы объекта в его собственной (локальной) системе координат безотносительно того, где он будет размещен на сцене, как ориентирован или масштабирован.

- **Мировое пространство (world space)** используется для размещения объектов на сцене, осуществления аффинных трансформаций (перемещения, поворота и масштабирования объектов), описания освещения сцены, вычисления столкновений между объектами при моделировании динамики их движения и т.п. Это единое пространство для всех объектов.

- **Видовое пространство (view space)** ассоциировано с виртуальным наблюдателем (обычно камерой) или определенной проекцией сцены (например, фронтальным видом) и описывает ту часть сцены, которая доступна для просмотра и работы в видовом окне (viewport). Это своего рода точка зрения.

- **Экранное пространство (screen space)** - это D-пространство (плоскость), в котором отображаются аксонометрические (axonometric) или перспективные (perspective) проекции 3D-объектов на плоскость поверхности монитора.

- **UVW-параметрическое пространство (UVW parametric space)** используется при математическом моделировании сложных кривых и поверхностей (например, NURBS-объектов) или для задания UVW-координат текстурирования поверхностей (UVW mapping coordinates).

### 12.7.3. Моделирование объектов

В первом приближении все создаваемые трехмерные объекты можно разделить на **геометрические**, используемые для моделирования фактической «начинки» сцены (персонажей, предметов, т.е. объектов вещественного мира), и **негеометрические**, применяемые для придания сцене реалистичности (например, правильного освещения), для моделирования физических сил, действующих на объекты (например, гравитации или порывов ветра), для реализа-

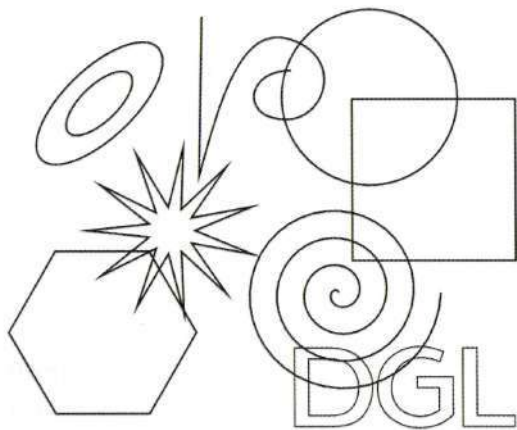


Рис. 12.13. Сплайновые кривые

ции других утилитарных целей (например, повышения точности построения, измерения расстояний и т.п.).

Другими словами, геометрические объекты будут присутствовать в визуализированном кадре явно (как кривые или поверхности), а негеометрические опосредованно (в виде бликов, теней, ускорений и т.п.).

Основные типы объектов и технологии их моделирования рассмотрены на примере пакета 3D Studio MAX компании Discreet.

Ниже приведен краткий перечень типов геометрических объектов, которые могут быть созданы в этой программе.

- **Сплайновые кривые (spline curves)** - рис. 12.13 - это смоделированные таким образом кривые (Безье или NURBS), что они могут служить заготовками для построения поверхностей (экструзии, тела вращения или лофтинга) или их можно использовать в качестве траектории движения.

- **Полигональные объекты (polygonal objects)** - рис. 12.14 - это полигональные примитивы (polygonal primitives), описываемые наборами динамически изменяемых параметров (например, длин, радиусов) или полигональные сетки (polygonal meshes), определяемые как наборы граней (faces), ограниченных ребрами (edges), попарно соединяющими вершины (vertices).

- **Поверхности Безье (Bezier patches)** - рис. 12.15 - это математически гладкие поверхности, описываемые расположением вершин Безье. Эти вершины определяют их кривизну при помощи дополнительных управляющих точек (control points) на концах касательных к поверхности векторов (tangent vectors). Подобные поверхности требуют большей нагрузки для вычислительной системы, зато позволяют моделировать сложные криволинейные (например, даже органические) формы объектов.

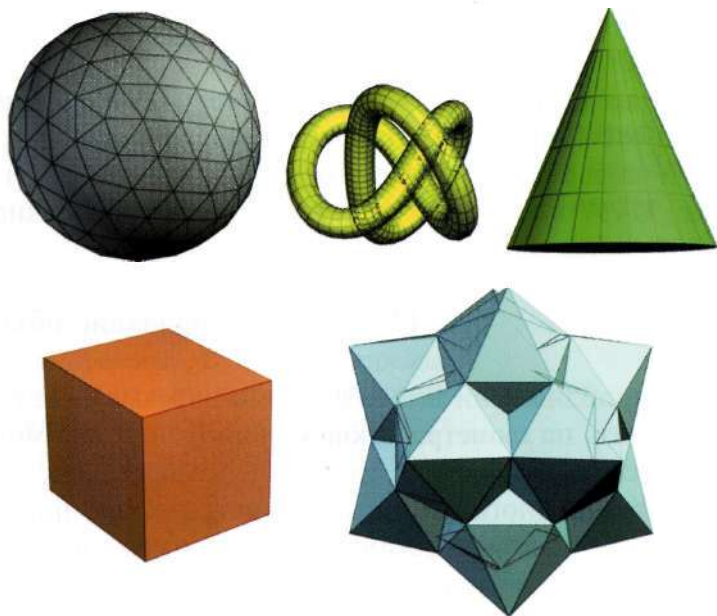


Рис. 12.14. Полигональные объекты

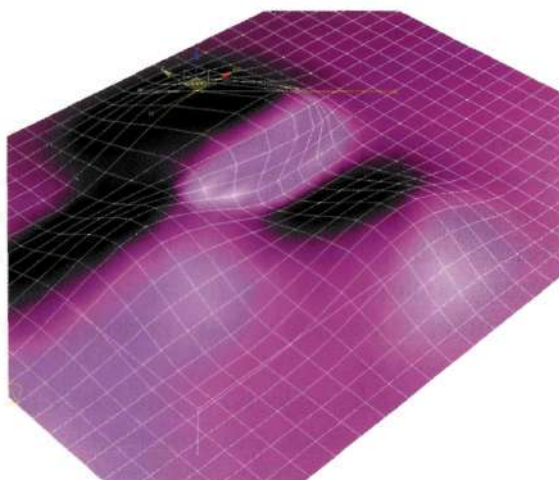


Рис. 12.15. Поверхность Безье

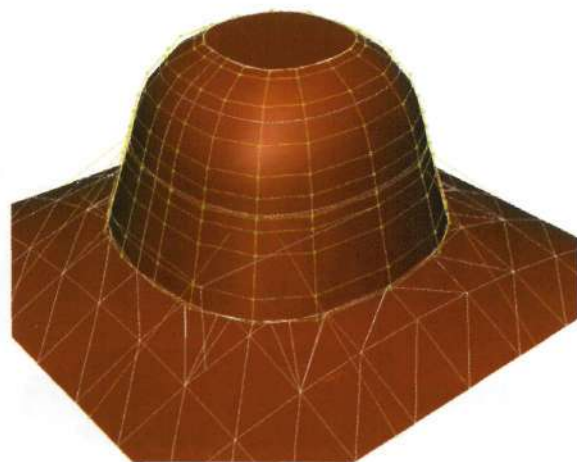


Рис. 12.16. NURBS - поверхность

- **NURBS-поверхности (Non-Uniform Rational B-splines surfaces)** - рис. 12.16 - это наиболее универсальный и эффективный способ моделирования неоднородных криволинейных поверхностей. Такие поверхности описываются в особом четырехмерном гомогенном (однородном) пространстве (homogeneous space), в котором каждая управляющая вершина (control vertex), кроме трех координат  $x, y$  и  $z$ , имеет еще и дополнительную весовую (weight) характеристику. Изменяя положение и относительный вес вершины, можно предельно точно управлять формой объекта.

- **Составные объекты (compound objects)** - рис. 12.17 представляют собой комбинацию двух или более смоделированных заранее заготовок. В зависимости от того, какое именно составное тело создается, заготовками могут служить кривые или объемы (поверхности). Типичными примерами составных объектов служат: лофт-объекты (loft objects) - тела, построенные по сплайновым сечениям; булевы объекты (boolean objects) - результаты булевских операций (объединения, вычитания или пересечения)

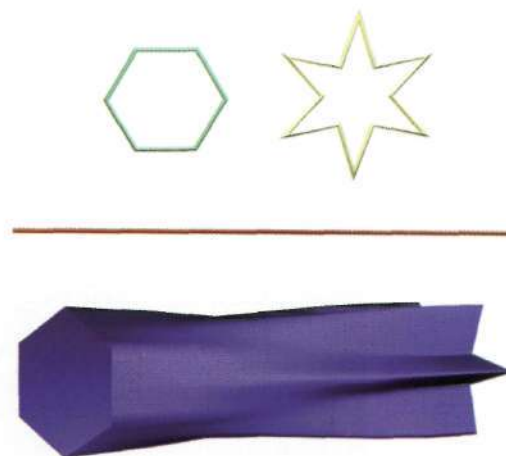


Рис. 12.17. Составные объекты



между объемами; морф-объекты (morph objects) - анимационные объекты, изменяющие свою форму за счет интерполяции положения вершин поверхности между базовым (base) и целевыми (target) объектами.

- **Системы частиц (particle systems)** - рис. 12.18 - это объекты-эмиттеры (emitters), генерирующие по заданному алгоритму частицы с определенной формой, начальной скоростью, сроком «жизни» и другими характеристиками. Такие анимационные объекты используются для моделирования дождя, пузырьков газа в жидкости, осколков взрывающихся снарядов и тому подобных образцов объективной реальности.

- **Динамические объекты (dynamics objects)** - рис. 12.19 позволяют моделировать объекты, реагирующие на приложенные к ним внешние силы: пружины (springs) и амортизаторы (dampers). Используются при моделировании динамики движения объектов, когда пружина, например, сама растягивается под воздействием подвешенного на ней груза.

В других программах трехмерного моделирования предоставляется во многом схожий, а в чем-то и отличный, набор инструментов создания и редактирования геометрических объектов.

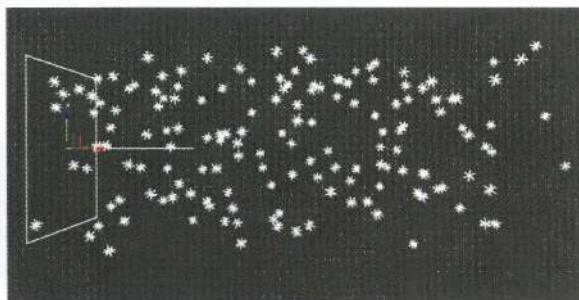


Рис. 12.18. Система частиц

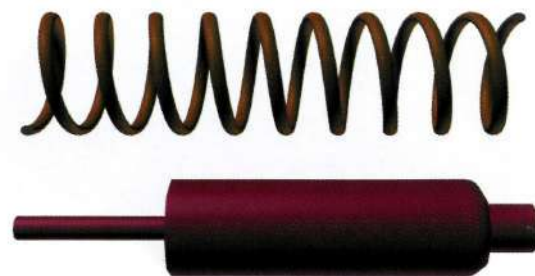


Рис. 12.19. Динамические объекты

Продолжая рассматривать в качестве примера программу 3D Studio MAX, кратко рассмотрим основные типы негеометрических объектов.

- **Источники света (light objects)** - рис.12.20 - используются при моделировании наружного (exterior) и интерьерного (interior) освещения. Различные типы источников реализуют различные алгоритмы распространения света: всенаправленные лучи из точечного источника (omni light); сфокусированный луч из прожекторного источника (spotlight); параллельные лучи из направленного источника (direct light). При этом испускаемый источниками свет может быть по-разному окрашен (light color), он может затухать на определенном расстоянии (attenuation), а также порождать тени от объектов (shadows). К сожалению, большинство 3D-программ (и 3D Studio MAX здесь не исключение) не моделируют корректно рассеянный свет (ambient light), что напрямую сказывается на фотореалистичности итоговой визуализации.

- **Камеры (cameras)** позволяют полностью контролировать отображение объектов в плоскости кадра (рис.12.21). Важнейшей характеристикой является фокусное расстояние объектива камеры (focal length), определяющее ее поле зрения (field of view - FOV). Оба этих параметра взаимосвязаны и измеряются в миллиметрах и градусах соответственно. Еще одной важной характерис-

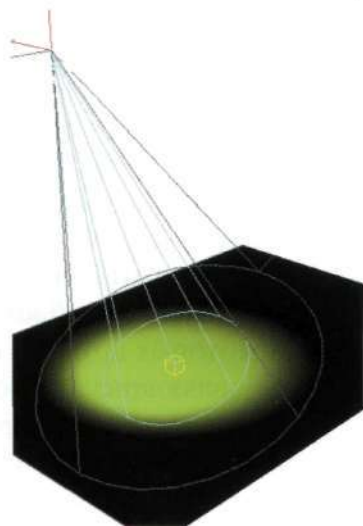


Рис. 12.20. Источник освещения

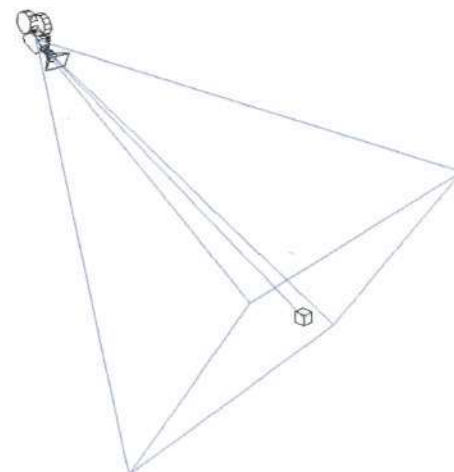


Рис. 12.21. Пример установки камеры





Рис. 12.22. Пример сочленений

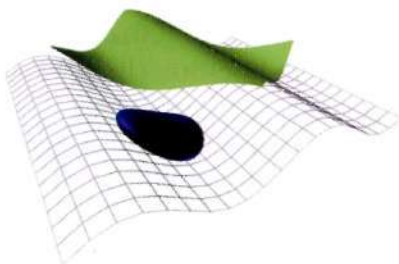


Рис. 12.23. Искривитель пространства

тикой камеры являются плоскости отсечения (clipping planes), ограничивающие видимую по глубине (расстоянию от наблюдателя) часть сцены.

- **Системы сочленений (bones systems)** - рис. 12.22 - это структуры, состоящие из иерархически связанных «костей», описывающих сложную кинематику движения (kinematics) моделируемого объекта (например, человека). Обычно они применяются при использовании инверсной кинематики (inverse kinematics - IK) как метода манипулирования связанными структурами объектов. Оставаясь невидимыми при визуализации, они являются своеобразной арматурой (скелетом) анимируемого объекта или нескольких объектов.

- **Искривители пространства (space warps)** - рис. 12.23 - реализуют динамические воздействия внешних сил на объекты. Примерами могут служить волновая деформация поверхности (wave) или ударная волна (rbomb), разбрасывающая фрагменты объекта в пространстве.

#### 12.7.4. Материалы и карты

По окончании процесса моделирования для полученной геометрии создаются материалы и текстурные карты.

Материалы определяют визуальные свойства поверхностей, т. е. описывают то, как поверхность объекта взаимодействует с освещением сцены.

Использование текстурных карт (декоративных узоров, фотоизображений) позволяет придать материалам дополнительную реалистичность (например, вид мощенной плиткой мостовой или портмоне из крокодиловой кожи).

В качестве карт могут быть использованы изображения (image textures), сохраненные в файлах различных форматов (BMP, TIF, JPG, EPS и некоторых других), либо процедурные текстуры (procedural textures), являющиеся наборами правил (процедурами) быстрого построения нужного узора.

Типичным примером использования карт при моделировании материалов является описание их с помощью текстурирова-

ния цвета поверхности или ее рельефа (bump mapping).

Для точного управления текстурированием (texture alignment) обычно требуется дополнительно указать способ проецирования («переноса») текстуры на поверхность объекта (projection type) и режим отображения на ней (mapping mode).

Основные способы проецирования текстур следующие:

- ортографический (orthographic) - рис.12.24,а - когда текстура проецируется на плоскость, описанную тремя точками. Такой способ очень часто называют планарным (planar) проецированием;
- цилиндрический (cylindrical) - рис.12.24,б - это «заворачивание» объекта в текстуру, проецируемую на цилиндр, описанный двумя полюсами (верхним и нижним) и линией шва (соединения кромок текстуры);

- сферический (spherical) - рис.12.24,в - способ, аналогичный предыдущему, но проецирование происходит на сферу, заданную верхним полюсом, центром и швом;

- UV-координатный (object UV) - рис.12.24,г использует задаваемые в вершинах объекта параметрические координаты текстурирования поверхности. Применяется при текстурировании объектов со сложной топологией.

В зависимости от конкретной программы трехмерного моделирования предлагается различная совокупность дополнительных свойств материалов. Например, пакет 3D Studio MAX позволяет моделировать динамику твердых тел (dynamics of rigid bodies), что приводит в этом случае к необходимости задать коэф-

*а**б**в**г*

Рис. 12.24. Способы проецирования текстур

*а* - ортографический;

*б* - цилиндрический; *в* - сферический;

*г* - UV-координатный

фициент упругости материала (bounce coefficient) и коэффициенты силы трения покоя (static friction) и трения скольжения (sliding friction).

### 12.7.5. Анимация

Базовым принципом компьютерной анимации (как, собственно говоря, и любой другой) является быстрая смена последовательности кадров (frames), фиксирующих промежуточные фазы движения, перед глазами наблюдателя (как правило, для гладкого воспроизведения анимации необходима частота кадров не менее 20 кадров в секунду).

Под движением подразумевается как непосредственно перемещение или поворот объекта в пространстве сцены, так и любое изменение его формы, цвета и т.п.

Большинство анимационных программ реализуют **метод ключевой анимации (keyframe animation)** объектов, заимствованный из традиционной мультипликации. Суть этого метода состоит в разделении кадров на ключевые (keyframes) и промежуточные (tweens). В ключевых кадрах фиксируются ключевые (критически важные, опорные) фазы анимации объекта, например положение спортсмена непосредственно перед прыжком или верхнюю точку полета волейбольного мяча. В промежуточных кадрах сама программа интерполирует остальные фазы анимации объекта, используя при этом дополнительную информацию, полученную от аниматора.

Однако ключевая анимация не всегда является оптимальным выбором. Например, если необходимо «заставить» объект совершить сложный пируэт в пространстве, то проще нарисовать для него нужную сплайновую траекторию, чем определять десятки (а то и сотни) ключевых кадров. Такая, не требующая задания большого количества ключевых кадров, анимация называется **параметрической (parametric animation)**. Обычно она реализована как набор предустановленных анимационных эффектов, plug-in-модулей, например случайного изменения параметра или движения по траектории. Достаточно задать время начала и завершения такого

эффекта, настроить его параметры, а обо всем остальном позаботится анимационная программа.

### 12.7.6. Визуализация

**Итоговая визуализация (rendering)** - заключительный этап работы со сценой.

К этому этапу сцена содержит информацию о геометрии объектов, их материалах и освещении. Задача модуля визуализации состоит в том, чтобы вычислить цвет каждого пиксела итогового изображения, основываясь на информации о моделях и выбранном положении виртуального наблюдателя (камеры).

Цвет каждой точки на поверхности отрисовываемого объекта вычисляется исходя из физических свойств материала и освещающего его света. Для описания того, как поверхность отражает или пропускает свет, существует два основных алгоритма тонирования (shading algorithms). Они называются алгоритмами локального (local illumination) и глобального освещения (global illumination).

**Алгоритмы локального освещения** описывают то, как каждая поверхность отражает или пропускает свет. Эти математические алгоритмы вычисляют интенсивность, цвет и дальнейшее (после отражения или прохождения насквозь) распределение света, упавшего на поверхность объекта. Простейшие из таких алгоритмов рассматривают только свет, непосредственно пришедший от источников освещения к тонируемой поверхности.

Однако алгоритмы локального освещения не позволяют получать корректные итоговые изображения, так как не учитывают более сложные взаимодействия поверхностей и освещения сцены (например, поверхности могут блокировать часть падающего на них света и отбрасывать тени на другие поверхности; в блестящих поверхностях могут присутствовать отражения других объектов; на поверхностях могут возникать рефлекс; прозрачные поверхности позволяют видеть объекты, находящиеся за ними).

**Алгоритмы просчета глобального освещения** при визуализации корректно учитывают прохождение света между поверхнос-

тиями, что решает поставленные проблемы. Чаще всего используются два алгоритма:

- трассирования лучей (ray tracing);
- излучательности (radiosity).

Алгоритм трассирования лучей отслеживает в обратном направлении (backward) прохождение лучей света от глаза наблюдателя через каждый пиксел итогового изображения к поверхностям визуализируемых объектов.

Алгоритм обратного трассирования лучей является очень мощным и гибким. Он позволяет аккуратно просчитывать такие характеристики глобального освещения, как тени, зеркальные отражения, преломления света в прозрачных материалах. Однако он имеет два существенных недостатка:

- высокая сложность и, как следствие, малая скорость вычислений;
- подмена просчитанного непрямого освещения (indirect lighting) на «абстрактный» окружающий свет (ambient light), что приводит, например, к отсутствию рефлексов на поверхностях.

Алгоритм просчета излучательности фундаментально отличается от алгоритма трассирования лучей. Вместо вычисления цвета каждого пиксела итогового изображения этот алгоритм просчитывает интенсивность каждой точки пространства сцены. Поверхности всех объектов разбиваются на элементы (небольшие по площади) и для каждого из них вычисляется, сколько света он излучает на остальные элементы.

Полученное таким образом изображение сцены является корректным с точки зрения отражений света между поверхностями (diffuse interreflections), но имеет и свои неустранимые недостатки:

- большие затраты памяти при вычислениях;
- отсутствие в полученном изображении отражений и преломлений света в прозрачных поверхностях.

Так как ни один из вышеизложенных алгоритмов не может полностью решить проблему корректного вычисления глобального освещения, в профессиональных пакетах 3D-визуализации они используются совместно (рис. 12.25).





*Рис. 12.25. Итоговая визуализация трехмерного изображения с использованием алгоритмов трассирования лучей и глобального освещения*

## **12.8. Пример разработки нового изделия с использованием средств автоматизации дизайна**

В качестве примера рассмотрена разработка нового промышленного изделия - электроскутер, выполненная в Центре проектирования новых изделий (ЦПНИ) ОАО АК «Туламашзавод» (дизайнер Гаврилин К.В.).

ОАО АК «Туламашзавод» в 1994 году одной из первых в России установила в своем ЦПНИ систему автоматизированного проектирования (САПР): графическую станцию Indigo 2 и графический суперкомпьютер Опух компании Silicon Graphics (рис. 12.26).

### **12.8.1. Система программного обеспечения Alias|Wavefront**

При дизайнерской проработке изделия специалистами данного предприятия используется система программного обеспечения Alias|Wavefront.



*Рис. 12.26. Рабочее место дизайнера*

Технология, предлагаемая ALIAS, сочетает возможности двумерной и трехмерной компьютерной графики, а также компьютерной анимации, и позволяет выполнить:

- Концептуальное моделирование (быстрое получение упрощенных трехмерных реалистичных изображений для выбора концепции будущего изделия из множества вариантов).
- Создание компьютерных «рисунков», представляющих собой ортогональные проекции будущего изделия.

Разработку на основе этих рисунков трехмерных компьютерных моделей, точно отражающих форму будущих поверхностей (на этом этапе дизайнер может работать совместно с конструкторами).

- Оценку свойств поверхностей, таких как непрерывность кривизны, допуски на отклонение от заданной формы, образование бликов и др.

Получение из этих моделей фотореалистичных изображений, полностью передающих все особенности внешнего вида будущего изделия (а при необходимости и видеофильмов, демонстрирующих действие изделия в окружающей среде).

Передачу смоделированных поверхностей в систему автоматизированного проектирования и/или на установку для быстрого изготовления прототипа и/или на многооперационные станки с ЧПУ.

Таким образом, использование системы программного обеспечения Alias|Wavefront позволяет резко сократить время дизайнерской проработки изделия, общий цикл его производства и значительно сэкономить средства, обеспечив сквозную автоматизацию производства, начиная от дизайнерских эскизов до воплощения изделия в материале. Удобство работы с текстурами, источниками света и анимацией обеспечивает создание фотореалистичных изображений и видеоклипов, которые могут использоваться для эффективного маркетинга изделия.

### 12.8.2. Профессиональные графические планшеты для проектирования

В 1983 г. группа инженеров в Японии придумала первый беспроводный манипулятор и основала компанию Wacom с девизом: «Компьютер - это инструмент для расширения творческих возможностей человека».

Подавляющее большинство произведений профессионального компьютерного искусства создается при помощи графических планшетов Wacom (рис. 12.27,а). Передовая электромагнитная технология GTS позволила разработать перья и курсоры без проводов, магнитов и батареек (рис. 12.27,б).

Планшеты совместимы со всеми стандартными приложениями целого ряда операционных систем, а также с подавляющим большинством программного обеспечения для САПР.

Планшеты имеют формат: A5, A4, A3, A2.

На всех планшетах вдоль верхнего края расположено меню, открывающее возможность выбора часто используемых функций, макрокоманд и настроек планшета.

Чувствительное к нажиму перо позволяет регулировать толщину линии и интенсивность цвета в зависимости от силы давления точно также, как и при работе с обычным карандашом. На обратном конце пера расположен чувствительный к нажиму ластик.

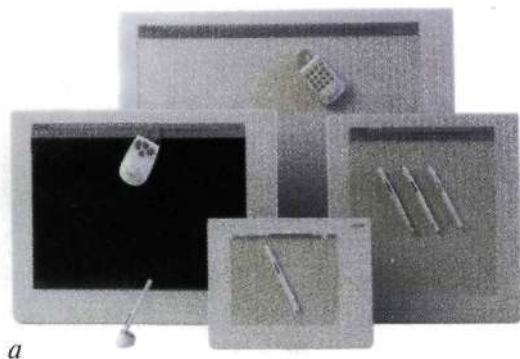
*а**б*

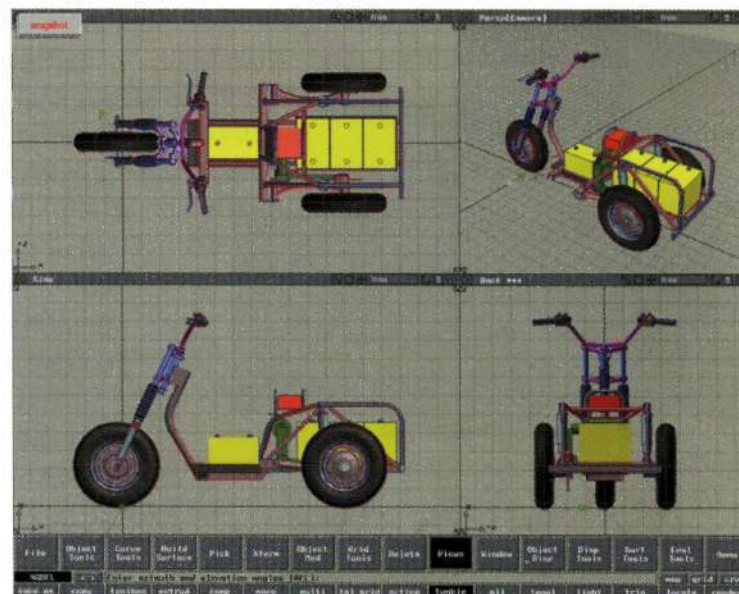
Рис. 12.27. Инструменты дизайнера:  
*а* - графический планшет Wacom;  
*б* - перо Wacom



## 12.8.3. Этапы разработки промышленного изделия

Этапы разработки промышленного изделия - электроскутер:

1. Техническое задание.
2. Эскизно-художественный проект.
3. Художественно-конструкторский проект.
4. Конструкторский проект.
5. Изготовление опытного образца.
6. Постановка изделия на производство.



а



б

Рис. 12.28. Разработка конструктором и дизайнером трехмерной модели компоновки будущего изделия:

а - ортогональные проекции;

б - вид 3/4 сзади



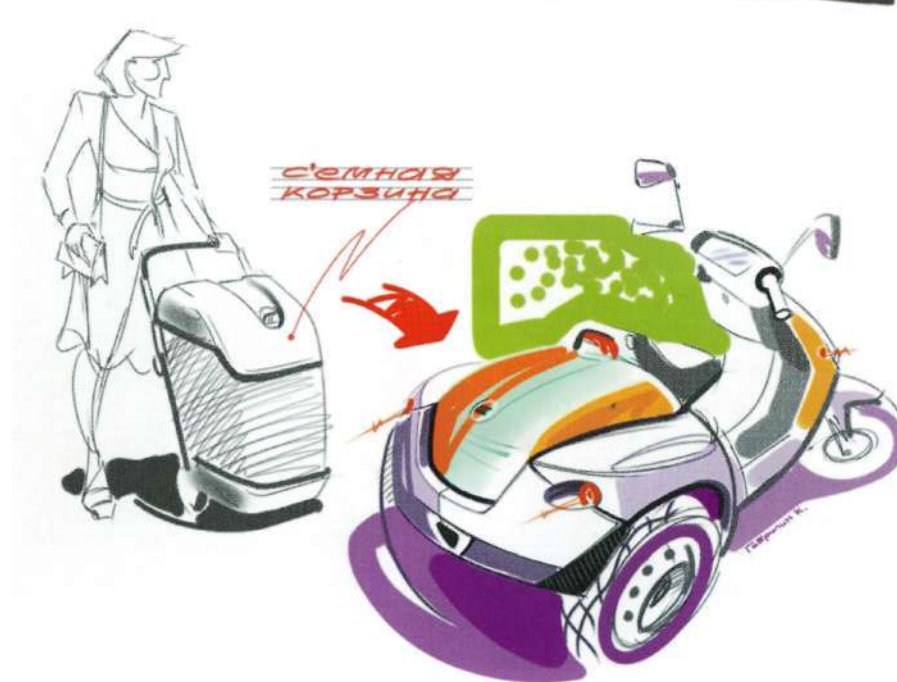
Рис. 12.29. Эскизно-художественные предложения, выполненные дизайнером в программе Studio Paint с использованием дигитайзера Wacom - графического планшета с электронным пером



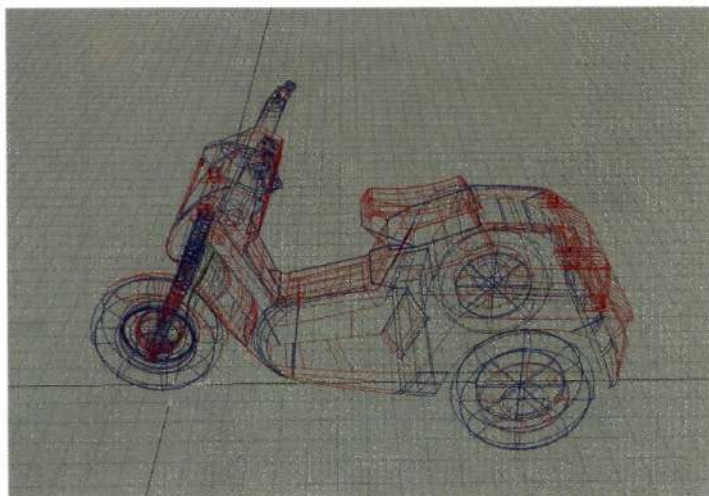
**Studio Paint** - программа для многослойного рисования в реальном времени с возможностью рисования и нанесения текстур непосредственно на трехмерные модели.

Цифровые карандаши, кисти и аэрографы реального времени дают возможность дизайнеру свободно экспериментировать на уровне, недоступном в работе с традиционными инструментами. Манипуляции со слоями и изображениями помогают в творческом поиске.

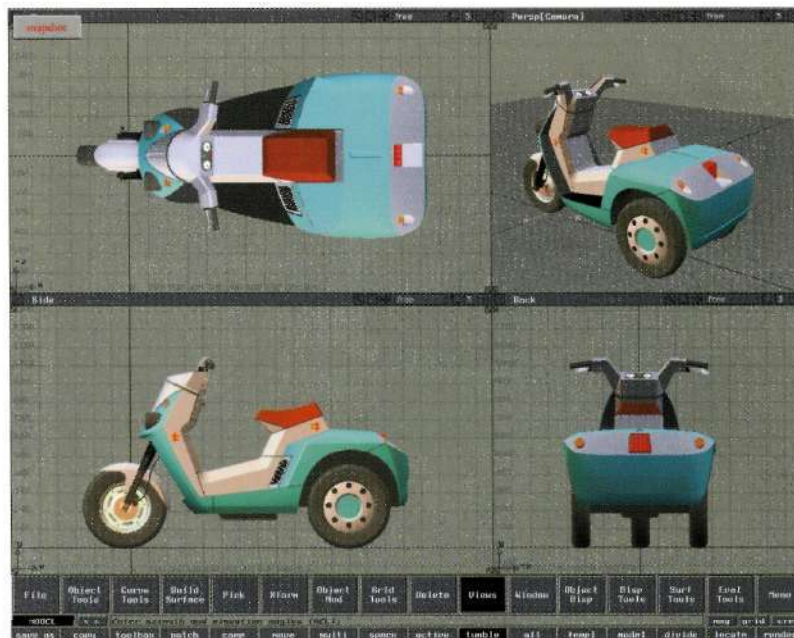
В сочетании с программой трехмерного моделирования обеспечивает сквозную двухмерно-трехмерную технологию промышленного дизайна.







а



б

Рис. 12.30. Художественно-конструкторский проект, выполненный дизайнером в программе Auto Studio для трехмерного моделирования, фотореалистической визуализации и анимации:

- а - построение поверхности облицовки;
- б - ортогональные проекции, построенные по эскизам;
- в - отработка эргономических параметров с использованием трехмерного эргонома (95-й перцентиль);
- г - рентген - схема;
- д - взрыв - схема;
- е - фотореалистические визуализации внешнего вида электроскутера



в



2

3



e



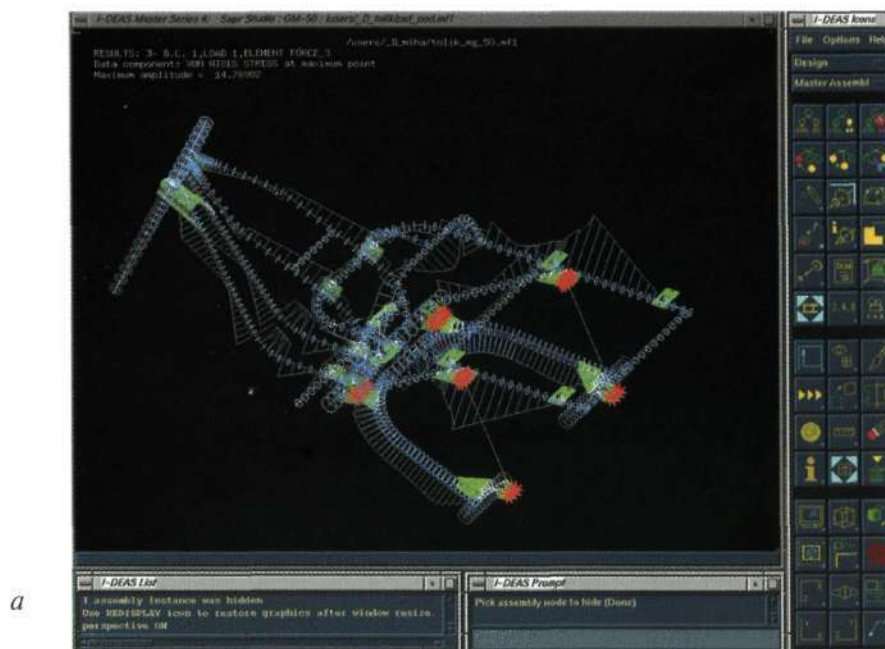
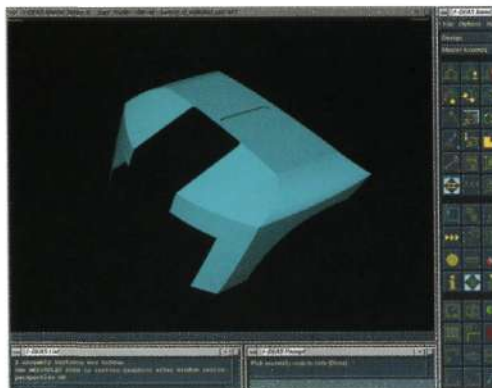


Рис. 12.31. Конструкторский проект, выполненный конструктором в программе I-DEAS (расчет конструкции на прочность):

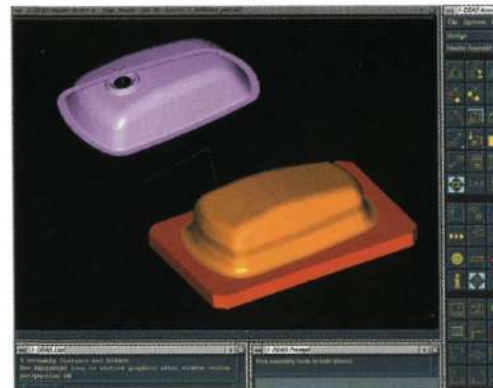
*a* - схема нагружений на рамы;  
*б* - деформации, полученные в результате расчета

Рис. 12.32. Подготовка изделия к производству (изготовление чертежей):

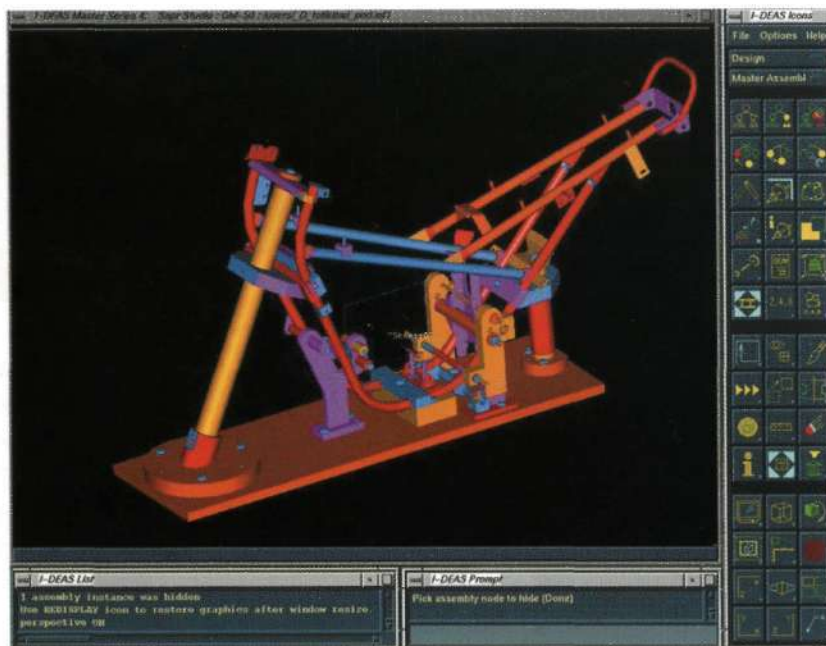
- а - создание деталей облицовки;
- б - создание оснастки;
- в - проектирование ступеля (рама в ступеле - контрольная сборка);
- г - сборочный чертеж



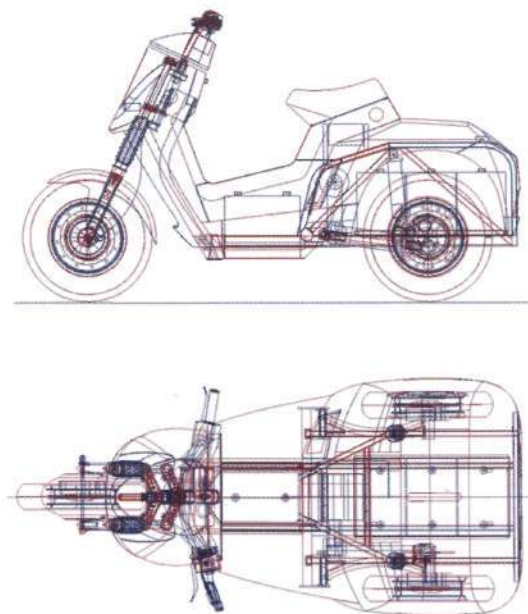
а



б



в



г



Рис. 12.33. Опытный образец

## 12.9. Дизайн-проекты, выполненные с использованием САПР (ОАО АК «Туламашзавод»)

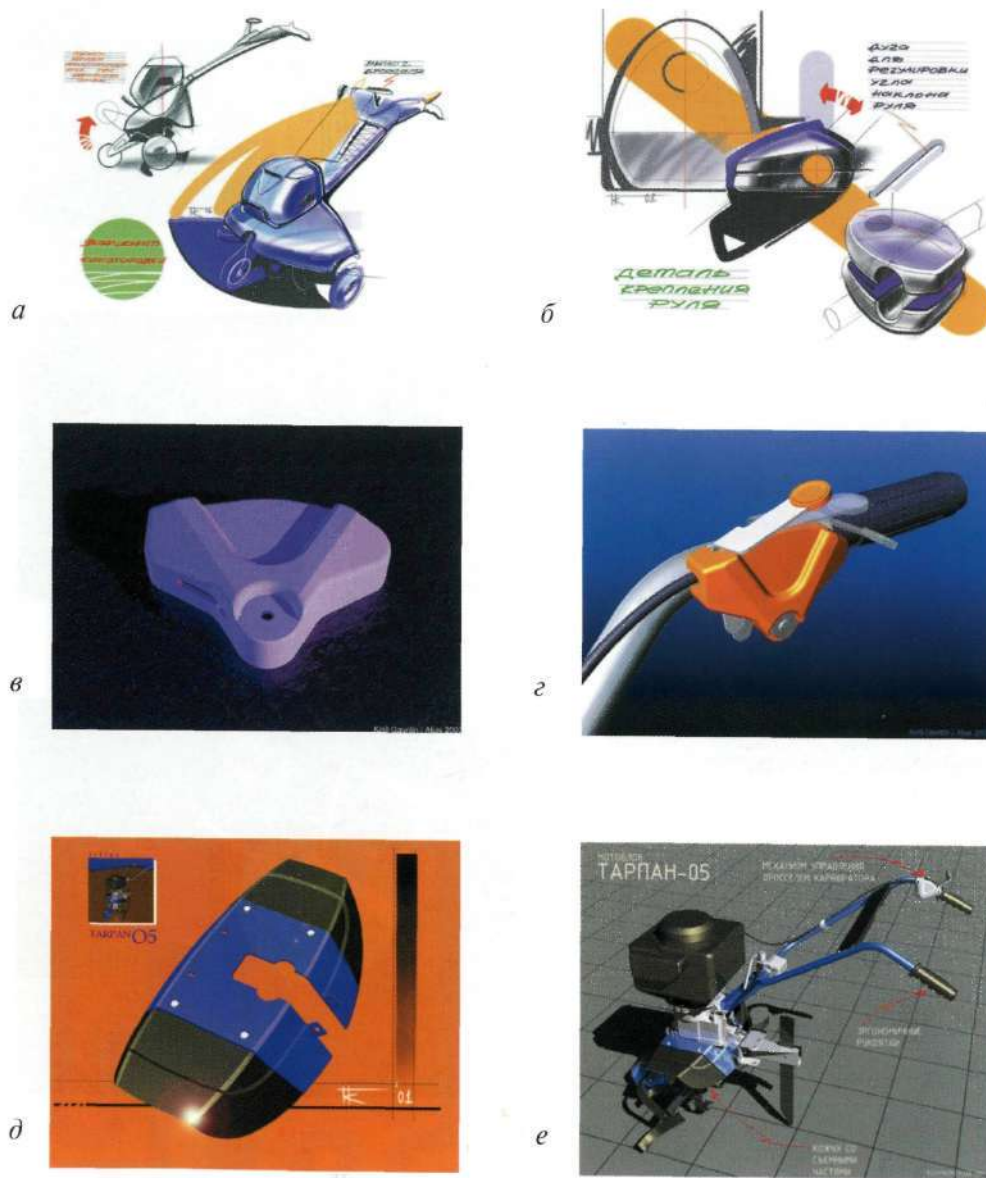


Рис. 12.34. Проект мотоблока

«Тарпан - 05»:

а - эскиз мотоблока;

б - эскиз узла крепления руля;

в - 3D модель корпуса пульта управления;

г - 3D модель пульта управления;

д - 3D модель кожуха;

е - 3D модель мотоблока «Тарпан - 05»





а



б



в



г



д

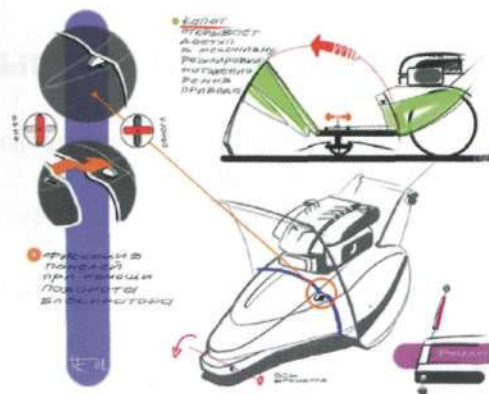
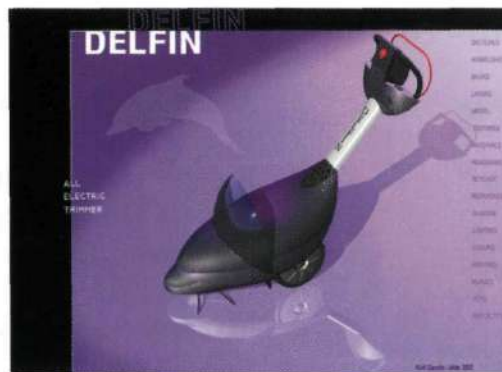
Рис. 12.35. Проект универсального транспортного средства:  
 а - эскиз (Studio Paint);  
 б - 3D модель;  
 в - трехосная модификация;  
 г - взрыв-схема;  
 д - ситуация (3D модель и эргоном);  
 е - сиденья;  
 ж - руль с интегрированной панелью приборов



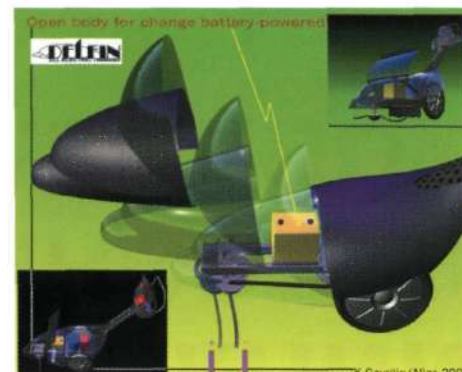
е



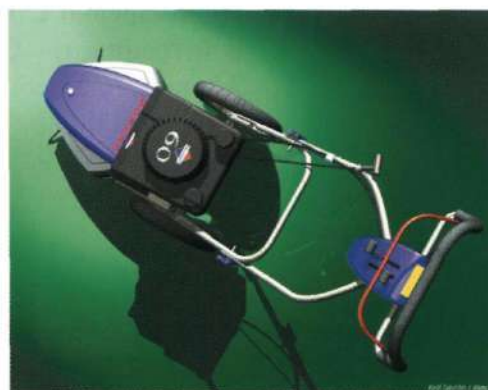
ж

 $a$ 

6



6



2

 $\partial$ 

Рис. 12.36. Проекты газонокосилок:  
а - эскиз электрической косилки «Дельфин»;  
б - 3D модель косилки «Дельфин»;  
в - съемный нос косилки «Дельфин» для замены аккумуляторной батареи;  
г - эскиз газонокосилки «Струна»;  
д - 3D модель косилки «Мурена»;  
е - взрыв-схема косилки «Мурена»

## Список использованной и рекомендуемой литературы

1. **Айден К., Фибельман Х., Крамер М.:** Аппаратные средства РС - СПб.: BHV - Санкт-Петербург, 1996.
2. **Компьютерная графика: Учеб.** / М.Н.Петров, В.П. Молочков.- СПб.: Питер, 2002.- 736 с.
3. **Миронов Д.** Corel Draw 11. Учебный курс. - СПб.: Питер, 2003.- 448 с.
4. **Мураховский В.И.** Компьютерная графика / Под ред. С.В.Симоновича.- М.: АСТ-ПРЕСС СКД, 2002.- 640 с.
5. **Панкратова Т.** Photoshop 7: учебный курс- СПб.: Питер, 2002.- 528 с.
6. **Пономаренко СИ.** Пиксел и вектор. Принципы цифровой графики.- СПб.: БХВ-Петербург, 2002.- 496 с.
7. **3ds max 5.** Учебный курс/ Т.Бордман.- СПб.: Питер, 2003.- 443 с.

# **ГЛАВА 13**

## **Стандарт и качество продукции**

«Предмет или принцип, будучи  
нормализованным, т.е. неоспоримым,  
отныне может стать стандартом и  
надо стремиться к установлению  
стандартов, чтобы подойти к  
проблеме совершенства».

Ле Корбюзье



0000

Высокое качество продукции промышленного производства неразрывно связано с высокой культурой и совершенством стандартов в техническом и художественном отношении. Современные стандарты неотъемлемы от понятий «качество» и «красота», от развития технического прогресса. Стандартизация помогает рационально организовывать производство, эффективно расходовать материал и рабочую силу, совершенствовать все отрасли промышленности.

Объективную оценку технического уровня и качества изготовления выпускаемой в стране продукции обеспечивает сертификация. Это государственная оценка на соответствие технико-экономических и социальных характеристик продукции показателям, установленным в стандартах и технических условиях.

Проектируя любой промышленный объект, дизайнер должен знать и соблюдать нормативные документы (стандарты), а также основные требования, предъявляемые к сертификации продукции.

## 13.1. Стандарт и эстетика

Весь обширный материально-предметный мир, окружающий человека (творения архитектуры и градостроительства, обширная сфера дизайна), основан на стандартах, созданных человеком.

Принципы, по которым человек создает стандарты, условно можно считать следующими:

- массовая продукция в сфере архитектуры и дизайна должна создаваться на ограниченном количестве стандартов;
- сочетая стандарты друг с другом по определенной строгой системе, необходимо производить новую продукцию, добиваясь при этом максимальной пользы и красоты.

Нет необходимости всю промышленную продукцию относить к сфере дизайна, применяя метод художественного конструирования. Отдельные стандарты в технике и многие утилитарно-технические изделия (автоматизированные системы, узлы механизмов, гайки, болты, гвозди) выполняют только рабочую функцию на производстве и в эксплуатации. Здесь важны конструктивно-технические и экономические показатели, индустриальность изготовления, качество конструкций и материалов, трудовые затраты и другие утилитарные свойства изделия. Если же стандарты промышленных изделий непосредственно обслуживают человека, то к ним, кроме утилитарно-функциональных требований, предъявляются эстетические и социально-утилитарные требования. Этим изделиям присущи художественная выразительность и образ.

Следовательно, к одним стандартным изделиям предъявляются требования только утилитарно-функциональные, а к другим еще и эстетические.

Повышенный удельный вес эстетических требований в первую очередь относится к изделиям в сфере непосредственного обслуживания человека (архитектура, оборудование, промышленные и гражданские здания и сооружения, мебель, предметы быта, прикладное искусство, средства транспорта).

### 13.1.1. Стандарт и стандартизация

**Стандартизация** - это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил, характеристик как обязательных для выполнения, так и рекомендуемых, обеспечивающая право потребителя на приобретение товаров надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда.

Цель стандартизации - достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм для решения реально существующих, планируемых или потенциальных задач.



**Основными результатами деятельности по стандартизации** должны быть повышение степени соответствия продукта (услуги), процессов их функциональному назначению, устранение технических барьеров в международном товарообмене, содействие научно-техническому прогрессу и сотрудничеству в различных областях.

Стандартизация связана с такими понятиями, как **объект стандартизации** и **область стандартизации**.

**Объектом (предметом) стандартизации** обычно называют продукцию, процесс или услугу, для которых разрабатывают те или иные требования, характеристики, параметры, правила и т.п. Стандартизация может касаться либо объекта в целом, либо его отдельных составляющих (характеристик).

**Областью стандартизации** называют совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

Стандартизация осуществляется на разных уровнях.

**Уровень стандартизации** различается в зависимости от того, участники какого географического, экономического, политического региона мира принимают стандарт.

**Международная стандартизация** - деятельность, открытая для соответствующих органов любой страны.

**Региональная стандартизация** - деятельность, открытая только для соответствующих органов государств одного географического, политического или экономического региона мира.

**Национальная стандартизация** - стандартизация в одном конкретном государстве.

**Административно-территориальная стандартизация** - стандартизация, которая проводится в административно-территориальной единице (провинции, крае и т.п.).

### **13.1.2. Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов**

В процессе стандартизации вырабатываются нормы, правила, требования, характеристики, касающиеся объекта стандартизации, которые оформляются в виде нормативного документа.



**Руководство 2 ИСО/МЭК (ISO (ИСО) - краткое название международной организации по стандартизации, сфера деятельности которой касается стандартизации во всех областях, кроме электротехники и электроники, относящихся к компетенции Международной электротехнической комиссии (МЭК) рекомендует следующие разновидности нормативных документов: стандарты, документы технических условий, своды правил, регламенты (технические регламенты).**

**Стандарт** (от англ. standard - «норма, образец, мерило») - это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утвержденный признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области (Определение термина дано согласно **Guide 2 ISO/IES, 1991 (Руководство 2 ИСО/МЭК, 1991)**). В стандарте устанавливаются для всеобщего и многократного использования общие принципы, правила, характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

Стандарты бывают **международными, региональными, национальными, административно-территориальными**. Они принимаются соответственно международными, региональными, национальными, территориальными органами по стандартизации. Все эти категории стандартов предназначены для широкого круга потребителей. По существующим нормам стандартизации стандарты периодически пересматриваются для внесения изменений, чтобы их требования соответствовали уровню научно-технического прогресса, или, согласно терминологии ИСО/МЭК, стандарты должны представлять собой «признанные технические правила».

Указанные выше категории стандартов называют общедоступными. Другие же категории стандартов, такие, как фирменные или отраслевые, не являясь таковыми, могут, однако, использоваться и в нескольких странах согласно существующим там правовым нормам.

**Документ технических условий** (technical specification), который в русском варианте может соответствовать, кроме вышеуказанного, одному из видов отечественных стандартов - «стандарту технических условий» либо «стандарту технических требо-

ваний», а также может означать и часть стандарта, а именно раздел «Технические требования» - устанавливает технические требования к продукции, услуге, процессу.

**Свод правил**, как и предыдущий нормативный документ, может быть самостоятельным стандартом либо самостоятельным документом^ также частью стандарта. Свод правил обычно разрабатывается для процессов проектирования, монтажа оборудования и конструкций, технического обслуживания или эксплуатации объектов, конструкций, изделий. Технические правила, содержащиеся в документе, носят рекомендательный характер.

Все вышеуказанные нормативные документы являются рекомендательными.

В отличие от них обязательный характер носит регламент. **Регламент** - это документ, в котором содержатся обязательные правовые нормы. Принимает регламент орган власти, а не орган по стандартизации, как в случае других нормативных документов.

**Разновидность регламентов** - технический регламент - содержит технические требования к объекту стандартизации.

Руководство 2 ИСО/МЭК, обобщая международный опыт стандартизации, представляет несколько возможных видов стандартов (табл. 13.1).

### 13.1.3. Российская система стандартизации

**Российская система стандартизации** приближена к международным правилам, нормам и практике стандартизации, но имеет свои особенности.

Рассмотрим разновидности нормативных документов, действующих в РФ.

**Нормативные документы по стандартизации в РФ установлены законом РФ «О стандартизации».** К ним относятся: Государственные стандарты Российской Федерации (ГОСТ Р); применяемые в соответствии с правовыми нормами международные, региональные стандарты, а также правила, нормы и рекомендации по стандартизации; общероссийские классификаторы технико-экономической информации; стандарты отраслей; стандарты предп-

**Таблица 13.1**  
**Классификация стандартов**

| <b>Вид стандарта</b>                           | <b>Характеристика</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Основополагающий</b>                        | Нормативный документ, который содержит общие или руководящие положения для определенной области. Обычно используется либо как стандарт, либо как методический документ, на основе которого могут разрабатываться другие стандарты                                                                                                                                                                                      |
| <b>Терминологический</b>                       | Объектом стандартизации являются термины. Такой стандарт содержит определение (толкование) термина, примеры его применения и т.п.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Стандарт на методы испытаний</b>            | Устанавливает методики, правила, процедуры различных испытаний и сопряженных с ними действий (например, отбор пробы или образца)                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Стандарт на продукцию</b>                   | Содержит требования к продукции, которые обеспечивают соответствие продукции ее назначению, может быть полным или неполным. Полный стандарт устанавливает не только вышеуказанные требования, но также и правила отбора проб, проведения испытаний, упаковки, этикетирования, хранения и т.д. Неполный стандарт содержит часть требований к продукции (только к параметрам качества, только к правилам поставки и пр.) |
| <b>Стандарт на процесс, стандарт на услугу</b> | Нормативные документы, в которых объектом стандартизации выступают соответственно процесс (например, технология производства), услуга (например, автосервис, транспорт, банковское обслуживание и др.)                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Стандарт на совместимость</b>               | Устанавливает требования, касающиеся совместимости продукта в целом, а также его отдельных частей (деталей, узлов). Такой стандарт может быть разработан на систему в целом, например систему воздухоочистки, сигнализационную систему и т.п.                                                                                                                                                                          |
| <b>Положения</b>                               | Могут носить методический или описательный характер                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Методические положения</b>                  | Это методика, способ осуществления процесса, той или иной операции и т.п., с помощью чего можно достигнуть соответствия требованиям нормативного документа. Можно назвать нормативный документ, содержащий подобное положение, «методическим стандартом»                                                                                                                                                               |
| <b>Описательное положение</b>                  | Обычно содержит описание конструкции, деталей конструкции, состава исходных материалов, размеров деталей и частей изделия (конструкции). Кроме того, нормативный документ может содержать и эксплуатационное положение, которое описывает «поведение» объекта стандартизации при его использовании (применении, эксплуатации)                                                                                          |
| <b>Стандарт с открытыми значениями</b>         | В некоторых ситуациях ту или иную норму (или количественное значение того или иного требования) определяют изготовители (поставщики), в других - потребители. Поэтому в стандарте может содержаться перечень характеристик, которые конкретизируются в договорных отношениях                                                                                                                                           |

приятий; стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений (табл. 13.2). До настоящего времени действуют еще и стандарты бывшего СССР, если они не противоречат законодательству РФ.

Кроме стандартов, нормативными документами являются также ПР - правила по стандартизации, Р - рекомендации по стандартизации и ТУ - технические условия. Особое требование предъявляется к нормативным документам на продукцию, которая согласно российскому законодательству подлежит обязательной сертификации. В них должны быть указаны те требования к продукции (услуге), которые подтверждаются посредством сертификации^ также методы контроля (испытаний), которые следует применять для установления соответствия, правила маркировки такой продукции и виды сопроводительной документации.

**Правила по стандартизации (ПР) и рекомендации по стандартизации (Р)** по своему характеру соответствуют нормативным документам методического содержания. Они могут касаться порядка согласования нормативных документов, представления информации о принятых стандартах отраслей, обществ и других организаций в Госстандарт РФ, создания службы по стандартизации на предприятии, правил проведения государственного контроля за соблюдением обязательных требований государственных стандартов и многих других вопросов организационного характера. ПР и Р разрабатываются, как правило, организациями и подразделениями, подведомственными Госстандарту РФ или Госстрою РФ. Проект этих документов обсуждается с заинтересованными сторонами, утверждается и издается этими комитетами.

**Технические условия (ТУ)** разрабатывают предприятия и другие субъекты хозяйственной деятельности в том случае, когда стандарт создавать нецелесообразно. Объектом ТУ может быть продукция разовой поставки, выпускаемая малыми партиями, а также произведения художественных промыслов и т.п. Процедура принятия ТУ отличается от описанной выше для других нормативных документов.

В соответствии с Законом «О стандартизации» ТУ отнесены к техническим, а не нормативным документам. В то же время ус-

Таблица 13.2  
Нормативные документы по стандартизации в РФ

| Документы                        | Краткая характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Государственные стандарты</b> | <p>Разрабатывают на продукцию, работы и услуги, потребности в которых носят межотраслевой характер. Стандарты этой категории принимает Госстандарт России, а если они относятся к области строительства, архитектуры, промышленности строительных материалов - Госстрой России.</p> <p>В Государственных стандартах содержатся как обязательные для выполнения требования к объекту стандартизации, так и рекомендательные. К обязательным относятся: безопасность продукта, услуги, процесса для здоровья человека, окружающей среды, имущества, а также производственная безопасность и санитарные нормы; техническая и информационная совместимость и взаимозаменяемость изделий; единство методов контроля и единство маркировки. Особую актуальность приобретают требования безопасности, поскольку безопасность товара - основной аспект сертификации соответствия. Требования обязательного характера должны соблюдать государственные органы управления и все субъекты хозяйственной деятельности независимо от формы собственности.</p> <p>В стандартах на отдельные виды продукции могут быть приведены такие характеристики, как класс опасности; допустимые уровни опасных и вредных факторов производства, возникающих при работе оборудования; действие вещества на человека и т.п.</p> <p>Стандарты указывают все виды и нормы допустимой опасности касательно конкретного продукта или группы однородной продукции. Они разработаны с расчетом на безопасность объекта стандартизации в течение всего периода его использования (срока службы).</p> <p>Заказчик и исполнитель обязаны включать в договор условия о соответствии предмета договора обязательным требованиям государственных стандартов</p> |
| <b>Отраслевые стандарты</b>      | <p>Разрабатываются применительно к продукции определенной отрасли. Их требования не должны противоречить обязательным требованиям государственных стандартов, а также правилам и нормам безопасности, установленным для отрасли. Принимают такие стандарты государственные органы управления (например, министерства), которые несут ответственность за соответствие требований отраслевых стандартов обязательным требованиям ГОСТ Р.</p> <p>Объектами отраслевой стандартизации могут быть: продукция, процессы и услуги, применяемые в отрасли; правила, касающиеся организации работ по отраслевой стандартизации; типовые конструкции изделий отраслевого применения (инструменты, крепежные детали и т.п.); правила метрологического обеспечения в отрасли</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Стандарты предприятий</b>     | <p>Разрабатываются и принимаются самим предприятием. Объектами стандартизации в этом случае обычно являются составляющие организации и управления производством, совершенствование которых - главная</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Окончание табл. 13.2

| 1                                                                                                 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                   | <p>цель стандартизации на данном уровне. Кроме того, стандартизация на предприятии может затрагивать и продукцию, производимую этим предприятием.</p> <p>Закон РФ «О стандартизации» рекомендует использовать стандартизацию на предприятии для освоения данным конкретным предприятием государственных, международных, региональных стандартов, а также для регламентирования требований к сырью, полуфабрикатам и т.п., закупаемым у других организаций. Эта категория стандартов обязательна для предприятия, принявшего этот стандарт. Но если в договоре на разработку, производство, поставку продукта или предоставление услуг имеется ссылка на стандарт предприятиями становится обязательным для всех субъектов хозяйственной деятельности - участников такого договора</p> |
| <b>Стандарты общественных объединений (научно-технических обществ, инженерных обществ и др.).</b> | <p>Эти нормативные документы разрабатывают, как правило, на принципиально новые виды продукции, процессов или услуг, передовые методы испытаний, а также нетрадиционные технологии и принципы управления производством. Общественные объединения, занимающиеся этими проблемами, преследуют цель распространения через свои стандарты заслуживающих внимания и перспективных результатов мировых научно-технических достижений, фундаментальных и прикладных исследований</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

тановлено, что ТУ рассматриваются как нормативные документы, если на них есть ссылка в контрактах или договорах на поставку продукции. Тогда их согласование (принятие) осуществляется по ПР 50.1.001-93.

**Виды стандартов.** Перечисленные нормативные документы, как показано выше, принимаются (утверждаются) на разных уровнях управления хозяйственной деятельностью. По этому признаку различают категории стандартов РФ.

Как и в мировой практике, в России действует несколько видов стандартов (табл. 13.3), которые отличаются спецификой объекта стандартизации: основополагающие стандарты; стандарты на продукцию (услуги); стандарты на работы (процессы); стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

Таблица 13.3  
Виды стандартов

| Стандарт                        | Краткая характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Основополагающий стандарт       | <p>Разрабатывают с целью содействия взаимопониманию, техническому единству и взаимосвязи деятельности в различных областях науки, техники и производства. Этот вид нормативных документов устанавливает такие организационные принципы и положения, требования, правила и нормы, которые рассматриваются как общие для этих сфер и должны способствовать выполнению целей, общих как для науки, так и для производства. В целом они обеспечивают их взаимодействие при разработке, создании и эксплуатации продукта (услуги) таким образом, чтобы выполнялись требования по охране окружающей среды, безопасности продукта или процесса для жизни, здоровья и имущества человека; ресурсосбережению и другим общетехническим нормам, предусмотренным государственными стандартами на продукцию.</p> <p>Примером основополагающих стандартов могут быть ГОСТ Р 1.0-92, ГОСТ Р 1.2-92, ГОСТ Р 1.4-93, ГОСТ Р 1.5-92 - нормативные документы по организации Государственной системы стандартизации в России.</p> <p>Этот пример говорит также о том, что еще одним нормативным документом может быть комплекс стандартов, который объединяет взаимосвязанные стандарты, если они имеют общую целевую направленность, устанавливают согласованные требования к взаимосвязанным объектам стандартизации.</p> <p>В 1996 г. внесено изменение в основополагающий стандарт ГОСТ Р 1.0-92, согласно которому к перечню нормативных документов, применяемых в России, добавляется <b>технический регламент</b>.</p> <p>Технический регламент содержит технические требования либо непосредственно (например, обязательные требования государственных стандартов), либо путем ссылки на стандарт, либо путем включения в себя содержания стандарта".</p> <p>Полное соответствие международным правилам в данном вопросе может быть достигнуто тогда, когда в России появятся законы, устанавливающие обязательные к выполнению требования и нормы, подобно действующим в Европейском Союзе Директивам. В ЕС технический регламент становится обязательным документом, если на него есть ссылка в соответствующей Директиве</p> |
| Стандарты на продукцию (услуги) | <p>Устанавливают требования либо к конкретному виду продукции (услуги), либо к группам однородной продукции (услуги). В отечественной практике есть две разновидности этого вида нормативных документов:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>стандарты общих технических условий, которые содержат общие требования к группам однородной продукции, услуг;</li><li>стандарты технических условий, содержащие требования к конкретной продукции (услуге)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Окончание табл. 13.3

| 1                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Стандарт общих технических условий</b>                           | Включает следующие разделы: классификацию, основные параметры (размеры), общие требования к параметрам качества (как правило, приводят только те требования, которые являются обязательными и подлежат проверке (характеристики надежности, назначения, эргономики, ресурсосбережения, технологичности)), упаковке, маркировке, требования безопасности; требования охраны окружающей среды; правила приемки продукции; методы контроля, транспортирования и хранения; правила эксплуатации, ремонта и утилизации                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Стандарт технических условий</b>                                 | Устанавливает всесторонние требования к конкретной продукции (в том числе различных марок или моделей этой продукции), касающиеся производства, потребления, поставки, эксплуатации, ремонта, утилизации. Сущность этих требований не должна противоречить стандарту общих технических условий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Стандарты на работы (процессы)</b>                               | Устанавливают требования к конкретным видам работ, которые осуществляются на разных стадиях жизненного цикла продукции: разработки, производства, эксплуатации (потребления), хранения, транспортировки, ремонта, утилизации. В частности, такие стандарты могут включать требования к методам автоматизированного проектирования продукции, модульного конструирования, принципиальным схемам технологического процесса изготовления продукта, технологическим режимам или нормам. Особое место занимают требования безопасности для жизни и здоровья людей при осуществлении технологических процессов, которые могут конкретизироваться по отношению к использованию определенного оборудования, инструмента, приспособлений и вспомогательных материалов |
| <b>Стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа)</b> | Рекомендуют применять методики контроля, в наибольшей степени обеспечивающие объективность оценки обязательных требований к качеству продукции, которые содержатся в стандарте на нее. Главный критерий объективности метода контроля (испытания, измерения, анализа) - воспроизводимость и сопоставимость результатов. Необходимо пользоваться именно стандартизованными методами контроля, испытаний, измерений и анализа, так как они базируются на международном опыте и передовых достижениях                                                                                                                                                                                                                                                           |



#### 13.1.4. Характер требований нормативных документов

Нормативные документы могут содержать: **обязательные требования** (Mandatory requirement), подлежащие обязательному выполнению в соответствии с законом или действующим регламентом (техническим регламентом), и **альтернативные требования** (Optional requirement) и **положения**.

Инструкции обычно излагаются в повелительном наклонении, рекомендации - в сослагательном, требования содержат критерии, которые должны быть соблюдены.

Альтернативные требования представляются в форме выборочных либо дополнительных норм. Альтернативные требования могут рассматриваться как обязательные в договорных отношениях^ также при сертификации продукции на знак соответствия национальному (или другой категории) стандарту, когда подтверждается полное соответствие всех характеристик испытуемого изделия всем требованиям нормативного документа.

В сущности, положение - обобщающее понятие, оно может быть изложено в форме сообщения, инструкции, рекомендации или требования.

#### 13.1.5. Ответственность за нарушение обязательных требований стандартов

В зарубежной практике требования стандартов обязательны для выполнения в соответствии с общим законом либо если на этот стандарт имеется обязательная ссылка в техническом регламенте или в Директиве.

В регламентах (технических регламентах) **ссылки** могут носить разный характер:

- **ссылка с твердой идентификацией**, т.е. указанием номера, даты издания и номера издания конкретного стандарта (или нескольких конкретных стандартов).
- **ссылка со скользящей идентификацией**, т.е. стандарт (стандарты) идентифицируются (указываются в регламенте) только с по-

**Согласно Закону РФ «О стандартизации» ответственность за нарушение его положений несут юридические и физические лица, органы государственного управления.** В соответствии с действующим в России законодательством ответственность носит уголовный, административный либо гражданско-правовой характер. Нарушения выявляются службами государственного контроля и надзора за соблюдением субъектами хозяйственной деятельности обязательных требований государственных стандартов.

мощью номера. Это дает возможность пересматривать стандарт и вводить его в действие независимо от внесения изменений в регламент;

- **ссылка общего характера**, т.е. указание в регламенте всех стандартов, которые действуют в определенной области и (или) приняты конкретным органом. Идентификация каждого стандарта в отдельности отсутствует.

**Ответственность существует за нарушение стандарта, на который имеется обязательная ссылка.** Эта ссылка указывает, что соблюдение идентифицированных в ней стандартов (стандарта) - единственный путь достижения соответствия товара требованиям технического регламента.

Технический регламент может включать **индикативную ссылку**. Этот вид ссылки на стандарт, по существу, представляет собой форму положения, направленного на достижение соответствия. Другими словами, соблюдение стандартов, содержащихся в этих ссылках, рассматривается как один из путей достижения соответствия требованиям регламента.

### **13.1.6. Маркировка продукции знаком соответствия государственным стандартам**

В связи с тем, что согласно действующему Закону «О стандартизации» требования к показателям качества обязательными не являются, а стандарты в целом носят рекомендательный характер, возникла проблема стимулирования предприятий производить продукцию в соответствии со стандартами.

Если продукция подлежит обязательной сертификации, то сертификат соответствия и знак соответствия служат для потребителя гарантией ее безопасности. А как быть с качеством? Следуя практике зарубежных стран, где для информации потребителя о качестве товара используют знаки соответствия стандарту (не путать со знаками соответствия, которыми продукцию маркируют после сертификационных испытаний для подтверждения ее соответствия нормам безопасности), Госстандарт РФ принял нормативный документ ГОСТ Р 1.9-95 «Порядок маркирования про-

дукции и услуг знаком соответствия государственным стандартам». Маркировка знаком не заменяет сертификацию, если продукция обязательно подлежит ей.

В соответствии с этим документом предприятия-изготовители как отечественные, так и любого другого государства могут добровольно по своей инициативе использовать знак соответствия (рис. 13.1,а),если их продукция производится в полном соответствии с требованиями российского государственного стандарта. При этом они обязаны соблюдать правила и процедуры указанного выше нормативного документа.

Чтобы иметь право маркировать свою продукцию этим знаком, необходимо получить лицензию в территориальном органе Госстандарта России. А для этого надо выполнить ряд условий, прежде всего представить территориальному органу достоверные доказательства соответствия конкретной продукции требованиям государственного стандарта, по которому она производится. Это должен быть нормативный документ вида технических условий, технических требований и методов контроля (испытаний, измерений, анализа). Территориальный орган Госстандарта проводит оценку полноты и объективности представленных доказательств.

Кроме того, требуется приложить к заявлению о выдаче лицензии: декларацию изготовителя о соответствии продукции всем требованиям стандарта; для продукции, подлежащей обязательной сертификации - копию сертификата соответствия (то же по добровольной сертификации); копию сертификата на систему качества либо заключение о результатах анализа производства; копии протоколов испытаний.

Перечисленные документы говорят о большом объеме работы, который надлежит проделать предприятию, прежде чем получить право использовать знак соответствия стандарту.

Если анализ документов убеждает территориальный орган в правоте притязаний заявителя, лицензия выдается. В противном случае может последовать отказ или предложение о дополнительных испытаниях продукции и повторной оценке производства с обязательным участием представителей территориального органа.

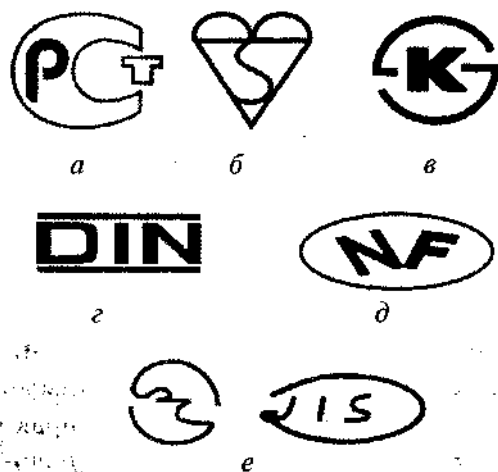


Рис. 13.1. Знаки соответствия стандартам:

а - России; б - Великобритании;  
в - Южной Кореи; г - Германии;  
д - Франции; е - Японии

Знак соответствия стандарту дает достаточно четкую информацию потребителю о качестве товара.

## 13.2. Основы сертификации

Качество продукции - совокупность свойств продукции, удовлетворяющих определенным потребностям в соответствии с ее назначением.

Для определения качества продукции существует группа основных показателей: назначения; надежности (безотказности, долговечности, сохраняемости); безопасности; технологичности; транспортабельности; уровня стандартизации и унификации; экономичности; показатели эргономические, эстетические, экологические и патентно-правовые. Существует и много других показателей в оценке качества продукции, когда рассматриваются две стороны - производственная и эксплуатационная.

Объективную оценку технического уровня и качества изготовления выпускаемой в стране продукции обеспечивает **сертификация**.

### 13.2.1. Основные термины и понятия

**Сертификация** в переводе с латыни означает «сделано верно». Для того чтобы убедиться в том, что продукт «сделан верно», надо знать, каким требованиям он должен соответствовать и каким образом возможно получить достоверные доказательства этого соответствия. Общепризнанным способом такого доказательства служит сертификация соответствия. Прежде чем привести официальное определение этого понятия, рассмотрим связанные с ним термины. Все приведенные определения соответствуют Руководству 2 ИСО/МЭК: 1991.

Установление соответствия заданным требованиям сопряжено с испытанием. Под **испытанием** понимается техническая операция, заключающаяся в определении одной или нескольких характеристик данной продукции в соответствии с установленной процедурой по принятым правилам. Испытания осуществляют в

испытательных лабораториях, причем это название употребляют по отношению как к юридическому, так и к техническому органу.

Систематическую проверку степени соответствия заданным требованиям принято называть **оценкой соответствия**. Более частным понятием оценки соответствия считают контроль, который рассматривают как оценку соответствия путем измерения конкретных характеристик продукта.

Наиболее достоверными считаются результаты испытаний «третьей стороной». Третья сторона - это лицо или орган, признанные независимыми ни от поставщика (первая сторона), ни от покупателя (вторая сторона).

С оценкой соответствия связаны проверка соответствия, надзор за соответствием, обеспечение соответствия. Проверка соответствия - подтверждение соответствия продукции (процесса, услуги) установленным требованиям посредством изучения доказательств. Надзор за соответствием - это повторная оценка с целью убедиться в том, что продукция (процесс, услуга) продолжает соответствовать установленным требованиям. Обеспечение соответствия - это процедура, результатом которой является заявление, дающее уверенность в том, что продукция (процесс, услуга) соответствуют заданным требованиям.

Применительно к продукции это может быть: **заявление поставщика о соответствии, сертификация** (табл. 13.4).

#### **Способы информирования о соответствии**

Любая система сертификации использует стандарты (международные, региональные, национальные), на соответствие требованиям которых проводятся испытания. Информация о соответствии стандартам необходима покупателю, конечному потребителю, инспектирующим и контролирующим органам, страховым компаниям, правительственным органам для самых различных ситуаций, связанных с продуктом. В системах сертификации третьей стороной применяются два способа указания соответствия стандартам: сертификат соответствия и знак соответствия, которые и являются способами информирования всех заинтересованных сторон о сертифицированном товаре.

**Таблица 13.4**  
**Оценка соответствия**

| <b>Оценка соответствия<br/>применительно к продукции</b> | <b>Краткие требования к документу</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Заявление поставщика<br/>о соответствии</b>           | <p>Заявление поставщика о соответствии - его письменная гарантия в том, что продукция соответствует заданным требованиям; заявление, которое может быть напечатано в каталоге, накладной, руководстве об эксплуатации или другом сообщении, относящемся к продукции; это может быть также ярлык, этикетка и т.п.</p> <p>Согласно Руководству 2 ИСО/МЭК это является доказательством осознанной ответственности изготовителя и готовности потребителя сделать продуманный и определенный заказ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Сертификация</b>                                      | <p>Процедура, посредством которой третья сторона дает письменную гарантию, что продукция, процесс, услуга, соответствуют заданным требованиям. Подтверждение соответствия через сертификацию предполагает обязательное участие третьей стороны. Такое подтверждение соответствия независимое, дающее гарантию соответствия заданным требованиям, осуществляемое по правилам определенной процедуры.</p> <p>Сертификация считается основным достоверным способом доказательства соответствия продукции (процесса, услуги) заданным требованиям. Доказательство соответствия производится по той или иной системе сертификации. В соответствии с указанным документом ИСО/МЭК - это система, которая осуществляет сертификацию по своим собственным правилам, касающимся как процедуры, так и управления.</p> <p>Систему сертификации (в общем виде) составляют: центральный орган, который управляет системой, проводит надзор за ее деятельностью и может передавать право на проведение сертификации другим органам; правила и порядок проведения сертификации; нормативные документы, на соответствие которым осуществляется сертификация; процедуры (схемы) сертификации; порядок инспекционного контроля. Системы сертификации могут действовать на национальном, региональном и международном уровнях. Если система сертификации занимается доказательством соответствия определенного вида продукции (процесса, услуг) - это система сертификации однородной продукции (в некоторых странах пользуются термином certification programme или идентичным ему certification scheme), которая в своей практике применяет стандарты, правила и процедуру, относящиеся именно к данной продукции</p> |

**Сертификат соответствия** - это документ, изданный по правилам системы сертификации, сообщающий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция (процесс, услуга) соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу. Сертификат может относиться ко всем требованиям стандарта, а также отдельным разделам или конкретным характеристикам продукта, что четко оговаривается в самом документе. Информация, представляемая в сертификате, должна обеспечить возможность сравнения ее с результатами испытаний, на основе которых он выдан.

**Знак соответствия** - это защищенный в установленном порядке знак, применяемый (или выданный органом по сертификации) в соответствии с правилами системы сертификации, указывающий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что данная продукция (процесс, услуга) соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу. Знак соответствия ограничен определенной системой сертификации, что указывает на обязанность этой системы (в лице органа по сертификации) контролировать соответствие стандарту продукции, маркированной этим знаком. Знаком соответствия маркируется товар и в том случае, если он соответствует всем требованиям стандарта.

Обычно в системах сертификации действуют правила по применению знака соответствия или национальные стандарты, регламентирующие применение знака соответствия государственному стандарту (например, в России - это ГОСТ 28197-90). Разрешение (лицензия) на использование знака соответствия выдается органом по сертификации.

К стандартам, используемым для целей сертификации, предъявляются определенные требования, которые учитывают технические комитеты организаций, занимающихся стандартизацией.

Если сертификация проводится с целью доказательства безопасности изделия (основной аспект сертификации), применяются стандарты, в которых регламентируются характеристики и нормы безопасности. Это могут быть и специально



Рис. 13.2. Знаки соответствия бытовых электроприборов требованиям безопасности:

*а - Франция; б - Австрия; в - Германия; г - Великобритания; д - знак «Проверено на безопасность» (Германия)*

разработанные для данной цели нормативные документы. Так, при сертификации на безопасность изделий электронной техники, бытовых электротехнических товаров используются международные стандарты по безопасности МЭК.

Если изделие сертифицировано на безопасность, то оно может маркироваться специальными знаками соответствия, которые относятся либо к конкретным видам продукции, например, электротехническим бытовым приборам (рис. 13.2, а-г), либо имеют более общий характер, т.е. информируют потребителя о безопасности многих видов товаров (рис. 13.2,д).

### 13.2.2. Обязательная и добровольная сертификация

Сертификация может носить обязательный и добровольный характер.

**Обязательная сертификация** осуществляется на основании законов и законодательных положений и обеспечивает доказательство соответствия товара (процесса, услуги) требованиям технических регламентов, обязательным требованиям стандартов. Поскольку обязательные требования этих нормативных документов относятся к безопасности, охране здоровья людей и окружающей среды, то основным аспектом обязательной сертификации являются безопасность и экологичность. В зарубежных странах действуют прямые законы по безопасности изделий (например, Директивы ЕС). Поэтому обязательная сертификация проводится на соответствие указанным в них требованиям (непосредственно либо в виде ссылки на стандарт).

В России обязательная сертификация введена Законом «О защите прав потребителя». Для осуществления обязательной сертификации создаются системы обязательной сертификации, цель их - доказательство соответствия продукции, подлежащей обязательной сертификации, требованиям технических регламентов, стандартов, которые в законодательном порядке обязательны к выполнению, либо обязательным требованиям стандартов. Номенклатура объектов обязательной сертификации устанавливается на государственном уровне управления.



Добровольная сертификация проводится по инициативе юридических или физических лиц на договорных условиях между заявителем и органом по сертификации в системах добровольной сертификации. Допускается проведение добровольной сертификации в системах обязательной сертификации органами по обязательной сертификации. Нормативный документ, на соответствие которому осуществляются испытания при добровольной сертификации, выбирается, как правило, заявителем. Заявителем может быть изготовитель, поставщик, продавец, потребитель продукции. Системы добровольной сертификации чаще всего объединяют изготовителей и потребителей продукции, заинтересованных в развитии торговли на основе долговременных партнерских отношений.

В отличие от обязательной сертификации, объекты которой и подтверждение их соответствия связаны с законодательством, добровольная сертификация касается видов продукции (процессов, услуг), не включенных в обязательную номенклатуру и определяемых заявителем (либо в договорных отношениях).

Правила и процедуры системы добровольной сертификации определяются органом по добровольной сертификации. Однако так же, как и в системах обязательной сертификации, они базируются на рекомендациях международных и региональных организаций в этой области.

Решение о добровольной сертификации обычно связано с проблемами конкурентоспособности товара, продвижением товаров на рынок (особенно зарубежный); предпочтениями покупателей, все больше ориентирующихся в своем выборе на сертифицированные изделия. Как правило, развитие добровольной сертификации поддерживается государством.

### **13.2.3. Правовые основы сертификации в РФ**

Сертификация в России организуется и проводится в соответствии с общегосударственными законами РФ: «О защите прав потребителей», «О сертификации продукции и услуг» (табл. 13.5), «О стандартизации», а также с законами РФ, относящимися к оп-

**Таблица 13.5**  
**Правовые основы сертификации в РФ**

| Закон                                      | Краткая характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>«О защите прав потребителей»</b></p> | <p>Закон был принят в 1992 г. Он установил ряд принципиально новых положений: закрепил права потребителей, признаваемые во всех цивилизованных странах, - право на безопасность товаров, работ и услуг для жизни и здоровья; право на надлежащее качество приобретаемых товаров, выполняемых работ и оказываемых услуг; право на возмещение ущерба и судебную защиту прав и интересов потребителя; предусмотрел механизм защиты потребителей, права которых нарушены при продаже недоброкачественных товаров либо при ненадлежащем выполнении работ и оказании услуг.</p> <p>Основу законодательства о защите прав потребителей составляют нормативные акты гражданского законодательства, и данный закон среди них занимает центральное место. Все законодательные акты, действующие на территории РФ, приведены в соответствие с Законом «О защите прав потребителей».</p> <p>В целях обеспечения безопасности товаров (работ, услуг) Закон «О защите прав потребителей» предусматривает сертификацию. Обязательная сертификация введена в России именно этим Законом. Сертификация подтверждает соответствие качества товара обязательным требованиям государственных стандартов.</p> <p>На основании ст. 5 Закона обязательной сертификации подлежат:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• товары (работы, услуги), на которые в законодательных актах, государственных стандартах установлены требования, направленные на обеспечение безопасности жизни, здоровья потребителей и охраны окружающей среды, а также на предотвращение причинения вреда имуществу потребителей;</li> <li>• средства, обеспечивающие безопасность жизни и здоровья потребителей.</li> </ul> <p>Партия товара, реализуемого через розничную торговую сеть, или каждая единица товара должны сопровождаться <b>сертификатом соответствия</b>, который продавец <b>обязан</b> предъявить покупателю по его требованию.</p> <p>На товарах, прошедших сертификацию и удостоверенных сертификатом (или на сопроводительной документации, на таре или упаковке), должен быть знак соответствия, установленный государственным стандартом. Ответственность за наличие сертификата и знака соответствия несет продавец (изготовитель).</p> <p>Сертификат соответствия Законом «О защите прав потребителя» рассматривается как гарантия права на безопасность потребляемых товаров. Безопасность изделий, процессов, услуг, определяемая Законом как основной аспект сертификации, характеризуется конкретными параметрами и требованиями к ним.</p> <p>Полномочия государственных органов управления по установлению этих требований и контролю за их соблюдением определяются в ст. 40 Закона «О защите прав потребителей». Основные государственные органы, ответственные за обеспечение безопасности товаров (работ, услуг) - это Госстандарт РФ, Госсанэпиднадзор, Госкомэкологии РФ, Министерство природных ресурсов РФ и другие органы государственного управления в пределах своей компетенции. Согласно данному Закону, они устанавливают обязательные требования по безопасности товаров (работ, услуг) и осуществляют контроль за их соблюдением; направляют предписания об устранении нарушений требований по безопасности, о снятии с производства, прекращении реализации, отзыве таких товаров от потребителей и информировании потребителей; предъявляют иски в суды к изготовителям в случае нарушения ими требований по безопасности.</p> |

Окончание табл. 13.5

| 1                                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>«О сертификации продукции и услуг»</b></p> | <p>Этот закон принят в 1993 г., в новой редакции - в 1995 г. Он установил правовые основы обязательной и добровольной сертификации продукции, услуг и иных объектов (далее будем употреблять термин «продукция») в России, а также ответственность, права и обязанности участников сертификации.</p> <p>В Законе установлены цели сертификации, определен национальный орган по сертификации - Государственный комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт России), определены основные направления его деятельности по сертификации.</p> <p>Закон определяет следующие цели сертификации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>создание</b> условий для деятельности организаций всех форм собственности на едином товарном рынке России, для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;</li> <li>• <b>содействие</b> потребителям в выборе товара и защита их от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя);</li> <li>• <b>контроль</b> безопасности продукции для жизни, здоровья и имущества людей и окружающей среды;</li> <li>• <b>подтверждение</b> показателей качества продукции, заявленных изготовителем.</li> </ul> <p>Закон закрепляет положение о том, что в систему сертификации могут входить несколько систем по сертификации конкретных видов однородной продукции, причем все они должны руководствоваться едиными правилами, принципами и документами, хотя могут иметь свою специфику. Именно такой объединяющей системой в России является система обязательной сертификации «ГОСТ Р», которая рассмотрена далее.</p> <p>Положения, касающиеся <b>обязательной сертификации</b>, содержатся в разд. II Закона, где указано, что объекты обязательной сертификации определяются законодательными актами Российской Федерации. Объекты обязательной сертификации, относящиеся к товарам народного потребления, а также работ, услуг, реализуемых гражданам, определяются на основе ст. 7 Закона «О защите прав потребителей». Организация и проведение работ по обязательной сертификации возложены на Госстандарт России, но могут быть возложены и на другие федеральные органы управления Российской Федерации. Формы обязательной сертификации устанавливает Госстандарт либо другие уполномоченные на то органы, причем все они должны учитывать сложившуюся зарубежную и международную практику.</p> <p>Что касается <b>добровольной сертификации</b>, Закон указывает, в каких случаях возможна добровольная сертификация, принципы ее организации и права заявителя при заключении договора о добровольной сертификации. Все особенности этого вида сертификации и правила ее проведения в России рассмотрены далее. Разд. IV Закона «О сертификации продукции и услуг» устанавливает ответственность за нарушение положений данного документа</p> |

ределенным отраслям: «О ветеринарии», «О пожарной безопасности», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; иными правовыми актами Российской Федерации, направленными на решение отдельных социально-экономических задач (более 30 актов), указами Президента и актами правительства (около 50 актов).

#### **13.2.4. Организационно-методические принципы сертификации в РФ**

На сегодняшний день сертификация охватывает более 75 % наименований производимой в стране продукции. Номенклатура потенциально опасной продукции, т.е. подлежащей обязательной сертификации, по данным Госстандарта РФ, составляет около 90 %.

##### **Порядок проведения сертификации продукции**

Порядок проведения сертификации в России установлен Постановлением Госстандарта РФ в 1994 г. по отношению к обязательной сертификации (в том числе и импортируемой продукции), но может применяться и при добровольной сертификации. Для систем сертификации однородной продукции с учетом ее особенностей допускается разработка соответствующего порядка.

Порядок разъясняет, какие характеристики продукции проверяются, по каким критериям выбираются схемы сертификации, каким требованиям должны отвечать нормативные документы на сертифицируемую продукцию, в какой последовательности осуществляются соответствующие процедуры сертификации и в чем их сущность. Общие принципы порядка сертификации соответствуют Руководствам ИСО/МЭК по данному вопросу.

Организуют сертификацию Госстандарт РФ и федеральные органы, на которые возложена ответственность за обязательную сертификацию. Непосредственную работу по сертификации ведут аккредитованные органы по сертификации и испытательные лаборатории. В России действует около 680 органов по сертификации и около 1830 лабораторий.

**Характеристики товара, которые проверяются при сертификации, выбираются с учетом следующих основных критериев:**

- они должны позволить идентифицировать продукцию (проверять принадлежность к группе классификатора, ее происхождение, принадлежность к определенной производственной партии и т.п.). Немаловажно при этом установить соответствие продукции приложенной технической документации;

отбираемые характеристики должны полно и достоверно подтвердить нормы безопасности, экологичности, установленные в нормативных документах на эту продукцию;

- могут потребоваться и такие характеристики, которые отражают другие требования, подлежащие обязательной сертификации в соответствии с законодательными актами. Совокупность других проверяемых показателей определяется исходя из целей сертификации конкретной продукции.

При выборе схемы сертификации учитываются особенности производства, испытаний, поставки и применения конкретной продукции, требуемый уровень доказательности, необходимые затраты заявителя. Определяется схема обязательной сертификации Госстандартом РФ и другими государственными органами, на которые возложено руководство сертификацией.

Схему добровольной сертификации выбирает заявитель и предлагает ее органу по сертификации.

Порядок проведения сертификации устанавливает последовательность действий, составляющих совокупную процедуру сертификации (табл. 13.6).

### **13.2.5. Знак соответствия**

Закон «О защите прав потребителей» запрещает продажу товара, в том числе импортируемого, подлежащего обязательной сертификации, не маркированного в установленном порядке знаком соответствия.

Маркировка товара знаком соответствия осуществляется в соответствии с «Правилами применения знака соответствия при обязательной сертификации», действующими с августа 1996 г. Этот документ отмечает, что маркирование товара знаком соответствия необходимо изготовителю, покупателю, государственному

**Таблица 13.6**  
**Последовательность действий,**  
**составляющих процедуру сертификации**

| Действие                                            | Краткая характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Подача заявки на сертификацию</b>                | Заявитель направляет заявку в соответствующий орган по сертификации^ при его отсутствии - в Госстандарт РФ или другой государственный орган управления. Орган по сертификации рассматривает заявку в установленный порядком сертификации однородной продукции срок (в среднем один месяц) и сообщает заявителю решение, которое в числе различных сведений, необходимых заявителю, указывает, какие органы и испытательные лаборатории может выбрать заявитель                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Отбор, идентификация образцов и их испытания</b> | Образцы для испытаний отбирает, как правило, испытательная лаборатория или другая организация по ее поручению. В отдельных случаях этим занимается орган по сертификации. Образцы, прошедшие испытания, хранятся в течение срока, предусмотренного правилами системы сертификации конкретной продукции. Протоколы испытаний представляются заявителю и в орган по сертификации, их хранение соответствует сроку действия сертификата                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Оценка производства</b>                          | В зависимости от выбранной схемы сертификации проводится анализ состояния производства, сертификация производства либо сертификация системы управления качеством. Метод оценки производства указывается в сертификате соответствия продукции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Выдача сертификата соответствия</b>              | <p>Протоколы испытаний, результаты оценки производства, другие документы о соответствии продукции, поступившие в орган по сертификации, подвергаются анализу для окончательного заключения о соответствии продукции заданным требованиям.</p> <p>По результатам оценки составляется заключение эксперта. Это главный документ, на основании которого орган по сертификации принимает решение о выдаче сертификата соответствия. При положительном решении оформляется сертификат, в котором указаны основания для его выдачи и регистрационный номер, без которого сертификат недействителен.</p> <p>Если заключение эксперта отрицательное, орган по сертификации выдает заявителю решение об отказе с указанием причин.</p> <p>Сертификат на такие виды продукции, на которые распространяются особые требования в области безопасности (например, санитарные, ветеринарные и т.п.), выдается только при наличии гигиенического, ветеринарного, фитосанитарного и других специальных сертификатов, доказывающих их безвредность и другие специфические качества. Средства измерений до получения сертификата соответствия должны пройти государственный метрологический контроль и поверку. Эти положения относятся как к отечественной, так и им-</p> |

Окончание табл. 13.6

| 1                                                             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | <p>портируемой продукции. Срок действия сертификата соответствия устанавливает орган по сертификации, но не более трех лет.</p> <p>Информация о том, что продукт сертифицирован, содержится в технической (техпаспорт, этикетка и пр.) и в товаросопроводительной документации</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Применение знака соответствия</b>                          | <p>Изготовитель получает право маркировки сертифицированной продукции знаком соответствия, получив лицензию от органа по сертификации. Обычно в каждой системе принят свой знак</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией</b> | <p>Проводится, если это предусмотрено схемой сертификации, в течение всего срока действия сертификата и лицензии на применение знака соответствия (не реже одного раза в год). Форма контроля - периодические и внеплановые проверки с испытанием образцов для доказательства того, что производимая продукция продолжает соответствовать требованиям, подтвержденным сертификацией.</p> <p>Степень сложности и строгости инспекционного контроля зависит от уровня потенциальной опасности продукции, стабильности производства, объема выпуска, наличия системы обеспечения качества и других факторов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Корректирующие мероприятия</b>                             | <p>Назначаются в случаях нарушения соответствия продукции установленным требованиям и правил применения знака соответствия.</p> <p>Мероприятия назначает орган по сертификации, который приостанавливает действие сертификата и лицензии на использование знака соответствия, с чем информируются заинтересованные участники сертификации. Далее орган устанавливает срок выполнения корректирующих мероприятий и контролирует их проведение изготовителем. Изготовитель в такой ситуации обязан уведомить потребителей и все заинтересованные организации об опасности пользования продукцией. Если корректирующие мероприятия привели к положительным результатам, орган по сертификации обязует изготовителя применять другую маркировку изделия, о чем информируются участники сертификации. При невыполнении или неэффективности корректирующих мер сертификат и лицензия на знак соответствия аннулируются</p> |

инспектору, страховым компаниям. Изготовитель заинтересован в этом для убеждения потребителя в надлежащем качестве своего товара. Положительный импульс знак соответствия сообщает и рекламе сертифицированного товара. Покупателю знак соответствия помогает выбрать безопасный товар среди аналогов. Органам по государственному контролю и надзору знак помогает принять решение о возможности реализации продукции, а страховые компании могут считать знак соответствия одной из гарантий безопасности товара.

Знак соответствия при обязательной сертификации в системе ГОСТ Р приведен на рис. 13.3.

Если система сертификации однородной продукции составляет основную часть системы ГОСТ Р, она также имеет право применять указанный знак. На добровольную сертификацию этот знак соответствия не распространяется.

Чтобы получить право маркировки сертифицированной продукции знаком соответствия, изготовитель вместе с сертификатом соответствия в органе по сертификации получает лицензию, а если сертифицируется единичное изделие - маркировку производит сам орган по сертификации. Лицензия выдается от

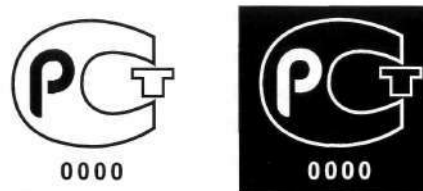


*Рис. 13.3. Знак соответствия системы обязательной сертификации ГОСТ Р*



имени федерального органа исполнительной власти, который по законодательству получил права на организацию сертификации.

### **13.2.6. Российские системы сертификации**

#### **Система обязательной сертификации ГОСТ Р**

Обязательная сертификация в России, как и в зарубежных странах, распространяется прежде всего на потребительские товары и подтверждает их безопасность и экологичность. Продукция, подлежащая обязательной сертификации, включается в официальный перечень, который является важным документом для всех заинтересованных в сертификации.

На основании Закона «О защите прав потребителей» Госстандарт РФ как национальный орган по сертификации потребительских товаров установил номенклатуру товаров, которые подлежат обязательной сертификации, и включил в нее более 70 видов продукции и некоторые виды услуг. Среди них: сельскохозяйственная и пищевая продукция; товары бытовой химии; изделия текстильной и легкой промышленности; электробытовые приборы и радиоэлектронная аппаратура; медицинская техника и приборы; автотранспортные средства; спортивное и охотничье оружие; бытовые нагревательные устройства; бытовая техника.

В качестве критериев для включения товара в этот перечень были выбраны: потенциальная опасность для пользователя; наличие требований безопасности в нормативном документе на товар; массовость потребления; степень угрозы жизни и здоровью человека и др. Перечень ежегодно обновляется и дополняется по мере принятия новых законодательных актов в области охраны здоровья и защиты интересов потребителей. Изменения в перечень могут быть внесены и другими органами государственного управления, уполномоченными создавать системы сертификации. На основании их предложений Госстандарт как координирующий обязательную сертификацию и проводящий государственную политику в этой области составляет сводный перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации.

Перечень распространяется и на импортируемую продукцию, о чем проинформированы по соответствующим каналам официальные органы зарубежных стран.

Первой российской системой обязательной сертификации стала система ГОСТ Р. Система сертификации ГОСТ Р - самая крупная в России, она охватывает все виды продукции, которые подлежат сертификации в соответствии с Законом «О защите прав потребителей» и другими законодательными актами, касающимся отдельных видов продукции. Практика показывает, что заявители на добровольную сертификацию также чаще всего обращаются в эту систему.

В качестве примера ниже приведены некоторые требования, которые устанавливает ГОСТ Р МЭК 335-1-94 «**БЕЗОПАСНОСТЬ БЫТОВЫХ И АНАЛОГИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ. Общие требования и методы испытаний**»:

**«п.8 Защита от контакта с токоведущими частями**

8.1. Приборы должны быть сконструированы и закрыты так, чтобы была обеспечена достаточная защита от случайного контакта с токоведущими частями.

**п.15 Влагостойкость**

15.1. Кожух приборов должен обеспечивать степень защиты от влаги в соответствии с классификацией прибора.

**п.20 Устойчивость и механические опасности**

20.1. Приборы, кроме закрепленных и ручных, предназначенные для использования на поверхности, например пола или стола, должны быть достаточно устойчивыми.

20.2. Движущиеся части приборов должны быть, насколько это совместимо с применением и работой прибора, расположены или ограждены так, чтобы при нормальной эксплуатации была обеспечена достаточная защита персонала от травм.

Защитные кожухи, ограждения и другие подобные элементы должны быть несъемными частями и должны иметь достаточную механическую прочность.

Неожиданное повторное замыкание термовыключателей с самовозвратом и сверхтоковых защитных устройств не должно представлять опасность.

**Примечания.**

1. Примерами приборов, в которых полная защита практически невозможна, являются швейные машины, пищевые миксеры и электроножи.

2. Примерами приборов, в которых термовыключатели с самовозвратом и сверхтоковые защитные устройства могут быть причиной опасности, являются пищевые миксеры и механизированные отжимные валки.

**п.22 Конструкция**

22.10. Кнопки возврата органов управления (регулирования) без самовозврата должны быть расположены или защищены так, чтобы возможность случайного возврата их в исходное состояние была маловероятной, если это может привести к опасности.

**Примечание.**

Это требование исключает, например, применение кнопок возврата, расположенных на задней стенке прибора так, что возврат их в исходное состояние может произойти при прижатии прибора к стенке.

22.12. Рукоятки, кнопки, ручки, рычаги и т.п. должны быть надежно закреплены так, чтобы они не ослаблялись при нормальной эксплуатации, если это может привести к опасности.

Если ручки, кнопки и т.п. используются для указания положения выключателей или аналогичных элементов, то должна быть исключена возможность установки их в неправильное положение, если это может привести к опасности.

22.13. Ручки должны быть сконструированы так, чтобы при их захвате во время нормальной эксплуатации исключалась вероятность прикосновения руки оператора к частям, превышение температуры которых более значения, допускаемого для ручек, которые при нормальной эксплуатации держат в руке только в течение короткого периода времени.

22.14. Приборы не должны иметь зазубренных или острых углов, кроме необходимых для функционирования прибора или приставки, которые могут создать опасность для потребителя при нормальной эксплуатации или в процессе обслуживания потребителем.

Не должно быть острых выступающих углов самонарезающих винтов или других крепежных деталей, с которыми может контактировать потребитель при нормальной эксплуатации или в процессе обслуживания.

22.35. В конструкциях, кроме класса III, ручки, рукоятки и кнопки, которые берут в руки или нажимают при нормальной эксплуатации, не должны стать токоведущими при повреждении изоляции. Если эти ручки, рукоятки, кнопки металлические или если их оси и крепежные детали могут стать токоведущими при повреждении изоляции, то они должны быть соответствующим образом покрыты изоляционным материалом или их доступные части должны быть отделены от их осей или крепежных деталей дополнительной изоляцией.

Прибор класса III - прибор, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается питанием безопасным сверхнизким напряжением и в котором не возникает напряжение большее, чем безопасное сверхнизкое напряжение.

22.36. В приборах, кроме приборов класса III, ручки, которые при нормальной эксплуатации непрерывно держат в руке, должны быть сконструированы так, чтобы при их захвате во время нормальной эксплуатации было маловероятным прикосновение руки оператора к металлическим частям, которые не отделены от токоведущих частей двойной или усиленной изоляцией».

На базе правил и принципов системы ГОСТ Р сформирована действующая инфраструктура сертификации в России, а также в странах СНГ. Правила Системы, апробированные в течение нескольких лет, легли в основу создания общих положений по сертификации в России, рассмотренных выше. Система ГОСТ Р открыта для участия в ней всех субъектов, признающих ее правила, в том числе и органов государственного управления, на которые возложена деятельность по сертификации, а также организаций других стран. Так, в качестве центрального органа Системы, кроме Госстандарта, действует Госстрой РФ, а среди испытательных лабораторий аккредитованы организации стран СНГ и дальнего зарубежья. Система ГОСТ Р на основе соглашений взаимодействует с другими

сертификационными системами. Функции участников системы установлены Законом «О сертификации продукции и услуг».

Объективность и достоверность подтверждения соответствия в Системе обеспечена соблюдением принципов компетентности и независимости органов сертификации и испытательных лабораторий. Основопологающий принцип системы - построение ее на основе систем сертификации однородной продукции, поэтому Система ГОСТ Р является их совокупностью, объединенной едиными правилами и принципами. Эти системы формируются на основе «Правил по проведению сертификации в Российской Федерации». Каждая система сертификации однородной продукции утверждается Госстандартом России и регистрируется в Государственном реестре.

Наиболее крупными считаются системы по сельскохозяйственным и пищевым товарам, автотранспортным средствам, электрооборудованию, продукции строительного комплекса, химическим материалам, средствам индивидуальной защиты. Возглавляют системы в качестве центрального органа в большинстве случаев управления Госстандарта или его научно-исследовательские институты. Госстандарт ведет Государственный реестр, который содержит основную информацию по сертификации: о выданных сертификатах; аккредитованных органах и испытательных лабораториях; утвержденных системах сертификации; аттестованных экспертах-аудиторах и др. Официальный язык Системы ГОСТ Р русский, но по согласованию сторон допускается оформление документации и на другом языке.

Основные принципы и правила Системы установлены комплексом документов, включающим четыре группы положений: общесистемные положения, сертификация продукции, сертификация услуг, сертификация систем качества и производств. Каждая группа документов содержит основополагающие документы и конкретизирующие положения.

#### **Системы добровольной сертификации**

Система СовАсК (аббревиатура от названия общественной организации, создавшей эту систему, - Советская Ассоциация Качества, теперь - Международное объединение стран СНГ), разра-

ботанная в 1992 г., зарегистрированная и введенная в действие с 1993 г., - одна из первых в России систем добровольной сертификации. Объектами сертификации в ней являются многие виды продукции, услуги, процессы, системы обеспечения качества, системы производства. Кроме того, СовАсК имеет право на проведение аккредитации испытательных лабораторий, а также аудиторов по оценке систем качества и аттестации производств.

Сертификация в Системе СовАсК, как это предусмотрено российскими правилами по отношению к добровольной сертификации, проводится на соответствие тем нормативным документам, которые предлагает заявитель. Это может быть и стандарт любой зарубежной страны, что очень важно для отечественных предприятий-экспортеров.

## **Список использованной и рекомендуемой литературы**

1. **Крылова Г.Д.** Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учеб.- М.: Аудит,ЮНИТИ, 1998.- 479 с.
2. **ГОСТ Р МЭК 335-1 - 94** «БЕЗОПАСНОСТЬ БЫТОВЫХ И АНАЛОГИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ. Общие требования и методы испытаний».
3. **ГОСТ Р МЭК 335- 2 - 2 - 9 5** «БЕЗОПАСНОСТЬ БЫТОВЫХ И АНАЛОГИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.Дополнительные требования к пылесосам и водовсасывающим уборочным машинам и методам испытаний».
4. **ГОСТ Р МЭК 60335- 2 - 2 3 - 9 8** «БЕЗОПАСНОСТЬ БЫТОВЫХ И АНАЛОГИЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.Дополнительные требования к приборам по уходу за кожей и волосами и методы испытаний».

# **ГЛАВА 14**

## **Дизайн как объект промышленной собственности**



«Трудно себе представить, чтобы форму паровоза можно было усовершенствовать введением орнаментировки его частей, также как трудно представить автомобиль или аэроплан в стиле какой-либо эпохи. Отсюда ясно, что техника вырабатывает свои индивидуальные, только ей присущие формы,....здесь живет форма исключительно как таковая, в художественном своем выражении логически совпадающая с целью самого явления, т.е. самой вещи».

И.А.Голосов



Принятый в 1992 году Патентный закон Российской Федерации и Правила составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на промышленный образец, защищающий исключительные права на новые художественно-конструкторские решения, превратили дизайн - оригинальный внешний вид изделия - в полноценный объект юридической охраны, дающий важное преимущество в конкуренции между товаропроизводителями.

Этот закон обеспечивает надежную охрану прав авторов промышленных образцов, пресекает акты недобросовестной конкуренции, а также содействует повышению качества потребительских свойств и оригинальности внешнего вида изделия.

В результате дизайнерской деятельности создаются охраноспособные художественно-конструкторские решения, защищенные охранными документами на разновидности промышленной собственности, в том числе на изобретения, полезную модель, промышленный образец и товарный знак.

**Промышленная собственность**, с одной стороны, - это вещественные объекты (здания, материалы, оборудование предприятий и т.д.), с другой стороны, - это результат интеллектуальной деятельности человека.

Для дизайна основополагающим охранным документом является патент на промышленный образец.

В практике правовой охраны промышленных образцов, осуществляемой на основе Патентного закона Российской Федерации, объектом охраны является художественно-конструкторское решение, определяющее внешний вид изделия, а не сам материальный объект.

**Промышленные образцы могут быть объемными, плоскостными или составлять их сочетания.**

**Объемное решение** - это объект промышленного дизайна.

**Плоскостные** - это объект графического дизайна.

Объемные промышленные образцы как практический результат промышленного дизайна представляют собой композицию объемно-пространственной структуры, например, художественно-конструкторское решение, определяющее внешний вид грузового автомобиля, ткацкого станка, торгового павильона и т.д.

Плоскостные промышленные образцы как практический результат графического дизайна характеризуются линейно-графическим соотношением элементов и фактически не обладают объемом, например, рисунок ткани, этикетки и т.д.

Общность подхода дизайнера-проектировщика к дизайн-проекту промышленного или графического дизайна обеспечивает

в дальнейшем определенное соотношение правовой охраны товарных знаков и правовой охраны промышленного образца.

В настоящее время для некоторых объектов, например, для объемных: бутылки, флаконы, упаковки, для различных кондитерских, парфюмерных и химических изделий, для плоскостных объектов графического дизайна, например, этикетки, представляется возможность регистрации одного и того же объекта в качестве промышленного образца и в качестве товарного знака.

Чтобы художественно-конструкторское решение изделия стало промышленным образцом, необходима подача заявки на выдачу патента на промышленный образец в Патентное ведомство и последующий патентный поиск.

## 14.1. Рекомендации к патентному поиску

**Патентные исследования** - это процесс научного, инженерно-технического, а также юридического поиска и анализа патентной информации, который осуществляется на всех этапах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и направлен на создание предпосылок для творческого решения задач при оптимальных временных и материальных затратах.

**Патентная документация** - совокупность документов, составленных в соответствии с существующими в государствах патентными законодательствами, устанавливающими факты наличия открытий, изобретений, промышленных образцов и полезных моделей. Патентная документация об изобретениях включает: описание изобретения, официальные информационно-библиографические издания патентных ведомств, заявки на изобретения.

**Источники поиска:** промышленные каталоги, каталоги выставок и ярмарок, научно-технические журналы, ежегодные систематическо-нумерационные указатели авторских свидетельств и патентов, официальные бюллетени, издаваемые ведомствами по изобретательству различных стран, издания ЦИИИПИ, отраслевые реферативные журналы, журналы зарубежных промышленных фирм, издания зарубежных информационных фирм, издания

**Международная классификация промышленных образцов принята в Российской Федерации в качестве единственной системы** классификации промышленных образцов и предназначена для использования при разработке и экспертизе произведений индустриального и графического дизайна.

«Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», «Изобретения за рубежом». Многие библиотеки имеют фонды промышленных образцов в виде микрофильмов информационно-библиографических изданий патентных ведомств.

Объекты, защищаемые в качестве промышленных образцов, представлены в Международной классификации промышленных образцов (МПКО).

Международная классификация промышленных образцов принята в Российской Федерации в качестве единственной системы классификации промышленных образцов и предназначена для использования при разработке и экспертизе произведений индустриального и графического дизайна.

МПКО имеет следующую структуру.

**Первая часть** - классификационная схема - представляет собой перечень классов и подклассов с перечнями, уточняющими объем входящих в них наименований промышленных образцов.

**Вторая часть** - подклассы МПКО - это алфавитный перечень рубрик - наименование изделий, относящихся к каждому подклассу. При разработке русского текста сохранены цифровые коды, используемые для идентификации рубрик при пересмотре и совершенствовании классификации.

**Третья часть** МПКО представляет собой алфавитно-предметный указатель (АПУ) названий изделий с отнесением их к соответствующему классу и подклассу. В издании на русском языке АПУ несколько видоизменен. Он предназначен для выполнения справочной функции при использовании его как путеводителя по второй части МПКО - подклассов.

Исследования, проводимые по данной теме, показали, что экспертиза промышленных образцов при классификации заявляемых в качестве промышленных образцов объектов руководствуется названием объекта.

Изделия классифицируются в соответствии с их названием и объектом, который они представляют.

Определяющим критерием для изучения названия заявляемых объектов в качестве промышленных образцов экспертиза ру-

ководствуется п.3.3 «Правила составления, подачи и рассмотрения заявки на промышленный образец», ВНИИПИ, Москва, 1995 г.

Название промышленного образца должно характеризовать его назначение. Название промышленного образца малоизвестного или нового названия должно содержать указание на область его применения.

Процедура патентного поиска:

1-й этап. Определение предмета поиска. Разработчик, ознакомившийся предварительно с системами классификации изобретения и особенностями рубрик, конкретизирует предмет поиска.

2-й этап. Установление круга стран.

3-й этап. Выбор временного интервала поиска.

4-й этап. Просмотр и отбор описания изобретений.

Работу следует начинать с выявления с помощью АПУ (алфавитно-предметного указателя) наиболее близких к теме рубрик. Затем по МКИ уточняются разделы, классы, группы.

Патентные исследования начинаются на стадии прогнозирования, планирования и продолжаются на всех этапах разработки изделий, начиная от обоснования темы, заканчивая серийным производством и внедрением объекта разработки.

При большом объеме информации необходимо ориентироваться на достижения той страны, в которой данная отрасль находится на высоком уровне. Труд дизайнера только тогда можно считать эффективным, когда результатом его является создание изделий (машин, механизмов, приборов и т.д.), обладающих преимуществом по сравнению с известными в мировой практике.

#### **14.1.1. Особенности патентной документации разных стран**

Неоднородный характер патентной документации различных стран затрудняет патентные исследования. Для того чтобы успешно и с наименьшими затратами времени проводить патентные исследования, необходимо принимать во внимание особенности патентной документации каждой страны. Некоторые страны (Россия, США, Япония, Швейцария, Норвегия, Швеция, Болгария, Югославия, Испания, Аргентина, Колумбия) публикуют изоб-

ражения промышленных образцов; многие страны дают лишь краткие библиографические сведения без фотографий, что затрудняет работу дизайнера.

**Россия.** Госкомитет изобретений с 1970 г. официально стал использовать МКИ.

**Германия.** Следует работать с национальной классификацией изобретений, алфавитно-предметным указателем к схеме классификации изобретений Германии. По МКИ - с 1975 г. Поиск патентов проводить с помощью еженедельного бюллетеня «Patentblatt».

**США.** Используют МКИ. Целесообразно использовать издания «Изобретение за рубежом».

**Франция.** Патентное ведомство Франции стало применять МКИ с 1957 г. Использовать еженедельное информационно-библиографическое издание «Listes».

**Швейцария.** Пользоваться ежегодновыпускаемым «Jahresatalog», который включает систематическо-нумерационный указатель выданных патентов. С 1969 г. патенты фиксируются по МКИ.

**Великобритания.** Применяется национальная классификация изобретений.

Определенную трудность представляет использование патентной документации стран Востока: описания изобретений здесь не публикуются или выходят с опозданием на несколько лет. Однако изучение патентной документации необходимо в связи с большими экспортными поставками. Поможет в этом книжный каталог.

При патентоведческих исследованиях необходимо соблюдать патентную чистоту; неучет юридических изменений или самих документов может привести к нарушению прав патентообладателей и, следовательно, к большим материальным санкциям и уходу с иностранного рынка.

14.2. Условия охраноспособности  
промышленного образца

Согласно нормативному понятию промышленного образца условиями его охраноспособности являются: художественно - конструкторское решение изделия, определяющее внешний вид, новизна, оригинальность и промышленная применимость (табл. 14.1).

Таблица 14.1  
Классификация условий охраноспособности  
промышленного образца

| Название условия<br>охраноспособности<br>промышленного образца | Краткая характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Художественно -<br>конструкторское решение                     | <p>Художественно-конструкторское решение, определяющее внешний вид изделия, являющееся объектом правовой охраны в качестве промышленного образца, зрительно воспринимается по внешнему виду, форме этого изделия, выраженной через скульптурный объем изделия.</p> <p>В качестве промышленного образца охраняется художественно-конструкторское решение, а не сам материальный объект как таковой, не изделия культурно-бытового или хозяйственного назначения (видеомагнитофон, холодильник, миксер и пр.), а решения конструкторских задач, воплощенных художественно-образными средствами, создающими внешний вид - наружный облик.</p> <p>Степень значимости и доля использования образных средств при конструировании и проектировании изделий зависит от сути самого изделия. Так, в изделиях легкой промышленности, например в обуви, тканях, коврах, художественное творческое начало преобладает над техническими сторонами. Тяжелое технологическое оборудование, например кузнечные и штамповочные прессы, автоматические линии, являются по своей сути объектами развития научно-технического прогресса, и художественное творческое начало в таких изделиях уступает значению технических характеристик и чисто конструкторским решениям. Но в любом случае дизайн и техническая сторона должны выступать взаимосвязанно в формировании образа проектируемых и создаваемых объектов.</p> |

Продолжение табл. 14.1

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Согласно п. 2 Правил составления подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на промышленный образец, <b>промышленные образцы могут быть объемными (модели), плоскостными (рисунки) или составлять их сочетание.</b></p> <p><b>Объемные промышленные образцы</b> представляют собой композицию, в основе которой лежит объемно-пространственная структура, например, художественно-конструкторские решения, определяющие внешний вид металлообрабатывающего станка, сельскохозяйственной машины (например, комбайна), мотоцикла, утюга и т.д.</p> <p><b>Плоскостные промышленные образцы</b> характеризуются линейно-графическим соотношением элементов и фактически не обладают объемом, например, художественно-конструкторские решения, определяющие внешний вид ковра, платка, ткани и т.д.</p> <p>С учетом практики разработки художественно-конструкторских дизайнерских проектов и в качестве охраны промышленных образцов могут быть дизайнерские объекты единичные и состоящие из нескольких изделий (многообъектные).</p> <p><b>К единичным промышленным образцам</b> могут быть отнесены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>плоскостной двухмерный</b> - промышленный рисунок, изображение, выполненное с помощью графических средств, например рисунок декоративной ткани, ковра;</li> <li>• <b>объемный трехмерный</b> - целое единичное изделие, например машина, прибор; часть изделия, если она предназначена для использования с целым рядом изделий и обладает самостоятельной завершенной композицией, например фара, различные ручки;</li> <li>• <b>объемно-плоскостной</b> - например рисунок протектора - утолщенная, более прочная покрытая рельефным рисунком часть наружной покрышки пневматической шины.</li> </ul> <p><b>К многообъектным промышленным образцам</b> могут быть отнесены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>комплект изделий</b> - полный набор каких-либо предметов, в совокупности составляющих целое, например комплект белья, комплект частей машины; совокупность изделий относительно самостоятельного назначения. Все эти изделия должны быть подчинены общей задаче, решаемой комплектом в целом, при этом решение всех составных частей комплекта должно быть основано на едином образном пластическом и стилистическом принципе формообразования;</li> <li>• <b>набор изделий</b> - совокупность предметов одного назначения, образующих нечто целое, например набор инструментов;</li> <li>• <b>интерьер</b> - архитектурного и художественно оформленного внутреннего помещения; внутреннее пространство различных помещений, архитектурных сооружений, а также подъемно-транспортных машин и средств транспорта, например кабины, салоны, каюты, рубки и др.;</li> <li>• <b>шрифт</b> - рисунок, начертание букв; пиктограммы - изображение предметов, событий и действий с помощью условных знаков;</li> <li>• <b>табло</b> - средство отображения информации в форме, удобной для восприятия человека; представляет собой доску, щит или экран с различными</li> </ul> |



Продолжение табл. 14.1

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>ми условными изображениями, световыми и другими сигнальными устройствами, показывающими состояние контролируемого объекта и отображающими сообщения распорядительного либо рекламного характера.</p> <p>В отдельную группу целесообразно выделить изделия легкой промышленности, например одежду, обувь.</p> <p><b>К охранным изделиям комплектов (наборов) могут быть отнесены:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сервизы, наборы посуды;</li> <li>• наборы инструментов, инвентаря и т.п.;</li> <li>• комплекты одежды;</li> <li>• наборы для игр (шахматы, конструкторы и т.п.);</li> <li>• шрифты;</li> <li>• комплекты оборудования (технологического, электронного и т.п.);</li> <li>• комплектные рабочие места (диспетчера, оператора и т.п.).</li> </ul> <p>С точки зрения художественного конструирования решение всех элементов комплекта или набора должно быть выполнено с использованием единого образного, пластического и стилистического принципа формообразования.</p> <p>Специфика набора состоит в том, что между элементами, входящими в его состав и представляющими собой самостоятельные изделия, существуют определенные связи: функциональные, логические, композиционные.</p> <p>Разработка художественно-конструкторского решения изделия, состоящего из различных по функции элементов, имеющих определенные связи между собой и характеризующихся едиными принципами формообразования, является значительно более сложной творческой задачей, чем разработка единичных изделий.</p> <p>Такие комплекты, как мебельные гарнитуры, сервизы, наборы и т.п., позволяют формировать целостную, гармоничную и целесообразную предметно-пространственную среду жилого интерьера, а такие изделия, как комплекты технологического и электронного оборудования, наборы инструментов, приспособлений и т.п., составляют основу производственного интерьера, создавая оптимальные условия для деятельности рабочих и служащих.</p> <p>Как правило, комплект характеризуется пространственной автономностью отдельных элементов, входящих в его состав. Так, предметы, составляющие, например, чайный сервиз (чашка, чайник и т.п.), могут существовать отдельно, в то время как элементы единичного изделия в подавляющем большинстве случаев неразрывны в процессе выполнения основной функции этого изделия, например столешница и опора стола, кузов и колеса автомобиля и т.д.</p> <p>Пространственная автономность элементов комплекта (набора) во многом обусловлена возможностью расширения и сужения функции, на выполнение которой направлено решение того или иного комплекта.</p> <p>Так, набор мебели для столовой обычно включает стол, стулья и буфет, но может быть дополнен сервантом, столиком для чая, сервировочным столом, полками для посуды и т.д.</p> |

Продолжение табл. 14.1

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Набор для слесарных инструментов может состоять из самых необходимых основных слесарных инструментов или быть дополнен предметами, позволяющими расширить его функциональные возможности.</p> <p>Оборудование рабочих мест, пультов управления также в той или иной мере пространственно зависимо от архитектурно-планировочных параметров помещений, что учитывается в процессе экспертизы художественно-конструкторских решений подобных изделий.</p> <p>Изделия, входящие в состав некоторых комплектов, в процессе использования могут подвергаться многообразным видоизменениям, взаимным переконфигурациям. Способность к трансформации, комбинаторным преобразованиям, ярче всего выраженная в изделиях типа конструктор, является характерной чертой многих комплектных изделий и отражает самые передовые направления дизайна.</p> <p><b>Согласно п. 2.3. Правил под вариантами промышленного образца понимаются художественно-конструкторские решения одного и того же изделия (комплекта, набора), различающиеся по совокупности существенных признаков, определяющих одинаковые эстетические и/или эргономические особенности изделия.</b></p> <p>Под вариантами принято понимать стилистически связанные исполнения одного и того же художественно-конструкторского решения, имеющие одинаковый художественный образ, но производящие различное эстетическое впечатление.</p> <p>Понятие «вариант» относится не к изделию как конкретной функциональной единице, а к художественно-конструкторскому решению, определяющему его внешний вид.</p> <p>В рамках этого решения, которое характеризуется единым подходом к формообразованию, едиными композиционным и стилистическим принципами, возможны варианты решения, обусловленные различием отдельных элементов формы либо нюансными изменениями их внешнего вида.</p> <p><b>Вариантные преобразования дизайнерских решений</b>, заявленных в качестве промышленных образцов, касаются пространственных, пластических, графических и цвето-фактурных решений и объединены единым художественным замыслом.</p> <p><b>1. Варианты объемно-пространственного решения.</b><br/>Если форма изделия претерпевает размерные, пропорциональные или силуэтные изменения, то можно расценивать эти решения в качестве вариантов.</p> <p><b>2. Варианты пластического решения.</b><br/>Например, вариантное решение скороварки достигается изменением пластической проработки ручек, а также использованием художественного орнамента на стенках.</p> <p><b>3. Варианты графического решения.</b><br/>Путем изменения графической прорисовки одинаковых по форме циферблатов создается вариантное решение модели часов.</p> <p><b>4. Варианты колористического решения.</b><br/>Вариант, например, чайного сервиза может быть обусловлен иным колорис-</p> |

Продолжение табл. 14.1

| 1                                                         | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           | <p>тическим решением.</p> <p><b>Требования, предъявляемые к вариантам промышленного образца, могут быть сформулированы следующим образом:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Варианты должны быть сходны по совокупности существенных признаков;</li> <li>2. Отличия в существенных признаках не должны быть такими, чтобы вариантное решение могло быть признано самостоятельным промышленным образцом;</li> <li>3. Отличия существенных признаков должны быть результатом художественного конструирования (дизайнерского проектирования).</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Существенные признаки промышленного образца</b></p> | <p><b>Сущность художественно-конструкторского решения, заявленного в качестве промышленного образца, согласно п. 4 ст. 3 Патентного закона, определяется совокупностью существенных признаков, представленных на фотографиях изделий (макета, рисунка).</b></p> <p><b>Перечень существенных признаков, включаемый в соответствии с п. 2 ст. 18 Патентного закона в описание промышленного образца, представляет собой краткую словесную характеристику внешнего вида промышленного образца и отражает эстетические и (или) эргономические особенности изделия, отображенного на фотографии.</b></p> <p><b>К существенным признакам практика художественного конструирования (дизайна) и правовой охраны промышленных образцов относит объективно присущие художественно-конструкторскому решению изделия признаки, характеризующие композиционные особенности этого изделия, влияющие на процесс его формирования, причем каждый из которых необходим, а все вместе достаточны для создания конкретного зрительного образа этого изделия. Таким образом, выявление существенных признаков промышленного образца основано на зрительном восприятии объекта. Существенность признака определяется участием его в создании зрительного образа изделия, в сообщении изделию свойств, позволяющих визуально отличить его от ряда аналогичных решений.</b></p> <p><b>В зависимости от характера композиционного решения объектов правовой охраны промышленных образцов эти объекты можно подразделять на обобщающие группы художественно-конструкторских решений, определяющих внешний вид изделия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решение изделий, обладающих сложной композицией;</li> <li>• решение изделий, обладающих моноблочной композицией и изделий, построенных на соотношении элементарных геометрических объемов;</li> <li>• решение изделий, имеющих плоскостную композицию.</li> </ul> <p><b>При выявлении и определении совокупности существенных признаков объектов, обладающих сложной композицией, в основе которых лежит развитая объемно-пространственная структура (например, металлорежущий станок), в перечень могут быть внесены описание особенностей основных композици-</b></p> |

Продолжение табл. 14.1

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>онных элементов, их форма и взаимное расположение.</p> <p><b>При выявлении и определении совокупности существенных признаков объектов, обладающих моноблочной композицией</b> и построенных на соотношении элементарных геометрических объемов (например, телевизор, секционная блочная мебель), в перечне могут быть указаны характер формы корпуса, пластическое, графическое, цветное, фактурное решение элементов, их взаимосвязь друг с другом.</p> <p><b>При выявлении и определении совокупности существенных признаков объектов, имеющих плоскостную композицию</b> (например, ткани, ковры, платки), в перечне могут быть указаны особенности колористического решения, характер фактуры, переплетение нитей, линейно-графическое построение орнамента.</p> <p>Практика экспертизы свидетельствует, что для облегчения выявления существенных признаков заявляемых в качестве промышленных образцов объектов изложение перечня существенных признаков следует начинать с характеристики общего зрительного образа, с названия формы, как замкнутой части пространства, ограниченной плоскими или кривыми поверхностями, затем дать названия формы основных композиционных элементов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>онных элементов, их форма и взаимное расположение.</p> <p><b>При выявлении и определении совокупности существенных признаков объектов, обладающих моноблочной композицией</b> и построенных на соотношении элементарных геометрических объемов (например, телевизор, секционная блочная мебель), в перечне могут быть указаны характер формы корпуса, пластическое, графическое, цветное, фактурное решение элементов, их взаимосвязь друг с другом.</p> <p><b>При выявлении и определении совокупности существенных признаков объектов, имеющих плоскостную композицию</b> (например, ткани, ковры, платки), в перечне могут быть указаны особенности колористического решения, характер фактуры, переплетение нитей, линейно-графическое построение орнамента.</p> <p>Практика экспертизы свидетельствует, что для облегчения выявления существенных признаков заявляемых в качестве промышленных образцов объектов изложение перечня существенных признаков следует начинать с характеристики общего зрительного образа, с названия формы, как замкнутой части пространства, ограниченной плоскими или кривыми поверхностями, затем дать названия формы основных композиционных элементов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>Новизна</b></p> <p>Художественно-конструкторскому решению предоставляется правовая охрана в качестве промышленного образца только в том случае, если оно является новым, оригинальным и промышленно применимым.</p> <p><b>Согласно п. 3 ст. 6 Патентного закона промышленный образец признается новым, если совокупность его существенных признаков, определяющих эстетические и (или) эргономические особенности изделия, не известна из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца.</b></p> <p>Общедоступными считаются сведения, содержащиеся в источнике информации, с которым любое лицо может ознакомиться само, либо о содержании которого ему может быть законным путем сообщено.</p> <p>При установлении новизны промышленного образца учитываются заявки с более ранней датой приоритета, в которых соблюдены следующие условия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• заявка подана в Российской Федерации;</li> <li>• заявка подана другим лицом, т.е. другим заявителем;</li> <li>• заявка не отозвана, не считается и не признана отозванной;</li> </ul> <p>Заявка учитывается в отношении фотографий и описания, содержащихся в этой заявке на дату, на которую поступили заявления, фотографии и описания.</p> <p>При установлении новизны промышленного образца учитываются также с даты их приоритета промышленные образцы, запатентованные (в том числе и заявителем рассматриваемой заявки) в Российской Федерации, т.е. зарегистрированные в соответствующих государственных реестрах СССР и Российской Федерации.</p> | <p>Художественно-конструкторскому решению предоставляется правовая охрана в качестве промышленного образца только в том случае, если оно является новым, оригинальным и промышленно применимым.</p> <p><b>Согласно п. 3 ст. 6 Патентного закона промышленный образец признается новым, если совокупность его существенных признаков, определяющих эстетические и (или) эргономические особенности изделия, не известна из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца.</b></p> <p>Общедоступными считаются сведения, содержащиеся в источнике информации, с которым любое лицо может ознакомиться само, либо о содержании которого ему может быть законным путем сообщено.</p> <p>При установлении новизны промышленного образца учитываются заявки с более ранней датой приоритета, в которых соблюдены следующие условия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• заявка подана в Российской Федерации;</li> <li>• заявка подана другим лицом, т.е. другим заявителем;</li> <li>• заявка не отозвана, не считается и не признана отозванной;</li> </ul> <p>Заявка учитывается в отношении фотографий и описания, содержащихся в этой заявке на дату, на которую поступили заявления, фотографии и описания.</p> <p>При установлении новизны промышленного образца учитываются также с даты их приоритета промышленные образцы, запатентованные (в том числе и заявителем рассматриваемой заявки) в Российской Федерации, т.е. зарегистрированные в соответствующих государственных реестрах СССР и Российской Федерации.</p> |

Продолжение табл. 14.1

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Запатентованные в Российской Федерации промышленные образцы учитываются в период с даты приоритета до даты публикации сведений об охранных документах только в отношении их опубликованных изображений, причем по охранным документам СССР принимаются во внимание все признаки, отображенные на опубликованных изображениях промышленного образца, а по патентам Российской Федерации - только те из них, которые включены в перечень существенных признаков, с которым состоялось регистрация промышленного образца.</p> <p><b>Требования к новизне определяются</b> через совокупность существенных признаков заявляемого художественно-конструкторского решения изделия.</p> <p><b>Новизна промышленного образца определяется и устанавливается по двум аспектам:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• вначале определяется, с каким источником информации сравнивать заявленное художественно-конструкторское решение;</li> <li>• затем определяется с учетом перечня существенных признаков, какие признаки должны быть приняты во внимание при сравнении.</li> </ul> <p><b>Первый аспект</b> позволяет установить новизну промышленного образца формально.</p> <p><b>Второй аспект</b> позволяет определить, за счет каких существенных признаков достигается новизна заявленного в качестве промышленного образца художественно-конструкторского решения.</p> <p><b>Промышленный образец не признается соответствующим критерию «новизны»,</b> если в источниках информации выявлены сведения о художественно-конструкторском решении, которому присущи признаки идентичные всем отображенным на фотографиях признакам, охарактеризованным в предложенном заявителем перечне существенных признаков промышленного образца.</p> <p>Соответствие художественно-конструкторского решения критерию (условию) «новизна» определяют путем сравнения совокупности существенных признаков, характеризующих промышленный образец с известными аналогичными решениями (изделиями) того же назначения.</p> <p>При этом сравнение проводят с каждым из аналогов в отдельности. Приведение нескольких источников информации для доказательства известности совокупности существенных признаков промышленного образца при определении соответствия критерию «новизна» не допускается.</p> <p>Сравнение художественно-конструкторского решения с каждым из аналогов проводят путем сопоставления каждого существенного признака промышленного образца с соответствующим ему признаком, известным из аналога.</p> <p>Художественно-конструкторское решение не соответствует критерию «новизна», если все существенные признаки совпадают с признаками одного из аналогов.</p> |

Окончание табл. 14.1

| 1                                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Оригинальность</b></p>            | <p><b>Промышленный образец признается оригинальным, если его существенные признаки обуславливают творческий характер эстетических особенностей изделия.</b></p> <p>Проверка оригинальности промышленного образца заключается в поиске среди общедоступных до даты приоритета промышленного образца источников информации, содержащих каждый в отдельности существенные признаки, отличающие промышленный образец от его ближайшего аналога. Если такие источники выявлены и привнесение указанных признаков в ближайший аналог позволяет сформировать зрительный образ, присущий промышленному образцу с его эстетическими и эргономическими особенностями, констатируется отсутствие оригинальности. В противном случае промышленный образец признается оригинальным.</p> <p>В практике экспертизы оригинальность предполагает своеобразие признаков формы, выделяющих рассматриваемое изделие среди аналогов. Выделение из состава эстетических особенностей показателя оригинальности продиктовано необходимостью утвердить творческий характер эстетических особенностей изделия, их неразрывную творческую связь с существенными признаками, причем с каждым из них. Значение оригинальности заключается в том, что новизна закладывается и характеризуется индивидуальностью трактовки художественного образа изделия при творческом подходе к формообразованию объекта правовой охраны промышленных образцов.</p> |
| <p><b>Промышленная применимость</b></p> | <p><b>Промышленный образец признается промышленно применимым, если он может быть многократно воспроизведен промышленным способом.</b></p> <p>Промышленная применимость подтверждает практическое значение конкретного воплощения изделия, его основных композиционных элементов, совокупности существенных признаков для реального объекта.</p> <p>При этом проверяется, содержат ли материалы заявки указание на назначение изделия, в котором воплощается промышленный образец. Проверяется также возможность изготовления изделия указанного назначения с внешним видом, характеризующим совокупностью существенных признаков, отображенных на фотографиях и включенных в перечень существенных признаков, без использования уникальных, либо неизвестных до даты приоритета промышленного образца и не раскрытых в заявке средств и методов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### 14. 3. Объекты, не признаваемые патентоспособными образцами

**В соответствии с п. 2 ст. 6 Законом не признаются патентоспособными образцами следующие решения.**

Не признаются патентоспособными **решения, обусловленные исключительно технической функцией изделия.** Эти решения относятся к изделиям, технологическая форма которых получена в результате инженерно-технической сути, определяющей исключительно возможность функционировать это изделие за счет его технических параметров, и не имеет отношения к его эстетическим свойствам.

Из архитектурных объектов из охраны исключаются промышленные, гидротехнические и другие стационарные сооружения, так как эти объекты предназначены к определенному рельефу местности.

Не признаются патентоспособными **промышленные образцы, относящиеся к печатной продукции** как таковой. Эта печатная продукция, как, например, страница книги, брошюра в которой использован шрифт без каких-либо эстетических особенностей.

Правовая охрана промышленных образцов не распространяется на **решения, использованные в объектах неустойчивой формы из жидких, сыпучих и им подобных веществ.** Эти решения относятся к объектам, предназначенным для использования в пневмооболочках, фонтанах, аттракционах и различных объектов зрелищно-массовых сооружений. Зрительное восприятие относится к динамическим образованиям к периодически изменяемому их внешнему виду.

Не признаются патентоспособными **промышленные образцы, относящиеся к изделиям противоречащим общественным интересам, принципам гуманности и морали.**

В данном случае подразумеваются решения, включающие изображения непристойного содержания, призывы антигуманного характера, оскорбляющие, например, религиозные чувства и вообще человеческое достоинство.

## 14.4. Основные требования к заявке на выдачу патента на промышленный образец

При подготовке материалов следует руководствоваться не только Патентным законом, но и Правилами составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на промышленный образец, так как именно этот нормативный документ содержит изложение требований в полном объеме. Действующие Правила изданы в соответствии со ст.2 Патентного закона и содержат разъяснения по его применению.

Все требования к содержанию каждого документа детально представлены в Правилах по промышленным образцам, в связи с чем в дальнейшем будут подчеркнуты некоторые особенности, практически не всегда принимаемые во внимание при подаче заявки.

**Согласно ст. 18 Патентного закона заявка на промышленный образец должна содержать:**

- **заявление о выдаче патента** с указанием автора (авторов) промышленного образца и лица (лиц), на имя которого (которых) испрашивается патент, с указанием их местожительства или местонахождения;
- **комплект фотографий изделия** (макета, рисунка), дающие полное детальное представление о внешнем виде изделия (вместо фотографии рисунка может быть представлена его иная репродукция), чертеж общего вида изделия, эргономическую схему, конфекционную карту, если они необходимы для раскрытия сущности промышленного образца.
- **описание промышленного образца**, включающее перечень существенных признаков.

К заявке прилагается документ, подтверждающий уплату пошлины в установленном размере или основание для освобождения от уплаты пошлин, а также для уменьшения ее размеров. Описание начинается с названия заявляемого промышленного образца и индекса Международной классификации промышленных образцов (МКПО).



Описание, как и фотографии, является основным материалом заявки. Правильно составленное описание способствует полному и объективному рассмотрению заявки на стадии проведения экспертизы по существу. Если в описании допущены ошибки или отсутствуют установленные его структурой отдельные разделы, то заявителю будет направлен запрос с предложением дополнить описание недостающими сведениями.

Описание промышленного образца должно в словесной форме раскрывать отображенный на фотографиях внешний вид изделия, а не его способ действия или устройства. Не допускается предположений о возможных модификациях или трансформациях заявляемого художественно-конструкторского решения, если таковые не изображены на фотографиях, рисунках или иных репродукциях.

Это требование является общим как для заявителя, так и для экспертизы.

Описание промышленного образца должно содержать следующие разделы: название, назначение и область применения, аналоги, перечень фотографий и других представленных материалов, иллюстрирующих промышленный образец, сущность промышленного образца, возможность многократного воспроизведения, перечень существенных признаков (табл. 14.2).

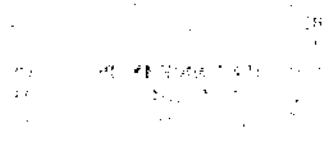
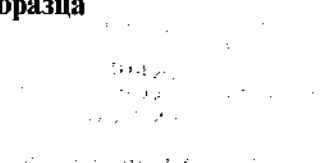
**Таблица 14.2**  
**Описание промышленного образца**

| Название раздела описания                             | Краткая характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Название промышленного образца                        | <p><b>Должно характеризовать его назначение и излагается в единственном числе.</b></p> <p>Название должно <b>быть точным и кратким</b> и содержать 1-3 значащих слова.</p> <p>Название художественно-конструкторского решения изделия <b>должно отражать его сущность и указывать, к какому роду объектов оно относится.</b></p> <p>Название <b>должно информировать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• о назначении изделия (выполняемой им функции), т.е. выражать родовое понятие, например: «Пылесос», «Ножницы», «Сковорода» и т.п.</li> <li>• или о принадлежности изделия к какой-либо области техники, отрасли народного хозяйства, сфере быта, т.е. выражать видовое понятие, например: «Станки ткацкие», «Пресс штамповочный», «Костюм водолазный».</li> </ul> <p>Название художественно-конструкторского решения изделия, заявляемого в качестве промышленного образца, <b>должно соответствовать следующей структуре:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• на первое место ставится существительное - родовое понятие, например «станок»;</li> <li>• далее идет определение - видовое понятие, например «токарный»;</li> <li>• затем при необходимости указывается специфика назначения промышленного образца, например «для изготовления оптических приборов».</li> </ul> <p>Таким образом, полное название регистрируемого художественно-конструкторского решения изделия - «Станок токарный для изготовления оптических приборов».</p> |
| Назначение и область применения промышленного образца | <p>Кроме сведений о назначении и области применения, <b>указывается также преимущественная область использования</b> заявленного промышленного образца.</p> <p>Раздел следует начинать с фразы «Заявляется художественно-конструкторское решение внешнего вида изделия (название изделия), предназначенного для (указывается отрасль промышленности или человеческой деятельности, где может быть использован промышленный образец)...». При необходимости здесь же указывается комплекс изделий, в которых чаще всего используется промышленный образец.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Аналоги промышленного образца                         | <p><b>Даются характеристики выявленных аналогов и указывается какой из них является наиболее близким</b> к заявленному художественно-конструкторскому решению.</p> <p><b>Аналоги промышленного образца</b> - это известные из общедоступных сведений на дату его приоритета художественно-конструкторские решения, относящиеся к внешнему виду изделия того же функционального назначе-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## Продолжение табл. 14.2

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>ния, что и заявленное художественно-конструкторское решение, сходные с ним по существенным признакам.</p> <p><b>Ближайший аналог</b> - это аналог, наиболее сходный с заявленным художественно-конструкторским решением по совокупности существенных признаков.</p> <p>Аналоги и ближайший аналог обычно выбираются по научно-технической или патентной литературе в пределах того же класса МКПО, что и заявленное художественно-конструкторское решение, но могут быть выбраны и в другом классе, когда одно и то же решение используется для изделий различного функционального назначения.</p> <p>Выбор стран поиска в области промышленных образцов осуществляется по результатам предварительного поиска по официальным бюллетеням стран мира, дающим изображение промышленного образца, по тематическим подборкам, имеющимся в фондах организаций, по каталогам-проспектам фирм, журналам, отражающим вопросы дизайна.</p> <p>При характеристике аналогов отражают тенденции развития той области художественного конструирования, к которой они относятся, приводят те признаки аналогов, в том числе и ближайшего, которые определяют внешний вид изделий.</p> <p>Допускается указать недостатки известных промышленных образцов, приведенных в разделе «Аналоги промышленного образца». В разделе приводят эстетические, эргономические особенности, характеризующие известные промышленные образцы.</p> <p>Для художественно-конструкторского решения изделия, относящегося к комплекту (набору), прежде всего указывается аналог, относящийся ко всему комплекту (набору). В случае, если единый ближайший аналог для комплекта (набора) в целом не выявлен, допускается приведение в качестве ближайших аналогов нескольких художественно-конструкторских решений изделий, каждое из которых сходно с одним из изделий, входящих в состав заявляемого комплекта (набора).</p> <p>В некоторых случаях заявляемое художественно-конструкторское решение комплекта (набора) отличается от ближайшего аналога наличием одного или нескольких изделий, дополняющих комплект (набор), т.е. заявляемый комплект (набор) имеет более широкие функциональные возможности.</p> <p>В этом случае, если изделие введено в комплект (набор) впервые, ближайший аналог для этого изделия не указывается.</p> <p>Если изделие, дополняющее комплект (набор), является известным, часто встречающимся в комплектах (наборах) данного класса изделий, то указывается ближайший аналог. В этом случае для комплекта (набора) используется сборный ближайший аналог, который потенциально может образовать единый комплект (набор), близкий к заявляемому художественно-конструкторскому решению комплекта (набора).</p> <p>Заявляется, например, художественно-конструкторское решение «Кофейный сервиз», состоящий из кофейника, чашки с блюдцем, сахарницы, молочника, а также блюда.</p> <p>Для данного кофейного сервиза в целом не выявлен единый ближайший аналог, поэтому в качестве ближайшего аналога указывается в описании заявки сборный ближайший аналог:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Кофейный сервиз, состоящий из кофейника, чашки с блюдцем, сахарницы, молочника.</li> </ul> |

Продолжение табл. 14.2

| 1                                                                                                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>• Блюдо, отсутствующее в кофейном сервисе, но известное в отдельности.</p> <p>При наличии в заявке вариантов промышленного образца, если ни один из аналогов не является наиболее близким одновременно для всех вариантов, возможно указание наиболее близкого аналога для каждого из них.</p> <p>В данном разделе должны быть указаны библиографические данные источников информации, содержащих приведенные аналоги, так, чтобы источник информации мог быть по ним обнаружен.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Перечень фотографий (иллюстраций) промышленного образца и других представленных материалов</b></p>                        | <p>Перечисляются фотографии, а также чертежи, схемы, конфекционные карты, если они представлены, в соответствии с их нумерацией. Приводят краткое название того, что изображено на каждой (каждом) из них.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>Сущность промышленного образца</b></p>  | <p>Характеризуется совокупность отображенных на фотографиях его существенных признаков, которые определяют внешний вид изделия с его эстетическими и (или) эргономическими особенностями, указанными заявителем (что формирует объем правовой охраны).</p> <p>Для раскрытия сущности художественно-конструкторского решения приводится словесное описание совокупности его существенных признаков, отображенных на фотографиях, со ссылками на них (а также на чертеж общего вида изделия, эргономическую схему, конфекционную карту, если они имеются).</p> <p>При этом выделяются существенные признаки заявленного художественно-конструкторского решения, являющиеся отличительными от наиболее близкого аналога.</p> <p>В этом разделе описания отмечаются также эстетические и (или) эргономические особенности изделия, в котором воплощено заявленное художественно-конструкторское решение, и поясняется влияние признаков, отнесенных к существенным, на формирование внешнего вида изделия, обладающего указанными особенностями, если это не очевидно.</p> <p>При наличии в заявке вариантов промышленного образца в случае, когда наиболее близким для всех вариантов является один и тот же аналог и варианты различаются лишь отличительными от этого аналога признаками, полностью описывается совокупность существенных признаков одного из вариантов, а раскрытие сущности каждого из остальных осуществляется путем описания их отличий от варианта, описанного полностью.</p> <p>Признаки, используемые для характеристики художественно-конструкторских решений, излагаются в зависимости от особенности объекта (изделия).</p> <p>Для характеристики художественно-конструкторских решений изделий, обладающих сложной композицией, в основе которой лежит развитая объемно-пространственная структура (например, станок, сельскохозяйственная</p> |

Продолжение табл. 14.2

| 1                                                                             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                               | <p>машина, мотоцикл и т.п.), используются, в частности, следующие признаки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• наличие композиционных элементов;</li> <li>• взаимное расположение элементов;</li> <li>• форма композиционных элементов.</li> </ul> <p>Для характеристики художественно-конструкторских решений изделий с <b>моноблочной композицией</b> (например, телевизор, радиоприемник, щитовой прибор, шкатулка), а также решений, построенных на соотношениях элементарных геометрических объемов (например, мебельный секционный блок), используются, в частности, следующие признаки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• состав и распределение композиционных элементов;</li> <li>• пластическое, графическое, цветовое и фактурное решение этих элементов, находящихся, как правило, на фронтальной поверхности изделия.</li> </ul> <p>Для характеристики художественно-конструкторских решений <b>комплектов (наборов)</b> изделий, помимо признаков, используемых для характеристики художественно-конструкторских решений соответствующих изделий, используются, в частности, признаки, отражающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• характер взаимодействия частей;</li> <li>• соподчиненность элементов;</li> <li>• пропорциональный строй как самих исходных элементов и тех изделий, которые созданы на основе использования этих элементов, так и всего комплекта (набора) в целом.</li> </ul> <p>При характеристике художественно-конструкторских решений изделий, <b>внешний вид которых определяется двумя состояниями: закрытым (сложенным) и открытым</b> (например, шкафы, холодильники, приборы в закрытом корпусе, телефонные трубки и т.п.) признаками могут быть элементы как наружного вида, так и внутреннего объема изделия.</p> <p>При характеристике художественно-конструкторского решения признак может быть выражен также путем указания на совпадение внешнего вида изделия или его элемента с внешним видом известного изделия иного назначения.</p> <p>В иных случаях сущность каждого заявленного варианта промышленного образца раскрывается полностью.</p> |
| <p><b>Возможность многократного воспроизведения промышленного образца</b></p> | <p>Приведены сведения о технологии и возможности изготовления изделия в промышленных условиях (основные материалы, применяемые для изготовления корпусных деталей, технология их изготовления, виды декоративной отделки, применяемое технологическое оборудование), преимущества применяемой технологии по сравнению с ранее используемой и другие необходимые сведения, подтверждающие многократную воспроизводимость промышленного образца.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Перечень существенных признаков промышленного образца</b></p>           | <p>Предназначен для адекватного толкования отображенной на фотографиях совокупности существенных признаков, определяющей объем испрашиваемой правовой охраны, предоставляемой патентом.</p> <p>В перечень включаются все признаки, отнесенные к существенным, как правило, сформулированные более кратко, чем при раскрытии сущности промышленного образца.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Продолжение табл. 14.2

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Признаки промышленного образца выражают в перечне таким образом, чтобы обеспечить возможность однозначного понимания специалистом смыслового содержания понятий, которыми они охарактеризованы, для идентифицирования их с элементами изображений на фотографиях изделия (макета, рисунка).</p> <p>Характеристика признака в перечне не может быть заменена отсылкой к фотографиям изделия (макета, рисунка), кроме случаев, когда без такой отсылки признак невозможно охарактеризовать.</p> <p><b>Перечень существенных признаков</b> - это «словесное наставление» эстетических (эргономических) особенностей изделия, поясняющих изображение промышленного образца.</p> <p>Перечень является словесной формой идентификации визуальной эстетической сущности, внешнего оформления изделия, его художественно-конструкторского решения.</p> <p>Правовой смысл словесного перечня существенных признаков заключается в том, что патентная форма охраны промышленного образца требует объективных знаний о том, как «составлен» промышленный образец. В перечне проще указать на ту эстетическую ценность, которая является интеллектуальной собственностью владельца промышленного образца, ради которой испрашивается патент.</p> <p>Кроме того, перечисление существенных признаков защищает промышленный образец не только от копирования (как в авторском праве), но и от имитации возможными конкурентами. В этом состоит привлекательность патентной формы охраны промышленного образца в отличие от его охраны по нормам авторского права.</p> <p>Перечень дает адекватное представление для заявителя и экспертизы о сущности охраняемого промышленного образца, об объекте притязаний владельца, и если изображение изделия определяет объем охраны, то словесный перечень существенных признаков, включенных заявителем в совокупность, конкретизирует границы этой охраны.</p> <p>Поскольку промышленный образец - результат художественно-конструкторского решения, визуально отраженный во внешнем виде изделия, то план построения перечня существенных признаков должен следовать типовой логике художественно-конструкторского проектирования любого изделия, внешний вид которого заявляется к охране.</p> <p><b>Новый и оригинальный внешний вид известного изделия обеспечивается методами художественного конструирования за счет проектных решений, изменяющих:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• композицию (состав и взаимное расположение основных формообразующих элементов);</li> <li>• форму этих элементов (для объемных промышленных образцов);</li> <li>• их конфигурацию (для плоскостных промышленных образцов);</li> <li>• пластику (подробности формы);</li> <li>• орнамент (в сочетании с фактурой).</li> </ul> <p>Следует еще раз отметить, что при наличии в заявке вариантов промышленного образца перечень существенных признаков излагается в виде части, содержащей общие для всех вариантов существенные признаки.</p> <p>При этом вариантный признак выражается обобщенным понятием, затем описываются конкретные формы реализации вариантного признака, характеризующего каждый вариант.</p> |

Окончание табл. 14.2

| 1 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><b>Пример изложения перечня существенных признаков для вариантных решений:</b></p> <p><b>«Бутылка», характеризующаяся:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• составом основных композиционных элементов: корпус, горловина, днище;</li><li>• цилиндрической формой корпуса;</li></ul> <p><b>отличающаяся:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• выполнением зоны плечиков конической формы в виде горизонтальных ритмических колец;</li><li>• наличием на цилиндрической части бутылки круговой выемки для этикетки;</li></ul> <p><b>1-й вариант</b> характеризуется:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• выполнением нижней части горловины и плечиков ребристыми из горизонтальных колец;</li></ul> <p><b>2-й вариант</b> характеризуется:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• в верхней части ребристости, отступив одно кольцо сверху, в нижней части горловины выполнен стеклянный медальон круглой формы;</li></ul> <p><b>3-й вариант</b> характеризуется:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ребристостью в нижней части, отступив одно кольцо снизу, на плечиках выполнен стеклянный медальон овальной формы.</li></ul> |

14.5. Рассмотрение заявки на выдачу патента на промышленный образец

Экспертиза заявки на промышленный образец включает две стадии: формальную экспертизу и экспертизу по существу (табл. 14.3).

При окончании проведения экспертизы заявки по существу принимается решение о выдаче патента или решение об отказе в выдаче патента.

Общим требованием для всех видов решений экспертизы является профессиональное толкование нормативных документов, логичность доводов и обоснований в доказательстве, последовательность в изложении, аргументированность доводов.

**Таблица 14.3**  
**Экспертиза заявки на промышленный образец**

| Название стадии экспертизы    | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Формальная экспертиза         | <p><b>В ходе проведения формальной экспертизы заявки проверяется наличие необходимых документов, соблюдение установленных требований к ним и рассматривается вопрос о том, относится ли заявленное предложение к объектам, которым предоставляется правовая охрана.</b></p> <p>По заявке, оформленной с нарушением требований к ее документам, заявителю направляется запрос с предложением в течение двух месяцев с даты его получения представить ответы на поставленные вопросы.</p> <p>Срок предоставления ответа на запрос может быть продлен органом экспертизы при поступлении в течение указанного двухмесячного срока соответствующей просьбы заявителя.</p> <p>В случае, если заявитель в указанные сроки не представит запрашиваемые материалы или ходатайство о продлении установленного срока, заявка признается отозванной.</p> <p>Если в результате формальной экспертизы будет установлено, что заявка оформлена на предложение, которое не относится к патентоспособным объектам, принимается решение об отказе в выдаче патента.</p> <p>При положительном результате патентной экспертизы заявка переходит на этап экспертизы по существу, о чем заявитель уведомляется.</p> <p>Таким образом, по окончании формальной экспертизы заявителю направляется уведомление о положительном результате формальной экспертизы с указанием даты приоритета и регистрационного номера заявки.</p> <p>Следует отметить, что формальная экспертиза проводится при уплате установленной пошлины на момент подачи заявки.</p> |
| Экспертиза заявки по существу | <p><b>Экспертиза заявки по существу проводится только при положительном результате формальной экспертизы (п. 2 ст. 14 Патентного закона).</b></p> <p>При экспертизе заявки по существу проводится:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• дополнительная проверка соблюдения заявителем требований к заявке, проверяемых в ходе формальной экспертизы;</li> <li>• установление приоритета промышленного образца на основании и в соответствии с пп.2-5 ст. 19 Патентного закона;</li> <li>• проверка правильности составления представленного заявителем перечня существенных признаков промышленного образца;</li> <li>• проверка дополнительных материалов;</li> <li>• проверка соответствия условиям патентоспособности заявленного промышленного образца.</li> </ul> <p><b>Правила по промобразцам п. 19.3 излагают следующие условия установления приоритета промышленного образца:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• условия установления конвенционного приоритета;</li> <li>• условия установления приоритета по дате поступления дополнительных материалов к ранее поданной заявке;</li> <li>• условия установления приоритета по дате поступления более ранней заявки;</li> <li>• условия установления нескольких приоритетов.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                          |



## 14.6. Регистрация патента и публикация сведений о его выдаче



Рис. 14.1. Патент  
на промышленный образец

Согласно ст. 25 Патентного закона Патентное ведомство после принятия решения о выдаче патента (рис. 14.1), при условии уплаты заявителем пошлины за выдачу патента, публикует в своем официальном бюллетене сведения о выдаче патента, включающие имя автора (авторов), если последний (последние) не отказался быть упомянутым в качестве такового (таковых), и патентообладателя, название и перечень существенных признаков промышленного образца и его изображения. Внесение промышленного образца в Государственный реестр производится Патентным ведомством одновременно с публикацией сведений о выдаче патента. Патент выдается лицу, на имя которого он испрашивается. При наличии нескольких лиц, на имя которых испрашивается патентом выдается один патент.

## 14.7. Защита прав авторов и заявителей на промышленный образец

Споры, связанные с применением Патентного закона, рассматриваются в порядке, установленном законодательством Российской Федерации (ст. 31 Патентного закона).

**Суды**, в том числе арбитражные суды и третейские суды в соответствии с их компетенцией, **рассматривают следующие споры:**

- об авторстве на промышленный образец;
- об установлении патентообладателя;
- о нарушении исключительного права на использование запатентованного промышленного образца и других имущественных прав патентообладателя;
- о заключении и использовании лицензионных договоров на использование запатентованного промышленного образца;
- о праве преждепользования;

- о выплате вознаграждения автору работодателем в соответствии с п. 2 ст. 8 Патентного закона;
- о выплате компенсаций, предусмотренных Законом, кроме случая, предусмотренного п. 4 ст. 13 Патентного закона;
- другие споры, связанные с охраной прав, удостоверяемых патентом, кроме споров, относящихся к компетенции Высшей патентной палаты (ст. 31 Патентного закона).

Присвоение авторства, принуждение к соавторству, незаконное разглашение сведений о промышленном образце влекут за собой уголовную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации (ст. 32 Патентного закона).

Государство стимулирует создание и использование изделий, внешний вид которых защищен патентом на промышленный образец, путем установления авторам и хозяйствующим субъектам, использующим указанные изделия, льготных условий налогообложения и кредитования^ также предоставляет им иные льготы в соответствии с законодательством Российской Федерации (ст. 34 Патентного закона).

Патент на промышленный образец может быть оспорен и признан недействительным полностью или частично в случаях:

- несоответствия промышленного образца условиям патентоспособности;
- наличия в перечне существенных признаков промышленного образца, отсутствующих в первоначальных материалах заявки;
- неправильного указания в патенте автора (авторов) или патентообладателя.

Возражение против выдачи патента рассматривается Апелляционной палатой в течение шести месяцев с даты его поступления.

При несогласии с решением Апелляционной палаты по возражению против принятия решения может подать жалобу в Высшую патентную палату (ст. 29 п. 3 Патентного закона).

## **Список использованной и рекомендуемой литературы**

1. **Международная классификация промышленных образцов (МКПО).** - М.: ВНИИПИД990.
2. **Нормативные акты о правовой охране промышленных образцов.** - М.: ВНИИПИД983.
3. **Промышленные образцы.** Шестимиров А.А., Минаев А.А. - М.: ВНИИПИ, 1996.-397с.
4. **Патентный закон Российской Федерации// Интеллектуальная собственность.-1992.- № 1-2.- С.4-17.**
5. **Правила составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на промышленный образец.** - Утв.03.10.1994 г.Патентным ведомством // Патенты и лицензии.- 1994.-№ 12.- С.20-45.
6. **Селяков В.А.** Правовая охрана промышленных образцов в России.- М.:ВНИИПИ,1994.

# **Основные термины дизайна**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ** - замена части человеческого труда машинным в процессе проектирования путем внедрения технических средств и программ, обрабатывающих и воспроизводящих информацию ^ целью оптимизации отдельных операций и сокращения сроков проектирования.

**АНАЛИЗ** в дизайне - процесс применяемого в ходе решения дизайнерских задач мысленного или фиксированного в различных проектных языках расчленения объектов (изделий или явлений) на отдельные составляющие с целью получения необходимой информации. Объекты А. анализируются в соответствии с проектной задачей.

**АНАЛИЗ ПРЕДПРОЕКТНЫЙ** - проводимое на первоначальном этапе проектирования исследование и сопоставление всевозможных данных о желаемых функциях, облике, способе изготовления, наличии аналогов проектируемого объекта. В процессе П.а. выявляются недостатки существующих изделий, пожелания потребителей и вычленяются возможные точки концентрации внимания дизайнера, фиксируются проектные идеи и пр.

**АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ** - исследование социальных явлений, экономических и производственных вопросов, влияющих на функционирование объекта, с целью повышения эффективности проектирования.

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ** - исследование материалов и возможных способов изготовления изделия.

**АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ** - исследование способов использования изделия.

**АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОЙ** - исследование структуры потребностей и наиболее эффективных, с точки зрения затрат, способов их удовлетворения для различных групп населения (возрастных или профессиональных), для различных сред обитания (город, деревня), в различных масштабах (массовые или индивидуальные формы потребления) и т.д.

**АНАЛИЗ ФОРМЫ** - исследование структуры изделия и его аналогов, поиск вариантов композиционных, конструктивных и пластических решений.

**АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ** - способ прогнозирования качественных признаков объекта на основе частичного, полного или последовательного сравнения.

**АНАЛОГ** - изделие (продукция), сходное с проектируемым по функциональному назначению, принципу действия, условиям применения. Сравнение ряда А., как правило, является составной частью предпроектного анализа.

**АНТРОПОЛОГИЯ** - наука, изучающая биологическую природу человека, его положение в ряду живых существ, происхождение, древние и современные морфологические типы, физиологические, половые и возрастные особенности.

**АНТРОПОМЕТРИЯ** - система методов антропологического исследования строения человеческого тела, устанавливающих этнические, половые, возрастные, профессиональные и другие особенности физического строения человека.

**АРХИТЕКТОНИКА** промышленных изделий - художественно осмысленные и выраженные в форме изделия его конструктивная основа и характер работы материала. Выявляется через взаимосвязь и взаиморасположение несущих и несомых частей, что делает наглядными статические и динамические нагрузки конструкции, а также через ритмический строй форм. А.п.и. - важное для дизайна понятие, имеющее отношение к осмыслению промышленного изделия как единого пластического организма.

**АТЛАС АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЙ** - систематизированный свод таблиц антропометрических признаков человека определенных возрастных, национальных и половых групп.

**АТЛАС ЦВЕТОВОЙ** - систематизированный набор цветowych образцов с установленными параметрами для оценки цветов визуальным сравнением.

**ВЕЩЬ** - изготовленный (или взятый) материальный, физически целостный объект, выступающий как функциональный компонент деятельности. В форме В. отражаются не только функциональные, но и социокультурные значения (потребительские, экономические, производственные, проектные и ценностно ориентированные, например эстетические), а также социокультурные связи между человеком и объектом его деятельности, производством и потреблением, торговлей и потребителем и т.д. В. имеет особый ценностный статус для человека. В. является объектом проектирования и выразителем худо-

## Основные термины дизайна

жественного и эстетического отношения человека к предметной среде. С дизайнерской точки зрения, В. не только является частью средового контекста, единицей среды и в этом смысле - ее ценностной моделью, но и служит функциональной моделью, так как несет основные признаки деятельности и обеспечивает полноту ее осуществления.

**ВИЗУАЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ** - координация функциональных процессов посредством создания специальных визуальных знаков и знаковых систем. В.к. играет организационную, координирующую и регулирующую роль в предметно-пространственной среде. Одна из важнейших задач дизайна - проектирование систем В.к., обеспечивающих оптимальную связь человека со средой - четкое и быстрое восприятие смысла предметного окружения и регулирование процесса пространственной ориентации и поведения.

**ВИЗУАЛЬНЫЙ ЯЗЫК** - система условных изображений, предназначенная для передачи специальной информации - правил движения, сигналов опасности, принадлежности к фирме и пр. В.я. строится на основе визуальных символов (условное изображение, закрепленное в сознании человека за реальным объектом или процессом) и визуальных знаков (материальное воплощение единичных символов или их сочетаний). Визуальные знаки могут быть изобразительными, словесными и смешанными. На основе алфавита символов (совокупности отобранных для данного языка символов), от полноты которого зависит смысловой диапазон В.я., с помощью синтаксиса В.я. (правил сопращения визуальных символов и знаков) строится визуальный текст - единичное сообщение, смысл которого передается через визуальные знаки, визуальную форму вещи и задает программу действия или поведения.

К изобразительным знакам относятся: идеограмма - изображение или абстрактный символ, выражающий определенное понятие и не разложимый на составные элементы, иконический знак - лаконичное изображение предмета, пиктограмма - «рисуночное письмо», передающее сообщение путем условного изображения предметов и действий с ними. К словесным знакам относится логотип - специфическое начертание полного или сокращенного названия объекта (фирмы, предприятия, изделия), в выборе которого играют роль не только его графическое, но и фонетическое решения. Изобразительные и словесные знаки подлежат патентованию.

**ВНЕШНИЙ ВИД МАТЕРИАЛА** - 1) визуально воспринимаемые характеристики природного или искусственного материала, которые проявляются в изделии после окончательной обработки или переработки. В.в.м. определяется цветом, фактурой, блеском, текстурой и чистотой поверхности. Может быть представлен в виде образца

внешнего вида поверхности; 2) визуально воспринимаемая форма природного или искусственного материала, поступающего на производство и предназначенного для дальнейшего преобразования. Характеризуется его физическим состоянием (жидкость, порошок, гранулы, бруски), цветом и другими признаками.

Показатель внешнего вида поверхности материала - числовое выражение или описание качественной характеристики цвета, фактуры, блеска, текстуры и чистоты поверхности образца: фактура - внешнее строение поверхности, определяемое степенью и характером неровностей (гладкая, шероховатая, с рельефным рисунком). Зависит от природы материала и способов его обработки. Степень шероховатости измеряется инструментальными методами и оценивается в микронах; блеск - способность поверхности зеркально отражать свет. Определяется визуально или инструментально. Выражается в условных единицах, показывающих соотношение интенсивности зеркального и диффузного отражения света. Зависит от качества материала и способов его обработки; текстура - рисунок поверхности материала, обусловленный его внутренним строением; чистота поверхности - характеристика поверхности, обусловленная наличием допустимых включений и отсутствием разнотонности. Зависит от технологии получения материала и чистоты сырья.

**ВОСПРИЯТИЕ ЗРИТЕЛЬНОЕ** - непосредственное отражение объективной действительности при помощи органов зрения.

**ДИЗАЙН** - проектная художественно-техническая деятельность по разработке промышленных изделий с высокими потребительскими свойствами и эстетическими качествами, по формированию гармоничной предметной среды жилой, производственной и социально-культурной сфер. Объекты Д. - промышленные изделия (производственное оборудование, бытовая техника, мебель, посуда, одежда и пр.); элементы и системы городской, производственной, жилой среды; визуальная информация; функционально-потребительские комплексы и пр. Соответственно различают виды Д.: Д. промышленных изделий, Д. среды, графический Д., Д. социально-культурной сферы и пр. Внутри каждого вида возможна также специализация дизайнеров, однако методы и принципы их деятельности остаются общими, с корректировкой на особенности объекта. Цель проектирования в Д. - оптимизация функциональных процессов жизнедеятельности человека, повышение эстетического уровня изделий и их комплексов. Предметом проектирования в Д. является структура и качество формы предметной среды в целом и изделий как ее элементов.

Метод дизайна - эволюционно складывающиеся принципиальные основы деятельности, определяющие ее цели и категориальный аппарат, который задает методический фундамент проектирования - способы моделирования объекта и совокупность правил, определяющих последовательность и содержание этапов формообразования. Современные принципы Д. - соединение в целостной структуре и гармоничной форме всех общественно необходимых свойств проектируемого объекта. Основными рабочими категориями дизайнерского проектирования являются образ, функция, морфология, технологическая форма, эстетическая ценность. Осуществление идеи создания целостного объекта требует глубокого знания основных законов и тенденций развития экономики, производства, потребления, а также понимания духовных запросов общества. Поэтому Д. базируется на научных основах моделирования объекта, объединяя научные принципы с художественными в проектном образе, и находит применение в других областях общественной деятельности (социальный Д.).

**ДИЗАЙНЕР** - специалист, работающий в сфере дизайна и обеспечивающий высокие потребительские свойства и эстетические качества изделий и предметной среды. Определяя качества предметно-пространственной среды и создавая целостный продукт через организацию и гармоничное сочетание ее элементов, Д. выявляет структурные и функциональные связи и формирует их на основе единства художественного, научного и технического подходов.

**ДИЗАЙНЕРСКАЯ РАЗРАБОТКА** - проектная разработка промышленного изделия, комплекса изделий или предметной среды с применением методов и средств дизайна в процессе проектирования конкретных функционально-технических и эстетических сторон объекта. Структурно Д. р. включает социально-культурную, конструкторскую и технологическую части. Функционально Д. р. служит удовлетворению различных требований, предъявляемых потребителем к изделиям промышленного производства: утилитарных, экологических, коммуникативных и эстетических. Этапы Д. р.: разработка технического задания - выявляются исходные данные для Д. р., требования технической эстетики и эргономики к изделию, упаковке и сопроводительной документации; разработка технического предложения - проводится анализ информации, функциональный, социологический, эстетический, эргономический и социально-экономический анализ изделия-прототипа и аналогов, а также исследование предполагаемых условий изготовления и эксплуатации и т. д., разрабатываются варианты общего художественно-конструкторского решения, эргономического и цветофактурного решения; разработка эскизного проекта

- уточняются художественно-конструкторское, эргономическое, цветофактурное и др. решения; разработка технического проекта - фиксируются окончательные результаты разработки. Все этапы Д. р. отражаются в специальной художественно-конструкторской документации.

**ДИЗАЙН-КОНЦЕПЦИЯ** - основная образная идея будущего объекта, формулировка его смыслового содержания как идейно-тематической основы проектного замысла дизайнера по отношению к конкретным целям и задачам проекта, выражающие художественное проектное суждение дизайнера о явлениях более широкого масштаба, чем конкретный объект. Д.-к. дает возможность создать целостную идеальную модель будущего объекта и описать его качественные и количественные характеристики.

**ИЗДЕЛИЕ** - единица промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках или экземплярах. Является либо конечным (готовым) продуктом, либо промежуточным, комплектующим (детали, сборочные единицы и т.п.), входящим составной частью в другие И. Совокупность И., созданных на основе общей конструкции, имеющих аналогичные функции или обслуживающие один функциональный процесс, называется гаммой, семейством или группой И. Партия одинаковых И., производимых промышленным предприятием, называется серией. От ее размеров существенно зависит конструкция и технология И., а также организация производства, которое соответственно делится на мелко- (мало) серийное, крупносерийное и массовое. Ограниченное количество изделий (малая серия И.) выпускается для проверки производственных условий, освоения нового производства, проработки стандартов и пр. В зависимости от задач выпуска различаются опытная, экспериментальная, пробная, информационная серия И. По функциям и сфере применения И. подразделяют на производственно-технические и бытовые. При группировке И. по назначению выделяют их виды, подвиды, разновидности и типы. И., обеспечивающие выполнение какого-либо бытового процесса, объединенные функционально или на основе средового принципа, образуют потребительский комплекс.

**ИНТЕРЬЕР** - функционально-эстетическая организация внутреннего пространства помещения.

**ИНФОРМАЦИЯ** - сведения, являющиеся объектом хранения, передачи, преобразования. В дизайне - содержание документов и других источников (текстов, фотографий, чертежей, статистических данных и пр.), используемых в работе дизайнера, а также являющихся результатом его деятельности.

**ИНФОРМАЦИЯ ВИЗУАЛЬНАЯ** - содержание, смыслы и образы, воспринимаемые человеком зрительно. И. в.

имеет специфическое образное содержание, передаваемое через форму, расположение и соотнесение предметов, характер начертания графических знаков и символов, форму шрифта, характеристики цвета, освещенности и пр.

Визуальный ряд - совокупность тематически связанных изображений изделий, их комплексов и т.п., позволяющая представить эволюцию формы, динамику изменения пластических характеристик, выявить закономерности формообразования, специфику формы, цветовых решений и пр. В.р. необходим при составлении информационной модели объекта дизайна и в процессе проведения дизайнерского анализа формы изделий.

**ИНФОРМАЦИЯ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНАЯ** - информация, выраженная языком зрительных образов и представляемая визуальными средствами (фотографии, чертежи, рисунки, диаграммы, схемы и пр.). Особая роль И. и. для дизайна заключена в ее способности передавать недоступные другим видам информации визуальные характеристики формы. Работа с И. и., сопровождающей проект или включенной в него, - один из наиболее ответственных этапов проектирования, от которого зависит эстетический уровень будущего изделия или комплекса.

**КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ** - совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

**КОЛЕР** - цвет краски, ее цветовой тон и насыщенность.

**КОМБИНАТОРИКА** - один из методов формообразования в дизайне, основанный на поиске, исследовании и применении закономерностей вариантного изменения пространственных, конструктивных, функциональных и графических структур, а также на способах проектирования объектов дизайна из типизированных элементов.

**КОМПОЗИЦИЯ** - пространственная организация элементов вещи как результат формообразующей деятельности. Композиционное формообразование подразумевает организацию формы изнутри, структурирование материала объекта проектирования. Опираясь в процессе компоновки классическими средствами К., дизайнер осмысливает их с точки зрения композиционного формообразования и представления о живой и многообразной включенности вещи в человеческую жизнедеятельность и контекст современной индустриальной культуры. При эстетической оценке готового изделия К. анализируется с точки зрения логической завершенности и художественной целостности формы в контексте определенного замысла дизайнера и включенности в систему культуры. Средства и приемы К. не могут существовать вне культурных образов, вне исторически развивающихся ценностных ориентации, про-

являясь внутри стиля, школы, художественного направления, творческого метода и пр. Классические средства К.: пропорция - соразмерность, упорядоченное соотношение элементов формы; симметрия - адекватное расположение элементов формы по отношению к прямой линии (ось симметрии) или плоскости (плоскость симметрии), воспринимаемое глазом как особый вид упорядоченности формы; асимметрия - отсутствие или нарушение симметрии; масштабность - установленное мерило формы или ее элементов с точки зрения отношения их величин друг к другу, к человеку или окружающему пространству; ритм - определенная последовательность чередования форм, цвета, элементов формы, которая носит повторяющийся характер; тектоника - соотношение масс изделия, выделение несущих и несомых, тяжелых и легких, основных и производных элементов формы; нюанс - едва заметный переход формы и цвета; тождество - повтор одинаковой формы или ее элементов (часто является основой ритмического построения); контраст - резко выраженное различие формы и цвета.

**КОМПОНОВКА** - процесс поиска оптимальных соотношений различных элементов формы и пространственного объединения их в единое целое, а также результат этого процесса. Важнейшая составная часть процесса формообразования в дизайне.

**КОНСТРУКЦИЯ** - материально-техническая, пространственно-структурная и двигательная организация вещи, сооружения, узла. К. как морфологическая структура возникает в результате преобразования материала, исходного набора элементов и их организации в соответствии с функцией изделия. К. - завершающий и объединяющий структурный уровень сложности вещи, обеспечивающий сохранение стабильности заданной формы или заданных параметров ее преобразования. Наиболее ценными свойствами К. считаются ее функциональность - эффективность действия; технологичность - соответствие основного принципа К. способу изготовления и принципу работы материала; информативность - внешнее выражение в форме изделия конструктивного принципа его работы.

Типологии К. - классификации по принципам работы, организации сопряжения и движения элементов, выбору энергии или материалам также по принципу организации форм изделий.

**КОНСТРУКЦИЯ ЗАКРЫТАЯ** - конструкция, у которой основные рабочие элементы спрятаны в самой замкнутой форме или под специальным кожухом.

**КОНСТРУКЦИЯ ОТКРЫТАЯ** - 1) конструкция, у которой основные элементы открыты, обозримы в процессе работы; 2) которая может быть достроена, изменена, переработана в зависимости от условий потребления вещи.



**КОНЦЕПЦИЯ** в дизайне - основная структурированная идея, смысловая направленность целей, задач и средств проектирования. К. может существовать на различных уровнях - от К. дизайна как деятельности, дающей представление об особенностях этого вида проектирования и формулирующей его общие принципы, до К. конкретного изделия, связанной с творческой позицией дизайнера внутри деятельности и с задачами данной проектной разработки. К. дизайна как деятельности имеет научно-теоретический характер: дизайн (сфера, профессия и т.д.) рассматривается как предмет исследования и объект моделирования. Включает наиболее общие концептуально-деятельностные ориентации - художественную и техническую, которые задают характер обучения будущих дизайнеров, прсфиль работы дизайнера (узкая специализация или универсальность, выбор объекта, определение цели проектирования и пр.), а также социокультурную ориентацию, отвечающую глобальным запросам общества и решающую исторически обусловленные проблемы проектирования. Основные типы общих К.: системная (системный подход), средовая (средовой подход) и аксиологическая (ценностный подход). Творческие К. включают с большей или меньшей полнотой названные уровни и типы научно-теоретических К., которые имеют подчеркнуто авторский характер, тесно соотносятся и даже детерминированы конкретной художественной идеологией. Творческая К. излагается, как правило, в умозрительной форме, но это не исчерпывает ее смысла, так как в ней большое значение имеет интуиция. Наиболее органичным и адекватным выражением творческой К. во всей ее сложности и процессуальности можно считать конкретные проектные К., или так называемые дизайн-концепции.

**МАКЕТ** - материальное пространственное воспроизведение проектируемого или существующего изделия. Обычно М. выполняется на промежуточных стадиях проектирования, или является частью проекта, проектным документом (в полиграфических изданиях - основным). М. фиксирует процесс художественного конструирования, его промежуточные и окончательные результаты, движение от проектного замысла к промышленному образцу. В зависимости от функций различают: поисковый М., исполняемый на промежуточных стадиях проектирования в различной степени завершенности с целью проверки и сравнения возможных проектных решений (объемно-пространственных структур, пластики, применения декоративных материалов и пр.); доводочный М., изготавливаемый не только для уточнения внешнего вида, но и для отработки деталей, узлов, поверхностных сопряжений, решения некоторых функциональных задач (сборка-разборка, составле-

ние предметных комплексов, проверка деталей изделия на натуре, например на так называемом посадочном М., имитирующем в натуральную величину части транспортных средств, производственного и медицинского оборудования и пр.); демонстрационный М., дающий наиболее полное представление о внешнем виде изделия и выполняемый на заключительных стадиях проектирования, иногда - специально для выставок; действующий М., выполняемый для сравнения нового изделия с уже существующими, в основном в натуральную величину, с применением реальных материалов и промышленно изготовленных в экспериментальных целях отдельных частей для проверки кинематических схем новых конструкций (М. сложных и требующих больших затрат изделий могут делаться в уменьшенном масштабе); М. для испытаний, упрощенно воспроизводящий объекты испытаний или их части.

**МАКЕТИРОВАНИЕ** - изготовление макетов изделий и их комплексов из различных материалов в натуральную величину или в нужном масштабе. М. является не только средством получения наиболее полной информации о форме изделия, но и одним из методов проектирования; в процессе М. отрабатывается компоновка объекта, проверяются отдельные объемные параметры, которые нельзя учесть при чисто графическом проектировании - внешний вид, удобство пользования, внутренняя взаимная увязка деталей и агрегатов и пр. М. дает возможность решать ряд важнейших задач проектирования, начиная от формирования проектных идей, проверки и отработки наиболее важных и ответственных сторон проектного решения, имеющих отношение к будущему функционированию объекта, и кончая важнейшей методической функцией фиксации движения проектной мысли на различных этапах проектирования и наглядной демонстрацией проектного решения. Поэтому М. является значимой проектно-исследовательской частью дизайнерской деятельности и одной из важнейших дисциплин в профессиональном обучении дизайнера.

**МАТЕРИАЛ** - исходный предмет труда, потребляемый для изготовления изделия. Для дизайнера основной момент, характеризующий понятие М., - его преобразование. Как концептуалист, дизайнер использует в качестве М. своего творчества идеи, ассоциации, концепции, визуальную информацию, а как конструктор - обычные производственные М., готовые изделия, полуфабрикаты и т.п. Преобразуемые дизайнером М. можно условно подразделить на концептуально-творческие, проектные и производственные. Свойства М. - физические особенности (структура, степень твердости, фактура, текстура и пр.), присущие М., и способность подаваться обработке с целью придания нужного внешнего вида. См. определяющие способность

выполнять в изделии те или иные функции, в том числе и гигиенические, и подвергаться определенным приемам обработки. В зависимости от формообразующих и декоративных свойств различаются конструкционные, декоративно-конструкционные и декоративные М. (в том числе декоративно-защитные).

Образец М.- отлитый,отпрессованный,нанесенный на подложку (основу), отполированный или иным образом обработанный фрагмент М., взятый для выявления возможной цветовой гаммы, фактурной обработки, подбора текстуры и пр.

**МАТЕРИАЛ КОНСТРУКЦИОННЫЙ** - М., несущий рабочую нагрузку конструкции благодаря наличию необходимой жесткости, упругости, прочности, гибкости, способности выдерживать соединения с другими материалами и т. п.

**МАТЕРИАЛ ДЕКОРАТИВНО-КОНСТРУКЦИОННЫЙ** - М., конструкционные и декоративные свойства которого одновременно использованы (выявлены) в изделии. Наиболее широко в этой роли используются дерево, ткани, пластмассы, некоторые металлы. Но в принципе, любой конструкционный материал может быть декоративно обыгран в изделии путем обработки (полировка, литье,придание различных фактур и пр.).

**МАТЕРИАЛ ДЕКОРАТИВНЫЙ** - используемый в целях украшения изделия М., обладающий богатой текстурой, фактурными возможностями, блеском, цветом, хорошей сочетаемостью с другими материалами и пр.

Нормирование декоративных свойств М. - установление требований к декоративным свойствам М.(цвету, фактуре, блеску, текстуре, чистоте поверхности) в виде контрольных образцов или числовых значений показателей внешнего вида М. При заданности М.его свойства являются одним из определяющих формообразующих факторов, поскольку от них зависит конечный результат всей разработки - от проектной концепции до формы изделия, в том числе и его внешнего вида.

**МАТЕРИАЛ ОТДЕЛОЧНЫЙ** - М., применяемый для улучшения внешнего вида изделия и придания ему дополнительных свойств (например, гигиенических). Одним из видов отделки является покрытие - слой или несколько слоев материала, искусственно полученных на поверхности (окраска, гальванические покрытия, облицовка). В зависимости от назначения различаются защитные, защитно-декоративные и декоративные покрытия.

**МЕТОДИКА ДИЗАЙНА** - изложение основополагающих принципов, методов и средств решения задач дизайна применительно к различным видам объектов. М.д. включает принципы и способы анализа проектных ситуаций, научного и художественного моделирования объек-

та и адекватные им методы создания проектных идей и концепций, изложенные в их логической взаимосвязи и системном единстве, которое, в свою очередь, обусловлено ведущей методической концепцией. М.д. может носить широкий или, наоборот, довольно узкий, специализированный характер в зависимости от типа объекта или средств, применяемых в дизайн-процессе (например, проектирование с помощью компьютера). Цель М.д.- упорядочить и систематизировать конкретную деятельность по выполнению проектных работ с точки зрения общей концепции дизайна. М.д. задает основные категории проектной деятельности,разворачивает логику операционального процесса (формирование, разработка и воплощение дизайнерского замысла) и анализирует конкретные средства и приемы проектирования в их взаимосвязи с типами и характером проектных задач.

**МОДА** - непродолжительное единство и массовое распространение тех или иных внешних проявлений культуры - вкусов, поведения, стилистических признаков изделий, принятых критериев их эстетической оценки и пр. Основным признаком М.(в отличие от стиля) является ее изменчивость - следствие как эстетических, так и иных общекультурных предпосылок, в том числе экономических, производственных и технологических. М. охватывает разнообразные сферы человеческой деятельности, существенно влияя на производство и потребление. В дизайне М.находит свое выражение во внешней форме проектируемых и производимых изделий. Массовость М.,ее социально-психологическая природа, закономерности изменения, влияющие на образ жизни и формирование потребностей обширных групп населения делают М.важным социальным явлением, которое изучается и учитывается в процессе дизайнерского проектирования. Особым образом ориентирован на М. стайлинг.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ** - процесс отображения, представления или описания целостного объекта (системы объектов), определенных аспектов структуры, ситуации или функционального процесса для выяснения их существенных сторон,тех или иных параметров (в том числе пространственных), поведения в предполагаемых условиях, возможности включения в систему соотнесения объектов и среды и пр.Результатом М.является модель объекта.Средства М. - различные способы описания и представления объекта, в зависимости от которых различаются художественно-образное, математическое, проектно-графическое, объемное, словесное М. Для дизайнера особенно важно владеть художественно-образным М., т.е. процессом воображения и создания художественной модели действительности (вещи, комплекса вещей, ситуации), где образ выступает как категория проектирования.

**МОДЕЛЬ** - идеальная, воображаемая, знаковая или материально реализованная система, создаваемая в целях исследования объекта или представления проектной идеи. В зависимости от средств построения М. может быть знаковой (математическая, информационная), наглядно-образной (проектно-графическая), материальной (технологическая)^ зависимости от функций М. может отражать тот или иной предмет исследования или эксперимента (технология, принцип действия, параметры и пр.). С этой точки зрения различаются: художественная М.- образ объекта, возникающий в воображении дизайнера, обладающий ассоциативно-культурной, конструктивно-технологической и пластической целостностью. Является наиболее продуктивной и методически активной М. будущего объекта, поскольку содержит в себе синтезированные представления о связях человека, образа жизни, вещи и среды; информационная М.- систематизированная совокупность данных, описывающих существенные параметры объекта, выявленные на основе анализа результатов предпроектного исследования. Включает как предметные, так и социально-психологические параметры будущего продукта; материальная М.- геометрически точное отображение реального объекта по принципу подобия элементов, построенное в масштабе и соответствующее всем его функциональным и конструктивным параметрам; технологическая М.- материальная М. объекта, воспроизводящая его функционально-морфологические свойства; имитационная М. - воспроизводящая внешний вид изделия для передачи его художественной сущности. Может совмещать функциональную и имитационную задачу. Исполняется как в натуральную величину, так и в масштабе; действующая М.- исполненная в реальном материале для проверки действия спроектированного изделия.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ** изделий - изменение структуры изделия и (или) его внешнего вида в связи с изменением современных норм и требований. При М. может изменяться один или несколько параметров изделия (конструкция, форма, материал изготовления или технология). М. улучшает технико-эксплуатационные и потребительские свойства изделий и приводит их в соответствие с изменением социокультурной ситуации производства и потребления.

**МОДИФИКАЦИЯ** изделий - преобразование изделия, вызванное производственной или экономико-конъюнктурной необходимостью, а также задачей улучшения эксплуатационных свойств, при котором структура изделия принципиально не меняется, а происходит лишь частичное изменение - замена материала, технологии, отдельных деталей формы.

**МОРФОЛОГИЯ** изделий - строение, структурная форма изделия, организованная в соответствии с его функци-

ями, материалом и способом изготовления и выявляемая в процессе анализа. В морфологической структурности формы можно выделить два плана: пространственный и функционально-технический. М.- одна из важнейших категорий дизайнерского проектирования, так как именно в ней реально воплощается замысел дизайнера.

Функционально-морфологические свойства изделия - структурные особенности, обеспечивающие выполнение изделием работы, обусловленные строением материала, способом изготовления и функциональным назначением изделия.

Функционально-пространственная структура изделия - взаиморасположение и организация основных объемов и функциональных зон, узлов и деталей в изделии.

**ОБОРУДОВАНИЕ** - элементы технического оснащения жилища, предприятия, города, дорог и пр., устройства и объекты, функции которых непосредственно связаны с пользованием и поддержанием порядка в той или иной среде. В О. входят техническое оснащение помещений (сантехника, вентиляция, отопление, освещение, лифты, мусоропроводы), вспомогательное оснащение производства и учреждений (специальная мебель, верстаки, стеллажи и т.д.), технические элементы оснащения города, строительные и промышленно изготовленные элементы городской среды (лестницы, переходы и мосты, ограждения, устройства на детских площадках и в парках, устройства для сбора мусора и пр.). Проектирование О. ставит перед дизайнером ряд специфических задач, связанных с гармоничной организацией окружающей среды, которые особенно успешно решаются при средовом подходе к проектированию.

**ОБРАЗ** в дизайне - идеальное чувственное предметное представление смыслов и идей, возникающее в процессе формирования замысла, проектирования, создания и восприятия (освоения) вещи. Категория дизайнерского проектирования, отражающая многозначность жизненной структуры и ее органическую предметную целостность. О. вещи отражает сложную структурную взаимосвязь ее функциональных аспектов, делает ее моделью культуры. Через О. вещи в процессе восприятия и освоения происходит осознание ее культурной ценности, возникает коммуникативная связь дизайнера и потребителя.

Проектный О.- идеальное представление об объекте, художественная модель, созданная воображением дизайнера, выражающая его отношение к действительности. Одновременно, уже на стадии замысла, это целостная и завершенная форма. Он определяет аспекты подхода к проектированию: художественное моделирование социально-культурных ситуаций, композиционное формооб-

разование целостных объектов и смыслообразование, которое реализуется в пространственной структуре объекта.

**ОБРАЗЕЦ** продукции (изделия) - единица продукции (изделие), специально изготовленная или взятая как эталон для промышленного воспроизведения, сравнения, исследования и пр.

**ОБРАЗЕЦ КОНТРОЛЬНЫЙ** - утвержденная в установленном порядке единица продукции, или ее часть, или проба, характеристики которых приняты за основу при изготовлении и контроле такой же продукции. Например, К.о.изделия,иногда называемый эталоном; К.о.цвета - утвержденный О.,предназначенный для нормирования цвета и контроля точности его воспроизведения в материале в процессе производства; К.о.цветофактурного решения изделия - утвержденный О.изделия,предназначенный для нормирования цветофактурного решения изделия и контроля соответствия ему выпускаемых изделий (по цвету, фактуре,текстуре,чистоте поверхности и их композиционной связи).

**ОБРАЗЕЦ ПРОМЫШЛЕННЫЙ** - новое художественно-конструкторское решение, определяющее внешний вид изделия, соответствующее требованиям технической эстетики, пригодное к осуществлению промышленным способом и дающее положительный эффект.

**ОБРАЗЕЦ БАЗОВЫЙ** - О. продукции, соответствующий передовым научно-техническим достижениям, который используется для сравнения при оценке технического уровня и качества. Он устанавливается на определенный период и определенную продукцию,имеющую конкретные условия использования, функциональное назначение, принцип действия и предназначенную для конкретной группы потребителей. Имеются перспективные базовые О., по которым должна разрабатываться продукция, характеризующаяся совокупностью прогнозируемых значений показателей технического уровня и качества; О.,отражающие высший мировой уровень на настоящий период (реальные Б.о.для данного типа изделий),и базовые О., отражающие современные потребности и возможности народного хозяйства и населения страны.

Базовый эргономический О.- реальное или гипотетическое изделие, обладающее совокупностью значений эргономических показателей, принятых за основу при оценке уровня эргономичности.

**ОБРАЗЕЦ ОПЫТНЫЙ** - единица продукции (изделие), изготовленная по вновь разработанной рабочей документации для проверки путем испытаний соответствия заданным требованиям с целью принятия решения о возможности постановки на производство или использования по назначению.

**ОБЪЕКТ** дизайна - противостоящая субъекту реальность (среда, процесс, вещь или комплекс вещей, явление, идея), на которой сосредоточено его внимание в целях анализа, познания, преобразования: О. деятельности, О. проектирования, О.исследования и т.д.

Комплексный объект дизайна - совокупность взаимосвязанных объектов, рассматриваемых дизайнером как целостный объект,единая система,объединенная по одному из следующих принципов: как группа технически родственной продукции (радиоэлектроника, холодильники, мебель и пр.); как функциональная система деятельности (предметное оснащение фирмы, службы, отрасли, культурного или спортивного мероприятия,потребительской группы); как предметно-пространственное средовое образование (жилище,цех, офис и т.п.); как графический комплекс (фирменный стиль, система визуальной коммуникации, графика изделия,рекламная серия и т.п.).Проектирование К.о. требует системного подхода, составления дизайн-программ, проведения широкого социокультурного предпроектного исследования.

**ПАТЕНТНАЯ СЛУЖБА** в дизайне - система обслуживания дизайнерских подразделений по оформлению документации (подача заявок, получение патентов, авторских свидетельств и пр.) и по защите авторского и изобретательского права в соответствии с патентным законодательством страны. Весь комплекс законодательного охранительного права распространяется на творческие работы дизайнеров,в том числе созданные в порядке служебного задания. Охраняются авторские права на дизайнерское (художественно-конструкторское) решение в виде промышленного образца, объемно-пространственную форму (модель,макет) и реализованное произведение дизайна.

Лицензия - особый вид торгового (обычно внешнеторгового) договора, дающий возможность покупателю частично или полностью использовать права защищаемых патентов или защищаемых образцов.Л.выдается на техническую конструкцию,технология,дизайнерское решение, обозначение,марку и т.п.

**ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ** - совокупность социальных, функциональных, экономических, эргономических и эстетических норм, которые вычлняются дизайнером как обязательные для результата проектирования на основании анализа объекта, например группы конкретных функциональных процессов изделия и конструируемой специально для этого модели потребления. П.т. к среде, например к жилищу, объединяют количественные и качественные требования и включают нормы жилой площади и подсобных помещений, наличие удобств, оборудование и

инженерные коммуникации, уровень благоустройства. Характер П.т.к жилищу различен в зависимости от типа жилища, его расположения и т.д. и определяет (вместе с другими факторами) уровень и качество жизни человека. Развитие дизайна в большой степени обусловлено изменениями характера П.т. к среде и изделиям промышленного производства, выдвигающими каждый раз новые задачи.

**ПРЕДМЕТ** - 1) всякая материальная вещь, изделие, продукт труда; 2) вычлененная в объекте область исследования, преобразования, внимания, цель проектного изменения объекта (создание новых форм и структур объекта, изменение внешнего вида, технологического процесса и пр.): П.деятельности, П.исследования, П.проектирования, П. оценки и т.д. Вещь как П. потребления является одним из объектов дизайнерского проектирования.

**ПРЕДМЕТНАЯ СРЕДА** - совокупность окружающих человека изделий и их комплексов, используемая им для организации функциональных процессов жизнедеятельности и удовлетворения материальных и духовных потребностей.

**ПРЕДМЕТНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СРЕДА** - непосредственное окружение, совокупность природных и искусственных пространств и их вещное наполнение, находящиеся в постоянном взаимодействии с человеком и изменяемые в процессе его деятельности: ландшафт как совместное произведение природы и человека, город, селение, здания и технические сооружения, транспортные пути и средства, интерьеры жилых и производственных сооружений, комплексы их оборудования и пр. Организация П.-п.с. с точки зрения оптимального обеспечения образа жизни и потребностей человека и общества - одна из основных задач архитектуры и дизайна. П.-п.с. и ее элементы - важнейший объект дизайна, а структурирование П.-п.с. - его предмет. Главная характеристика П.-п.с. - взаимодействие с субъектом. Отсюда - уровень рассмотрения, зависящий от субъекта (индивид, социальная общность, вплоть до человечества в целом). Субъект в процессе жизнедеятельности обустроивает, изменяет среду в соответствии со своим образом жизни и тем самым изнутри структурирует ее. Со стороны природной и социальной П.-п.с. также подвергается структурированию. В соответствии с типами функциональных структур можно классифицировать П.-п.с. на естественную и искусственную, городскую и сельскую, жилую (бытовую) и производственную. Внутри П.-п.с. выделяются предметная среда, техническая среда (оборудование), инженерные сооружения, социокультурная среда.

**ПРОЕКТ** в дизайне - промежуточное или конечное описание объекта проектирования, зафиксированное в соответствующей художественно-конструкторской доку-

ментации, необходимое для составления технической документации, производства и последующей эксплуатации продукции.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ** - 1) тип деятельности (наряду с планированием, программированием и пр.) по предварительному определению общих целей и характера любой деятельности, лежащий в основе всей созидательной, преобразовательной практики и включенный в общую систему общественного производства. П. определяет свойственный данному этапу научно-технического развития общества способ решения различных технических, экономических и социально-культурных проблем, основанный на использовании научных, технологических достижений, передовой проектной и политической культуры; 2) процесс создания описания, изображения или концептуальной модели несуществующего объекта с заданными функциональными, эргономическими и эстетическими свойствами. П. осуществляется в том или ином языке, в терминах и концептуальных схемах которого обосновывается принципиальная возможность осуществления объекта и строится выходной текст проекта (его рабочая документация). Целесообразность проектных решений оценивается на основе требований технического задания, критериев допустимой и (или) предельной эффективности функционирования объекта, а также общих профессиональных, творческих ценностей, принятых в проектной культуре общества. Дизайн, как вид художественного П., объединяет научно-технический подход с художественно-образным подходом к построению модели будущего объекта, созданию его структуры и способом описания. На всех этапах дизайн-процесса самым важным является поиск, формирование и следование проектному образу.

Активным языком П. является проектная графика - набросок, поисковый рисунок, демонстрационный (технический) рисунок, чертежи общего вида (компоновки и внешнего вида), фиксация моментов объемно-пространственного анализа объекта и т.п., которая имеет в дизайне особый художественный статус и играет ведущую роль в образном решении проектного задания.

**ПРОЕКТНЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ** - систематизация материала проектирования по функциональным, морфологическим, технологическим, социально-культурным и другим признакам объекта. Общие П.к. строятся по сферам предназначения объекта (для производства, массового обслуживания, индивидуального потребления) и задают целевые требования к объекту. Частные (оперативные) П.к. строятся внутри общих по типам потребления, видам функциональных и конструктивных связей, их реализации в изделиях. П.к. являются одним из важных средств дизайнерского проектирования.

**ПРОТОТИП** - образец изделия сходной функции, послуживший отправной точкой для анализа и выработки проектной идеи: 1) находящиеся в производстве изделия, которые заменяются или модернизируются без нарушения основного принципа их функционирования; 2) изделия данного типа и функции, ранее освоенные производством и включенные в предпроектное исследование; 3) промежуточные варианты изделия, предшествующие окончательному, в которые вносятся изменения в соответствии с исследованием их функционирования. Различается проектирование по П. и без П.

**СИНТЕЗ** в дизайне - процесс мысленного или процедурного упорядочения проектных сведений, отобранных при дизайнерском анализе, и сведение их в единое целое - проектный образ. Важное звено решения дизайнерской задачи - выдвижения концепции, составления дизайн-программы или выбора направления разработки. Методы и принципы С. в дизайне носят либо системный характер (морфологические, комбинаторные, аналоговые), либо спонтанно-интуитивный (ассоциативные). Соответственно работа дизайнера имеет либо описательный характер, например поиск кодового названия проекта, либо визуальный - составление таблиц, диаграмм, схем, наброски, рисунки. Как правило, выбор методов и принципов С. связан с избранными методами анализа, но в проектной работе дизайнера они редко встречаются в чистом виде, чаще комбинируются.

**СИСТЕМА «ЧЕЛОВЕК-МАШИНА-СРЕДА»** - система, состоящая из человека-оператора (группы операторов), машины, посредством которой он (они) осуществляет трудовую деятельность, и предметно-пространственной среды, в которой эта деятельность осуществляется.

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД** - рассмотрение сложного, разветвленного объекта дизайнерского проектирования как системы взаимосвязанных материально-функциональных и социокультурных элементов. Требуется установления четких функциональных связей между средой, ее элементами - вещами и процессами, протекающими в ней с участием человека (групп людей, общества). Результатом такого рассмотрения является построение системного объекта.

**СРЕДСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ** - специфические приемы и принципы, используемые дизайнером в процессе проектирования: проектные классификации, композиционное формообразование, проектно-графическое моделирование, макетирование, проектная графика и т.д. Выбор средств влияет на ход проектирования и на характер формы будущего изделия.

**СТАЙЛИНГ** - особый тип формально-эстетической модернизации, при которой изменению подвергается исключительно внешний вид изделия, не связанный со сменной функцией и не касающийся улучшения его технических или эксплуатационных качеств. С. придает изделию новый, коммерчески выгодный вид. С. тесно связан с конкретными характерными чертами образа жизни, с модой и изменением предпочтений.

**СТАНДАРТИЗАЦИЯ** в дизайне - установление обязательных для проектирования и производства единых норм и правил, связанных с требованиями технической эстетики к качеству промышленной продукции. Объекты С. в дизайне: употребляемые в производственной и проектной документации термины дизайна, а также то, что в объекте дизайна важно потребителю - внешний вид, эргономические параметры, материал, цвет, габариты, функциональные параметры работы изделий и эстетический уровень проектного решения.

**СТИЛИЗАЦИЯ** в дизайне - 1) сознательное употребление дизайнером признаков того или иного стиля при проектировании изделий (часто используется в стайлинге); 2) прямой перенос наиболее явных визуальных признаков культурного образца на проектируемую вещь, чаще всего в области ее декора; 3) создание условной декоративной формы путем подражания внешним формам природы или характерных предметов. Основная операция С. - формализация пластических мотивов, их упрощение или усложнение в целях достижения общего смыслового или декоративного акцента.

**СТИЛЬ** - художественно-пластическая однородность предметной среды, выделяемая в процессе восприятия, которая складывается в ходе развития материальной и художественной культуры как единого целого, объединяющего разные области жизни. Характерный признак С. - его сравнительное постоянство. В более узком понимании можно говорить о С. одного художника, одной мастерской, определенной территории или слоя общества. Важным для дизайна является тесная связь проявлений С. с общественными и эстетическими нормами эпохи, а также ценностный характер проявлений С. В дизайне стилевое решение часто носит концептуальный характер, выражает творческую платформу (например, «хайтек», «ретро», «Мемфис» и пр.).

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭСТЕТИКА** - дисциплина, комплексно изучающая социальные, эстетические, функциональные, эргономические и технические аспекты формирования предметно-пространственной среды и создающая научно-методические основы дизайна.

**ТЕХНОЛОГИЯ** в дизайне - совокупность знаний об избранных способах и средствах проведения производ-

ственного процесса, а также сами эти средства и способы, овеществленные в изделии. Входит необходимой составной частью в дизайнерский проект. Технологический процесс как таковой может служить объектом самостоятельной дизайнерской разработки в том случае, если достижение запроектированного результата невозможно с применением старой технологии. Помимо аспектов, общих для всех проектных дисциплин, дизайнер осмысляет Т. как одну из тем, как художественное средство, выдвигая понятие технологической формы вещи как одну из основных категорий дизайнерского проектирования. Художественное осмысление Т. выходит за пределы простого учета технологического фактора, поскольку оно делает Т. одним из источников проектного образа, его ядром, и тогда технологический образ вещи подчиняет себе все остальные моменты проектного решения, становится символом и мерилом современности и эстетического совершенства изделия.

**ТИПИЗАЦИЯ** в дизайне - 1) обоснованное сведение многообразия конструкций машин, оборудования, приборов, зданий, сооружений, процедур и прочего к небольшому числу групп, включающих образцы (процессы) с наилучшими показателями, для их дальнейшего внедрения в производство; 2) определение типов изделий и их элементов, оптимальных для их потребителей по набору, размеру и т.д.; 3) достижение полной или частичной тождественности конструктивно-монтажных узлов изделия (группы изделий) в интересах обеспечения экономически выгодной серии и упрощения методов производства - сборки, механизации и пр. Высокая степень Т. обеспечивает экономическую рентабельность производства, повышает производительность труда. Т. может служить темой дизайн-проекта или вычленяется как задание на проектирование.

**ТИПОЛОГИЯ** в дизайне - изучение и приведение в систему многообразия объектов дизайна и их элементов, исходя из типов потребностей, типов потребителей функциональных процессов, условий потребления и прочего для определения целей и задач проектирования. Результатом Т. являются номенклатуры и типологические ряды объектов.

Т. изделий - разделение изделий по группам исходя из функций, условий потребления, параметров и пр.

Т. потребителей - вычленение групп потребителей на основе тех или иных критериев: пола, возраста, социальной принадлежности, уровня обеспеченности и т.д.

Т. конструкций - выделение групп конструкций по типам их работы, энергообеспечения, материалу.

**ТРЕБОВАНИЯ ДИЗАЙНА** (технической эстетики) - совокупность социокультурных, потребительских и произ-

водственных требований к промышленным изделиям и их комплексам, которыми дизайнер руководствуется при проектировании. Основные группы Т.д.: функциональные, социокультурные, эргономические и эстетические требования к потребительским свойствам объекта разработки; требования к его структуре и форме. Т.д. вырабатываются для каждого вида изделий в процессе художественного конструирования исходя из проектных задач. Формулирование Т.д. находит важное практическое приложение в экспертизе и комплексной оценке потребительских свойств промышленных изделий. Соответствие изделий Т.д. повышает оценку уровня их качества. Некоторые Т.д. подлежат стандартизации.

**УНИФИКАЦИЯ** в дизайне - приведение различных видов продукции и средств ее производства к рациональному ряду типоразмеров, форм, свойств и пр. Для дизайнера особый интерес представляет задача создания системы унифицированных элементов и узлов, включающей несколько типов и размеров стандартных взаимосочетаний деталей, из которых можно изготавливать разнообразные по компоновке варианты сложных изделий, более приспособленных к выполнению специфической функции, чем изделия одинаковой компоновки и размера. Основная цель У. - устранение необходимости отдельного проектирования и производства каждого варианта в отдельности. У. является также средством достижения композиционного и конструктивного единства предметно-пространственной среды.

**ФОРМА** - 1) морфологическая и объемно-пространственная структурная организация вещи, возникающая в результате содержательного преобразования, материала; 2) внешнее или структурное выражение какого-либо содержания, важнейшая категория и предмет творческой деятельности - литературы, искусства, архитектуры и дизайна. Ф. живет как в пространстве, так и во времени восприятия и несет в себе ценностно-ориентированную информацию.

Дизайн-форма - особая организованность предмета (промышленного изделия), возникающая как результат деятельности дизайнера по достижению взаимоувязанного единства всех свойств изделия - конструкции, внешнего вида, цвета, фактуры, технологической целесообразности и пр. Отвечает требованиям и условиям потребления, эффективному использованию возможностей производства и эстетическим требованиям времени.

**ФОРМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ** - категория дизайнерского проектирования, определяющая объект как продукт технологического преобразования материала. Она

служит связующим звеном между морфологическим и технологическим уровнем проектирования. Задача дизайнера - найти способы этой связи, т.е. представить морфологию как опредмеченный технологический процесс, а технологию как морфологию, воплощенную в способе производства вещи, причем сам принцип художественного осмысления Т.ф.в. в корне отличен от тактики учета технологических факторов.

**ФОРМА ВИЗУАЛЬНАЯ** - зрительно воспринимаемая Ф. изделия. Восприятие Ф. - психологический процесс вычленения характерных признаков Ф. вещи (комплекса вещей) с точки зрения функциональных и культурных значений, основанный на чувственных ощущениях - зрительных, тактильных, звуковых. Оценка пластической Ф. основана на ее способности вызывать психологические и социальные ассоциации (холод-тепло, гладкое-шершавое, удобство-неудобство, богатство-бедность и т.п.). Дизайнер должен принимать во внимание ее закономерности при проектировании среды, изделий или их комплексов, поскольку от этого зависят эстетическая оценка и предпочтения потребителя.

**Декор** - элементы визуальной Ф. изделия, предназначенные для его украшения - цвет, отделка специальными материалами или придание фактурного разнообразия особыми способами обработки поверхности, орнамент, изобразительные элементы и пр. Эстетическая ценность Д. тем больше, чем органичнее он связан с Ф. вещи, развивается и продолжает ее систему в целом, вносит в предмет новые культурные значения, отвечающие ситуации функционирования вещи и ее восприятия.

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ** - процесс проектирования и реализации предметно-пространственной среды с вычленением комплексного объекта (жилище, цех, офис, предприятие и пр.) как средового образования, а также его результат. Предполагает определение функциональных зон, проектирование оборудования, визуальных коммуникаций, обеспечения оптимального протекания функций в среде, построение логически взаимосвязанной структуры среды, отражающей структуру жизнедеятельности. Задача создания единства и гармонии элементов среды дает наиболее высокий качественный результат при средовом подходе.

**ФОРМООБРАЗОВАНИЕ** - категория художественной деятельности, дизайнерского и технического творчества, выражающая процесс становления и созидания формы в соответствии с общими ценностными установками культуры и с теми или иными избранными концептуальными принципами, имеющими отношение к эстетической выразительности будущего произведения, функции, конструкции и материалу. В процессе Ф. изделия определяются его

функционально-конструктивная, пространственно-пластическая, технологическая структуры.

**ФОРМООБРАЗОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОЕ** - процесс пространственной организации элементов изделия, средства и методы которой соотносятся с задачей привнесения человеческой меры в объекты техники, достижения гармонии структурных связей между человеком и вещью, включенной в процесс жизнедеятельности. С этой точки зрения выделяются понятия пропорциональной и масштабной соразмерности, тектоники (работа материала), представление о культурных предпосылках рождения вещи, ее антропометрической структуре, связи со средой. Объектом К.ф. для дизайнера является визуальная, антропометрическая и материальная структура вещи; приемами К.ф. выступают стилизация, размерно-модульная и масштабная гармонизация (соразмерность человека и вещи), тектоническое формообразование.

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЗОНА** - часть средового пространства (города, села, производственного комплекса, жилья и пр.), а также часть пульта управления, станка и пр. предназначенная для выполнения одного или группы функциональных процессов и оборудованная в соответствии с ее назначением. Ф.з. может занимать отдельное пространство; иногда в пределах одного пространства совмещаются несколько Ф.з.; возможно также и пространственное наложение Ф.з. при временном разведении функций. Предметно-пространственная организация Ф.з. - один из основных объектов дизайна. Проектируются способы их ограничения, связи с окружающим пространством и другими Ф.з., оборудование и орудия функционального процесса и т.п. Ф.з. производства, общественных зданий, жилья принадлежит к комплексным объектам дизайна, и для оптимального решения ее предметно-пространственной среды необходим учет многих факторов - функциональных, конструктивных, эргономических, экономических, социокультурных и пр.

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СФЕРА** - организационное объединение типов деятельности по принципу их общей функциональной направленности (например, сферы медицинского, торгового, коммунального или бытового обслуживания, сфера управления, сфера производства и пр.). Внутри Ф. могут выделяться сложные объекты, проектирование предметно-пространственной среды которых должно учитывать, с одной стороны, общие для Ф. специфические черты, с другой - членение каждого объекта на функциональные зоны, где ведущая функция может иметь иной характер, чем вся Ф. в целом (административный корпус завода, поликлиника в здании офиса и пр.). Объекты проектирования, составляющие Ф. с. - производственные и конторские помещения, магазины, больницы и пр.



**ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ** - способность изделия, комплекса изделий, среды выполнять определенную работу или создавать условия для ее выполнения; соответствие изделия его предназначению, т. е. способность его выполнять ту или иную функцию в процессе жизнедеятельности человека.

Многофункциональность - заложенная в изделии способность выполнять несколько функций.

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМФОРТ** - оптимальное функциональное состояние человека, возникающее в случае, когда достигается соответствие средств и условий труда или свойств потребляемых изделий функциональным возможностям активно работающего человека. При Ф.к.у человека формируется положительное отношение к деятельности, выражающееся в удовлетворении процессом и условиями труда, его результатами, техническими характеристиками и эстетическими свойствами изделия. Положительное отношение к деятельности обуславливает адекватную мобилизацию психофизиологических процессов, нервных и психических функций человека. Для Ф.к. характерным является сочетание высокой эффективности деятельности с ее низкими нервно-психическими затратами («психофизиологической ценой»), что отдалает утомление и способствует длительной высокоэффективной работе без ущерба для здоровья человека. Состояние Ф. к. может быть выделено с помощью комплекса объективных психофизиологических параметров и статистических показателей, определяемых экспериментально. Оно может рассматриваться в качестве обобщенного критерия оптимизации технических устройств при их эргономическом проектировании. Критерий Ф.к. используется также при сравнительной эргономической оценке изделий одного класса.

**ФУНКЦИЯ** - работа, которую выполняет или предназначено выполнять изделие; смысловая, знаковая и ценностная роль вещи. Ф. определяет характер и вид предмета (или действия с ним). В зависимости от типа деятельности, в которую включено изделие, различаются:

Адаптивная Ф. - способность вещи или среды облегчать процесс адаптации человека, создавая условия для оптимального протекания деятельности. А.ф. определяет качество среды с точки зрения человека, например комфорт.

Инструментальная Ф.- функция вещи, связанная с деятельностью по преобразованию среды или материала. Является основой для орудий труда, оснащения и пр.

Результативная Ф. - функция, приобретенная вещь в процессе знакового закрепления в общественном сознании ее роли и смысла для деятельности человека.

Интегративная Ф.- функция вещи в культуре, поскольку

ку в ней объединены и проявлены качества культуры в целом: смыслы, традиции, ценности, выраженные в материале и форме, как отражение, образа жизни. Проявляется в историческом, социальном или средовом контексте.

**ХУДОЖЕСТВЕННОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ** (дизайн-процесс) - процесс конкретного решения проектной задачи с применением категориального аппарата дизайна: разработка концепций, вычленение конкретных целей, анализ объекта, проведение операций проектирования (моделирование, макетирование и пр.), разработка проектной документации. Функциональный, морфологический и технологический аспекты Х.к. включены в художественно-образное проектирование - важнейший аспект структуры Х.к., связанный с самим предметом дизайна - созданием целостной формы предметно-пространственных структур. Все аспекты Х.к. связаны между собой и содержательно выражаются в образе вещи. В результате Х.к. достигается целостность материально-технических и социокультурных потребительских свойств изделий, отвечающих различным требованиям, предъявляемым к изделиям промышленного производства. Выявление этих требований происходит в результате специальных предпроектных и проектных исследований, в которых дизайнер использует методы и средства естественных и гуманитарных наук, искусства и техники, объединяя и преобразуя их в соответствии с общими целями проектирования. Процесс Х.к. фиксируется в специальной документации.

Термин характерен только для русского языка. В настоящее время, после принятия термина «дизайн», употребляется параллельно с ним, но больше тяготеет к обозначению процесса проектирования^ «дизайн» - деятельности в целом.

**ХУДОЖЕСТВЕННО-КОНСТРУКТОРСКАЯ** (дизайнерская) **ДОКУМЕНТАЦИЯ** - комплекс документов, выполненных по заданной форме, в котором представлены результаты дизайнерской разработки. Основные виды Х.-к.д.: общий вид изделия - изображение внешнего вида объекта, его общей композиции, геометрии и цветофактурного решения отдельных элементов (макет, рисунок или фото); эргономическая схема - описание связи элементов и параметров системы «человек-изделие-среда»; оригинал графических элементов - точное воспроизведение фирменного знака, логотипа, эмблемы, упаковки и сопроводительной документации на изделие; карта цветофактурного решения изделия - документ, фиксирующий варианты цветофактурного решения изделия, необходимые материалы для его изготовления, нормы цвета, блеска, фактуры, текстуры, чистоты поверхности в виде числовых значений

или контрольных образцов. Служит для контроля в процессе производственного воспроизведения проекта.

**ЦВЕТ**- оцениваемое глазом свойство материальных объектов, обусловленное их способностью избирательно отражать (пропускать) световые волны определенной длины и воспринимаемое как определенное зрительное ощущение. Описывается наименованием (красный, желтый, синий и пр.) или характеристиками. Ц.- важнейшее качество формы, - образное средство проектирования, организации среды, эмоционально-психологический язык формы. Цветовое решение часто является определяющим при оценке уровня качества продукции. Ц. особенно важен для знаковых аспектов проектирования, поскольку с ним связано множество культурно-символических смыслов.

Характеристики Ц. - качественные и количественные определения Ц. Подразделяются на субъективные - психологические, т.е. определяемые в процессе восприятия, и объективные - психометрические и психофизиологические. К первым относятся: цветовой тон - сходство с тем или иным спектральным Ц.; светлота Ц. - кажущаяся большая или меньшая доля света, отражаемого поверхностью данного Ц.; насыщенность Ц. - степень отличия Ц. от ахроматического Ц. той же светлоты.

**ЦВЕТОВЕДЕНИЕ** - область знаний, охватывающая систематизированную совокупность данных физики, физиологии, психологии и эстетики, относящихся к вопросам восприятия, воздействия, измерения, систематизации цвета.

Восприятие цвета - психологическая и культурная оценка цветовых ощущений. Зависит, с одной стороны, от степени, направленности и характера освещенности, цветового соседства, времени восприятия (утро, день, вечер) и пр., с другой - от культурных традиций, влияющих на предположение цвета, эмоциональную реакцию на него («праздничный» цвет, «траурный» и пр.).

Воздействие цвета - появление в ответ на цветовое ощущение особой реакции: психологической (эмоции, ассоциации, культурная символика), психофизиологической (изменение душевного состояния, концентрация или рассеивание внимания, улучшение или ухудшение условий видения и различения отдельных элементов среды или объекта, повышение или снижение утомляемости и пр.), физиологической (изменение течения физиологических процессов - дыхания, пульса, состояния нервной и мускульной систем). Знание законов В. ц. особенно важно для дизайнера, проектирующего средовое окружение человека.

Колориметрия (цветовые измерения) - совокупность способов математического описания цвета и методов его

измерения. В результате измерения получают координаты цвета и координаты цветности.

Координаты цвета - определяемые в процессе измерения количества трех основных цветов, которые необходимы для получения колориметрического равенства (полного соответствия по восприятию) с измеряемым цветом.

Координаты цветности - отношение каждой из трех координат цвета к их сумме.

Систематизация цвета - установление определенных принципов расположения и обозначения цвета (в том числе набора образцов цвета материала).

Цветовая система (система цветового порядка) - основанное на том или ином принципе расположение и обозначение всех реально существующих цветов (или их части) и выбор ограниченного числа цветов, адекватно представляющих взаимоотношение цветов в системе. Ц.с. разделяются на системы смешения цветов, системы красок и системы восприятия цвета. Ц.с. представляется в различной форме - числовой, графической или как набор образцов.

**ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ** в дизайне - социально-экономический, технический, общественный, функциональный и эстетический аспект оценки степени нужности и возможности производства вещи. Ц. предполагает достижение максимальных результатов минимальными средствами, эффективность вещи, ее конструкции (Ц.конструкции), технологии изготовления (Ц.технологии) и т.д.

Ц.формы - свойство формы наиболее эффективно выполнять предназначенную функцию, оптимальная приспособленность для производства или удобства пользования вещью.

**ЭРГОНОМИКА** - дисциплина, комплексно изучающая антропометрические, биомеханические, психофизиологические и психологические аспекты взаимодействия человека с техническими средствами, предметом деятельности и средой с целью придания системе «человек-машина-среда» таких свойств, которые обеспечивают наиболее эффективное ее функционирование при условии сохранения здоровья и развития личности. Эргономическое обеспечение дизайнерских разработок осуществляется путем непосредственного участия эргономистов в процессе проектирования, разработки и внедрения эргономических норм, требований и стандартов.

**ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ** - требования, которые предъявляются к системе «человек-машина-среда» исходя из задач оптимизации деятельности человека-оператора с учетом его антропологических, психофизиологических, психологических и физиологических характеристик и возможностей. Э.т. классифицируются по иерар-

хическому предметно-функциональному принципу, по объектам их предъявления, функциональному назначению, структурному построению и информационному взаимодействию этих объектов. Э.т. являются основой при формообразовании изделий, дизайнерской разработке пространственно-компоновочных решений системы в целом и отдельных ее элементов.

**ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ** - особое значение объекта, возникающее в процессе контакта с ним человека в ситуации эстетического восприятия и переживания. Э.ц. носит объективный характер, но лишь в той мере, в какой эстетическая оценка объекта совпадает с общепринятыми эстетическими нормами. Создание эстетической ценности предметной среды является специфической задачей дизайнера.

# **Предметный указатель**

## А

Агрегат машинный 258  
Агрегатирование 55, 199  
Адсорбция 288  
Алгоритм глобального освещения 591  
- локального освещения 591  
- сжатия 574  
- - без потерь 575  
- - с потерями 576  
Алфавит 378  
- буквенно-цифровой 378  
- знаковый 382  
- цветовой 384  
Альфа-канал 568  
Анализ художественно-конструкторский 57  
- предпроектный 414  
Анимация 590  
Анодирование 324  
Ансамбль 97  
Антропометрия 338  
Аппаратная часть 558

## Б

Балка 248  
Бионика 91  
Бит 565  
Бронзирование 323  
Брус 234  
Бумага 305, 533

## В

Вал 276  
Взрыв-схема 209  
Визуализация 591  
Волочение 326  
Выделение 567

## Г

Гармонии цветовые 182  
Гипотеза об изотропности материала 232  
- об однородности материала 232  
- о сплошности материала 232  
Гипс 532

Глина 531

Глубина цвета 564  
Голтование 328  
График цветности 172  
Графика векторная 569  
- компьютерная 557  
- растровая 562  
- трехмерная 581  
Графический формат 573

## Д

Дерево 533  
Детали передач 268  
- соединительные 268  
Деформация изгиба 234  
- кручения 234  
- пластическая (остаточная) 232  
- простая 234  
- растяжения 233  
- сдвига 234  
- сжатия 233  
- сложная 234  
- смятия  
- упругая 232  
Дизайн 19  
- промышленный 24  
Диффузия 287  
Древесина 306  
- текстура 307  
- фактура 309

## Е

ЕСКД 193

## Ж

Жесткость 230  
- оболочек 213

## З

Закон Гука 239  
Зацепление многопарное 268  
Звено 258  
- ведомое 259

## Предметный указатель

- ведущее 259
- входное 259
- выходное 259
- кривошип 259
- кулиса 259
- кулачок 259
- коромысло 259
- ползун 259
- стойка 258
- шатун 259
- Звенья гибкие 259
- упругие 259
- Знак товарный 381
- фирменный 383
- Золочение 322

## И

- Изгиб поперечный 249
- продольный 255
- с кручением 257
- с растяжением (сжатием) 256
- чистый 249
- Изображения в градациях серого 564
- дуплексные 565
- полноцветные 565
- с индексированными цветами 565
- черно-белые штриховые 564
- Интерполирование 564
- Интерфейс 349

## К

- Кадмирование 322
- Канал 567
- Картон 305, 533
- Клазура 441
- Ковка 326
- Коллаж 569
- Колористика 161
- Комплекс функциональных условий 46
- Композиция 79
- категории 79
- - объемно-пространственная структура 79
- - - типы 79
- - тектоника 81
- качества 88
- - асимметрия 108
- - динамичность 110
- - единство формы и содержания 88
- - образность 90
- - симметрия 108

- - статичность 110
- - целостность, композиционное единство 94
- - - ансамбля 94
- - - отдельного предмета 97
- равновесие 109
- средства 111
- - контраст 128
- - масштаб 124
- - масштабность 124
- - метро-ритмические соотношения 113
- - модуль 117
- - нюанс 129
- - пластика 130
- - пропорции 118
- - пропорционирование 118
- - тождество 130
- - цвет 132
- центр 109

Компоновка чертежей 506

Конструирование 192

- методы 201
- приемы 206
- принципы 194

Конструкции

- «закрытые» 51
- открытые 51
- пространственные покрытий и перекрытий 225
- - вантовые 227
- - вспарушенные 226
- - мембраны 227
- - мягкие оболочки 228
- - структурные плиты 228
- типология 193

Конструкция 192

Коррозия 288

Коэффициент запаса прочности нормативный 238

- поперечной деформации (Пуассона) 242

Крацевание 328

Кривые Безье 570

## Л

Латунирование 323

Лужение 323

## М

Макет 515

- демонстрационный 524
- доводочный 523
- интерьера 528
- планировочный 527

- поисковый 523
- экспериментальный 526

Макетирование 515

Маска 568

Материал

- долговечность 291
- изнашивание 286
- износостойкость 287
- механические свойства 285
- потребительские свойства 291
- сохраняемость 291
- старение 286
- технологические свойства 289
- физические свойства 284

Материалы бумажные 304

- в 3D-графике 588

- макетные 531

Машина 258

Меднение 322

Металлы 295

- физико-механические свойства 297
- цветные 296
- черные 295

Методы декоративной отделки 321

- эргономических исследований 362

Механизм 258

- винтовой 262
- зубчато-реечный 261
- кривошипно-кулисный 263
- кривошипно-шатунный 263
- кулачковый 264
- мальтийский 265
- храповой 265

Механизмы плоские 260

- преобразующие движение 261
- пространственные 260

Мнемосхемы 350

Модели цветовые 559

- - аддитивные 559
- - перцепционные 559
- - субтрактивные 559

Модуль подключаемый (Plug-in) 573

Модуль упругости 240

- - при сдвиге 246

Момент инерции 246

- крутящий 245
- сопротивления изгибу осевой 252
- сопротивления сечения кручению полярный 246

Мультимен 364

Муфты 278

- фланцевые (поперечно-свертные) 278
- продольно-свертные 278
- кулачковые 278

## Н

Набросок 487

- живописно-тональный 490
- контурный 488
- контурно-тональный 488

Нагружение динамическое 233

- статическое 233

Надежность 291

Нанометр 163

Напряжения

- допускаемые 238
- предельно опасные 237

Насыщенность 561

Никелирование 321

## О

Оболочка 211, 234

Оболочки замкнутые 212

- незамкнутые 212
- толстостенные 212
- тонкостенные 212

Обработка материалов давлением 325

- - резанием 326

Объекты геометрические 584

- негеометрические 586

Оксидирование 323

Органическое стекло 302

Органы управления 350

- - ручные 353

- - ножные 358

Оргстекло 532

Ось 276

Ось нейтральная 249

Отделка пескоструйная 329

## П

Папье-маше 534

Пара кинематическая 259

Патентные исследования 646

Пенопласт 533

Передачи вращательного движения 266

- волновая 266
- зубчатые 267
- многопоточные 268
- планетарные 266
- повышающие 266

## Предметный указатель

- понижающие 266
- ременные 267
- фрикционные 267
- цепные 267
- червячные 267
- Перцентиль 340
- Плакат 391
- Пластидин 531
- Пластмассы 297
  - классификация 299
  - теплостойкие 303
- Подшипники качения 277
  - радиальные 277
  - радиально-упорные 277
  - скольжения 277
  - упорные 277
- Покрyтия защитные 289
  - гальванические 317
  - лакокрасочные 311
  - методы нанесения 315
  - пластмассовые 311
  - стеклоэмалевые 317
- Поливинилхлорид 300
- Поликарбонаты 303
- Полипропилен 300
- Полирование 329
- Полистирол 301, 532
- Полиформальдегид 303
- Полиэтилен 300
- Предел выносливости 237
  - прочности 237
  - текучести 237
- Прессование 326
- Привод 260
- Признаки антропометрические статические 338
  - динамические 338
- Программная часть 557
- Проектирование 192, 399
- Прокатка 326
- Промышленный образец 650
- Пространство рабочее в 3D-графике 582
- Прочность 230
- Пружины 278

## Р

- Рабочая поза 343
  - поверхность 344
  - среда 359
- Рабочее место 342
  - пространство 342

- сиденье 345
- Рабочий инструмент 346
- Разрешение 563
- Растеризация 579
- Расчеты на прочность 238
  - в случае изгиба 248
  - в случае кручения 245
  - в случае растяжения 238
  - в случае сдвига 244
  - в случае сжатия 238
  - в случае смятия 242
- Реклама 388
- Рессоры 278
- Ретушь 569
- Рисунок поисковый 490
  - демонстрационный (технический) 498

## С

- Свет
  - излученный 164
  - источники 175
  - отраженный 164
- Свинцевание 322
- Свойства эргономические 342
- Серебрение 322
- Сертификация 623
  - добровольная 627
  - обязательная 627
- Сечение опасное при изгибе 253
- Сила поперечная 250
- Силы сосредоточенные 233
- Система «человек-машина-среда» 336
- Слой нейтральный 249
  - изображения 566
- Соединения неразъемные 269
  - гибкой 271
  - заклепочные 270
  - пайкой 272
  - с гарантированным натягом (прессовые) 272
  - сварные 271
  - склеиванием 272
  - разъемные 269
    - клиновые 275
    - резьбовые 273
    - шлицевые 274
    - шпоночные 274
    - штифтовые 275
- Соматография 363
- Сплавы 295
- Средства отображения информации (СОИ) 349



Сталь 295  
 Стандартизация 198, 610  
 Стеклопластики 304, 533  
 Схема кинематическая 260  
 - расчетная 230

## Т

Технологичность 330  
 Тоновая коррекция 566  
 Трассировка 579  
 Требования эргономические 337  
 Трибология 286

## У

Угол закручивания 246  
 Удлинение стержня абсолютное 239  
 - - относительное 240  
 Унификация 55, 198  
 Упаковка 395  
 Условие прочности 238  
 Усталость материала 270  
 Устойчивость 230  
 - оболочек 217

## Ф

Факторы человеческие 363  
 Фильтры 568  
 Формопласт 533  
 Фосфатирование 324  
 Фотография 549

## Х

Хиротехника 358  
 Хромирование 321

## Ц

Цвет 162  
 - способ получения  
 - - аддитивный 170  
 - - - субтрактивный 170  
 Цвета ахроматические 164  
 - - коэффициент отражения 165  
 - - коэффициент яркости 166  
 - - светлота 165  
 - - яркость 165  
 - хроматические 166  
 - - насыщенность 166  
 - - цветовой тон 166  
 Цветовая температура 175  
 Цветоведение 161

Цветовой круг 171  
 Цветоделение 566  
 Цветокоррекция 566  
 Цинкование 322

## Ч

Чертеж чистовой 500  
 - линейный 501  
 - линейно-тональный 501  
 - полихромный 502  
 - светотеневой (тональный) 502  
 Чугун 295

## Ш

Шабровка 328  
 Шлифование 328  
 Штамповка 326

## Э

Эпюра 253  
 Эргономика 335  
 Эскиз 493

## Я

Яркость 561

**Учебное издание**

**ВАСИН Сергей Александрович  
ТАЛАЩУК Алексей Юрьевич  
БАНДОРИН Валерий Георгиевич  
ГРАБОВЕНКО Юрий Александрович  
МОРОЗОВА Любовь Анатольевна  
РЕДЬКО Вера Александровна**

**Проектирование и моделирование  
промышленных изделий**

**Серия «Дизайн»**

**Редактор С. Л. Крутоярова  
Верстка: А. В. Данилов, А. А. Сабинин  
Дизайнеры: В. Ф. Сорокин, Т. Н. Хлудов**

**Изд. лиц. ЛР № 020300 от 12.02.97. Подписано в печать 1.12.04  
Формат бумаги 70x100 1/12. Бумага мелованная.  
Усл. печ. л. 40,6. Уч.-изд. л. 34,8. Тираж 1 000 экз. Заказ № 2620  
Издательство ТулГУ (300600, г. Тула, ул. Болдина, 151)**

**Издательство «Машиностроение-1»  
(107076, Москва, Стромьинский пер., д. 4)**

**Отпечатано ОАО «ИПО «Лев Толстой»**