

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

М. И. Михайлов, З. Я. Шабакеева

ХУДОЖЕСТВЕННОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2016

УДК 658.512.23(075.8)
ББК 30.182я73
М69

Рецензенты: доц. каф. «Металлорежущие станки и инструменты» Белорусского национального технического университета канд. техн. наук *М. А. Корниевич*;
доц. каф. «Управление эксплуатационной работой» Белорусского государственного университета транспорта канд. техн. наук *В. Г. Кузнецов*

Михайлов, М. И.

М69 Художественное конструирование технологических систем : учеб. пособие / М. И. Михайлов, З. Я. Шабакеева ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 315 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-535-285-4.

Изложены вопросы эволюции промышленных форм на примерах технологических систем, эргономики, цвета и использования его в технологических системах. Рассмотрены теоретические приемы композиции и методы проектирования технологических систем с использованием категорий художественного конструирования, а также представлена методика художественно-конструкторского анализа станочных систем.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства».

УДК 658.512.23(075.8)
ББК 30.182я73

ISBN 978-985-535-285-4

© Михайлов М. И., Шабакеева З. Я., 2016
© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2016

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Художественное конструирование в историческом аспекте.....	6
1.1. Основные понятия и термины художественного конструирования. Роль художника-конструктора при проектировании промышленных изделий	6
1.2. Современные требования, предъявляемые к промышленным изделиям	31
1.3. Основные направления развития дизайна. Исторический обзор.....	32
Глава 2. Единство формы и содержания в технике.....	41
2.1. Понятие содержания и формы в технике. Взаимосвязь функции, конструкции и формы промышленных изделий	41
2.2. Основные требования единства форм	44
2.3. Тенденции формообразования технологических систем. Эволюция форм в технике	45
Глава 3. Зрительное восприятие пространства	55
3.1. Восприятия и ощущения	55
3.2. Понятие красоты в технике.....	56
3.3. Восприятие формы технологической системы.....	57
3.4. Методы построения формы. Модель. Технический рисунок. Перспектива.....	58
3.5. Художественный образ машины. Процесс становления зрительного образа формы машины. Правило Миллера	91
3.6. Зрительная организация пространства	94
Глава 4. Основные средства композиции в технологических системах	96
4.1. Основные категории композиции	96
4.2. Объемно-пространственная структура	101
4.3. Основные элементы композиции, применяемые в технологических системах	105
4.4. Свойства и качество композиции.....	139
Глава 5. Цвет и его роль в художественном конструировании.....	146
5.1. Общая характеристика цвета	146
5.2. Цвет как средство композиции. Взаимосвязь цвета и формы.....	151
5.3. Цвет с точки зрения эргономики. Психофизическое влияние света и цвета на организм человека	153
5.4. Значение цвета в трудовой деятельности человека. Цветовое решение в производстве	156
5.5. Цветовое решение технологических систем.....	169

Глава 6. Основные этапы и принципы художественного конструирования технологических систем	181
6.1. Организация процесса проектирования промышленных изделий. Комплексный метод проектирования	181
6.1.1. Предпроектный анализ	182
6.1.2. Этапы проектирования	192
6.2. Классификация показателей проектируемых технологических систем.....	208
6.3. Принципы и топология художественного конструирования	209
6.3.1. Принципы художественного конструирования	209
6.3.2. Роль метафор в формировании смысловой структуры дизайн-проекта	212
Глава 7. Эргономика – основа художественного конструирования	215
7.1. Эргономика, цель эргономики, эргономические исследования. Эргономические требования, предъявляемые к системе «человек–машина–среда»	215
7.2. Человек и системы управления	231
7.3. Эргономический анализ технологических систем. Исследование органов управления станков. Анализ управляющих действий оператора технологических систем	233
7.4. Анализ органов управления.....	235
7.5. Анализ управляющих действий оператора технологических систем ...	254
7.6. Определение основных рабочих и функциональных зон оператора (станочника)	256
7.7. Работоспособность оператора (станочника), пути снижения его утомляемости и повышения работоспособности оператора.....	268
7.8. Организация трудового процесса.....	271
Глава 8. Художественно-конструкторский анализ и синтез технологических систем в промышленности.....	272
8.1. Методика проведения анализа и критерии оценки технологических систем.....	272
8.2. Художественно-конструкторский анализ металлорежущих станков ...	274
8.3. Порядок разработки дизайн-проекта технологических систем	280
8.4. Мультимедийные технологии при создании дизайн-проектов.....	285
8.4.1. Особенности отношений взаимодействия виртуальной реальности с человеком.....	286
8.4.2. Методология дизайн-проектирования мультимедийными средствами виртуальной среды	289
Литература	291
Приложения.....	293

ВВЕДЕНИЕ

Художественное конструирование является одним из важнейших средств создания новых высококачественных промышленных изделий, всемерного улучшения качества производимой продукции, а также обеспечения комфортных условий труда.

Научно-технический прогресс охватывает все стороны жизни человека, а высокий уровень экономики требует совершенствования промышленных изделий и выдвигает в число первоочередных задач вопросы их качества. Данные тенденции вызвали к жизни такое проектирование промышленных изделий и такие формы организации материально-пространственной среды, когда наряду с техническими требованиями учитывается «человеческий фактор», т. е. помимо обеспечения нормального функционирования изделия и среды они должны быть эстетичными.

Художественное конструирование – это творческий процесс и метод проектирования промышленных изделий, осуществляемые в соответствии с требованиями технической эстетики. Оно является неотъемлемой составной частью общего процесса проектирования промышленных изделий и ведется совместно с инженерным конструированием, решающим конструктивно-технические и экономические задачи.

На стадии создания новых изделий художник-конструктор координирует работу многих специалистов, а конструктор решает специфические вопросы, так как форма изделия связана с материалом, технологией, конструкцией. Художественное конструирование является неотъемлемой частью проектирования, но не подменяет собой инженерное конструирование. Эти два вида конструирования составляют взаимодополняющие стороны единого процесса создания новых изделий. Следовательно, инженер-конструктор должен владеть общими специфическими вопросами дизайна.

Глава 1

ХУДОЖЕСТВЕННОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ В ИСТОРИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

1.1. Основные понятия и термины художественного конструирования. Роль художника-конструктора при проектировании промышленных изделий

В жизни ежедневно и ежечасно, сами того не замечая, мы ставим и решаем различные проектные задачи. Проектирование, таким образом, становится естественной чертой нашего сознания, распространяясь почти на все сферы человеческого существования. Конкретизируя определение проектирования как деятельность, цель которой «положить начало изменениям в окружающей человека искусственной среде», английский теоретик дизайна Дж. К. Джонс отмечает, что оно охватывает деятельность не только конструкторов, архитекторов и других «профессиональных» проектировщиков, но также плановиков и экономистов, законодателей, администраторов, публицистов, ученых, специалистов прикладных наук, участников движений протеста, политиков, членов «групп давления» – всех тех, кто стремится изменить форму и содержание изделий, рынков сбыта, городских систем бытового обслуживания, общественное мнение, законы и т. п. Эта реальность – проектность как ценность и содержание многих деятельностей и как особый тип и культура мышления – и есть проектная культура. О ней много размышляют как зарубежные, так и отечественные специалисты в области теории проектирования, обозначив ее как «третью (после материальной и духовной) культуру».

Художественное конструирование – творческий процесс и метод проектирования промышленных изделий, осуществляемые в соответствии с требованиями технической эстетики. Оно является неотъемлемой составной частью общего процесса проектирования промышленных изделий и ведется совместно с инженерным конструированием, решающим конструктивно-технические и экономические задачи.

Чтобы понять цели и задачи художественного конструирования, необходимо установить причины его возникновения.

Труд и искусство первобытного человека были неотделимы и представляли собой единый жизненный процесс. Украшения для него имели глубокий практический смысл. Они были так же утилитарны, как сам предмет, различия между красотой и пользой не существовало.

В период средневековья при ограниченном развитии товарного производства труд ремесленника поднимается до уровня искусства, задуманное он производит сам.

С возникновением мануфактурного производства свободный ремесленник превращается в наемного рабочего. Его труд остается ручным и используется для выполнения отдельной операции. Предмет в целом, который раньше воплощался непосредственно по замыслу, теперь создается лишь в эскизе (проекте). Создание эскиза в мануфактурный период является самостоятельным видом искусства.

В эпоху раннего капитализма отрыв производства от искусства еще больше увеличивается. Красота не дает выгоды производству и изгоняется из промышленности. Искусство сохраняется лишь в узкой сфере производства (бытовое) и превращается в особый вид – прикладное искусство.

По мере развития машинного производства художник-прикладник оказался не у дел. Эскизы, которые он создавал для мануфактурного производства, оказались не пригодными для машин. В XIX в. происходил упадок промышленных форм, товары создаются без участия художника. Разрыв между утилитарным производством и искусством достигает своего предела.

Наряду с прикладным искусством в XX в. рождается новая форма художественного творчества в промышленности – художественное конструирование.

Современный инженер владеет разнообразными методами и средствами объективной оценки многих показателей качества. Он может с достаточной степенью объективности оценить физические, химические, гигиенические свойства изделий, их надежность, долговечность, ремонтпригодность. Однако в инженерной практике еще недооцениваются так называемые эстетические показатели.

Давая характеристику тому или иному предмету, многие конструкторы выделяют в первую очередь именно вышеперечисленные показатели промышленных изделий и лишь в конце иногда упоминают о соответствии изделия эстетическим требованиям. Такой подход к анализу промышленных изделий все еще отражает бытующую точку зрения на красоту изделия как явление субъективного порядка, исключающее критерии ее оценки.

При проектировании станков, машин, приборов бытового назначения и других промышленных изделий возникает много специфиче-

ских вопросов, которые требуют детальной и внимательной проработки. Это, например, и правильная организация рабочего места, а соответственно, и формы изделия, размещения защитных устройств, приборов, правильного освещения и т. п. Сюда же относятся и вопросы достижения целостности и выразительности формы изделия. Решить все эти вопросы на уровне современных требований группе конструкторов-проектировщиков часто оказывается весьма затруднительно, если в процессе проектирования не примет участие художник-конструктор (дизайнер), который призван уже в проекте изделия учесть все то, что относится к так называемому «человеческому фактору».

Международным советом организаций по художественному конструированию (организован в 1957 г.) сформулированы основные задачи, методы и сфера деятельности художника-конструктора.

Дизайнер – это художник-конструктор, воплощающий творческие принципы технической эстетики методом художественного конструирования.

Задача дизайнера состоит в определении формы предметов и услуг, которые делают жизнь человека плодотворной и удовлетворяют его потребностям.

Методом работы художника-конструктора является разработка первоначальной идеи будущего изделия, сотрудничество с другими специалистами при работе над практическим вариантом этой идеи, определение окончательной формы ее воплощения.

Сфера деятельности художника-конструктора практически охватывает все создаваемые человеком предметы, в особенности изготавливаемые средствами массового и серийного производства и приводимые в действие механическим способом.

Как видно из определения, дизайнер воплощает в жизнь творческие принципы технической эстетики. Следовательно, предметом художественного конструирования является техническая эстетика, и теория дизайна получила название технической эстетики. Техническая эстетика играет важную роль в воспитании гармонически развитого человека, в формировании у него эстетического вкуса.

Техническая эстетика – научная дисциплина, изучающая социально-культурные, технические и эстетические проблемы формирования гармоничной предметной среды, создаваемой средствами промышленного производства для жизни и деятельности человека.

Главная цель технической эстетики – обеспечить на основе достижений теории и практики художественного конструирования наилучшие условия труда, быта и отдыха людей в создаваемом предметном мире.

Техническая эстетика тесно связана с комплексом социальных наук: философией, экономикой, техникой, науками о человеке (физиологией, психологией, анатомией и т. д.). Техническая эстетика формулирует специальные задачи дизайна, разрабатывает принципы комплексного формирования окружающей человека предметной среды, наиболее полно удовлетворяющей материальные и духовные потребности людей. Художественное конструирование представляет творческий процесс, где методы проектирования промышленных изделий осуществляются в соответствии с требованиями технической эстетики, и, следовательно, оно является неотъемлемой частью общего процесса проектирования промышленных изделий и ведется совместно с инженерным конструированием, решающим конструктивно-технические и экономические задачи. На основании этого можно сказать, что дисциплина «Основы художественного конструирования» для студентов машиностроительных специальностей не ставит целью подготовить специалистов в качестве замены ими художников-конструкторов. Она ставит своей задачей раскрыть специальную роль дизайна в проектировании и производстве технических изделий, систем, а также раскрыть специфические вопросы художественного конструирования и ознакомить с принципами работы художника-конструктора с тем, чтобы инженер-конструктор оказался подготовленным к совместной с дизайнером работе.

Профессия художника-конструктора сложная и многогранная. Этот специалист должен найти правильный подход к миру вещей, их удобству, эстетическому облику. Дизайнер должен не только обладать достаточными знаниями в ряде специальных областей (технике, эргономике, эстетике), но и в совершенстве – профессионально – владеть всем арсеналом средств и методов художественного конструирования: разбираться в закономерностях строения объемно-пространственных структур, владеть пропорционированием, хорошо использовать ритм, масштаб и масштабность, контрастные и нюансные соотношения, цвет и тональные соотношения. Те вопросы, которые решает конструктор, технолог, экономист, не входят в круг обязанностей дизайнера, но, работая в тесном творческом контакте, художник-конструктор обязан заботиться о том, чтобы изделия были технически совершенными и кон-

струировались в расчете на «органическую связь» с человеком, чтобы форма изделия и размеры соответствовали антропометрическим данным и характеру движений человека и чтобы при всех условиях изделие было эстетически совершенным.

Дизайн берет начало от английского «чертить, конструировать», т. е. создавать вещь с учетом ее назначения и целесообразности.

Становление дизайна как особого вида проектного творчества вызвано не только переводом изготовления предметного мира на промышленные рельсы. Этому способствовал и ряд других обстоятельств.

Во-первых, на рубеже XIX и XX столетий в результате колоссального развития средств и путей сообщения произошло своего рода сближение разделенных морями и океанами разных культур. Европа, чуть ли не свысока воспринимавшая образы африканского или азиатского искусства как экзотические отклонения от собственных эстетических норм, начала органически включать переставшие быть чуждыми ей формы в произведения своего творчества.

Во-вторых, в мировом культурном сообществе накопилась своеобразная «усталость» от прямолинейно трактованных рецептов реализма, опиравшихся на воспроизводство только «натуральных» форм окружающего мира. Началось движение к полновесному использованию всех доступных художнику средств выразительности, в том числе «абстрактных» линий, объемов, пятен, рассчитанных на ассоциативное образное восприятие.

В-третьих, появились технические средства практически безукоризненного тиражирования любых произведений человеческих рук, сразу лишившие когда-то уникальные картины, скульптуры, ювелирные украшения великих мастеров прошлого ореола таинственной неповторимости – важен стал не носитель образа, а сам акт творения.

Так, три обстоятельства – отказ от региональных эстетических канонов, признание за абстрактными формами прав на самостоятельное отражение духовного мира и снятие с понятия «произведение искусства» пиетета «единственности» – поставили плоды декоративно-прикладного творчества, рассчитанного на каждодневное потребление и восприятие, как бы в один ряд с продукцией «высокого искусства».

Определенные изменения произошли и в сфере материального производства предметов быта и услуг. Прежде всего резко возросла номенклатура предлагаемых потребителю видов и форм нашего ок-

ружения: научно-технический прогресс моментально превращал любые достижения человеческой мысли в бытовые приборы, полезные вещи и инструменты. И все эти автомобили, граммофоны, швейные машинки, электрические лампы тут же становились привычной частью образа жизни, обликом своим приучая человека к новым идеям и нормам видения мира. Причем эти нормы непрерывно трансформировались вместе с техническим совершенствованием автомобилей и утюгов, неизбежно отражавшимся на их облике. А кроме того, активно развивались собственно производственные технологии, сразу находившие отклик в конкретике форм новых серий промышленной продукции.

Различают основные виды дизайна – графический, промышленный, средовой и их разновидности; в графическом дизайне – работа с визуальными коммуникациями, информационной графикой, рекламой и другим, в промышленном – формирование бытовых вещей и приборов, объектов машиностроения, средств транспорта, одежды и т. д., в средовом – дизайн интерьера и открытых пространств различного назначения.

Кроме того, в настоящее время наблюдается зарождение и становление новых видов дизайна, отвечающих особенностям отдельных сфер дизайн-проектирования (экологический дизайн, эргодизайн, футурологическое проектирование – футуродизайн, дизайн ландшафтный, экспозиционный, инженерный и т. д.), отличающихся нацеленностью или характером результатов работы (арт-дизайн, шрифтовой дизайн, лендарт, дизайн архитектурный, компьютерный и пр.), имеющих «местные» художественные признаки – дизайн региональный, «мусорный» и т. п.

Но независимо от специфики данного вида дизайна все они имеют общую основу – синтез прагматических и художественных идей и решений, направленных на улучшение условий существования человека в целостной эстетически совершенной форме.

Существо и содержание задач современного дизайна наиболее полно иллюстрируются теорией и практикой трех видов дизайнерской деятельности – графического дизайна, промышленного дизайна и дизайна среды. Каждый из них имеет свой спектр проблем и решений, свою цель и направление работы. Одно, «графическое», призвано «украсить» окружающую нас действительность, сделать ее ярче, выразительнее. Второе, «промышленное», стремится «оборудовать» ее, оснастить каждый жизненный процесс, каждый вид деятельности нужными

для этого приборами и вещами. Третье – «средовое» – должно «устроить» мир, преобразовать его в предметно-пространственное целое, где было бы комфортно и удобно жить, работать, размышлять и развлекаться.

Графический дизайн. Эта специфическая область творчества представляет собой результат постепенного слияния двух направлений в художественной культуре. С одной стороны, популярного коммерческого искусства (афиши, реклама, газетные и журнальные иллюстрации), получившего развитие в конце XIX – первой половине XX в. и открывшего новый изобразительный язык художника архитекторам и дизайнерам. С другой – современного изобразительного искусства, развивавшегося в Европе в первые три десятилетия XX в.

Всякая коммуникация (в том числе и визуальная) осуществляется посредством языка, вне которого и помимо которого единичное сообщение (текст) существовать не может. По отношению к множеству текстов язык является системой (кодом, инвариантом), делающей возможным их создание, передачу и использование. Профессиональные качества дизайнера определяются тем, насколько свободно, широко и тактично он владеет визуальным языком, соблюдает и развивает правила языкового «поведения».

Так возникают две практические задачи графического дизайна: проектирование визуальных коммуникаций и проектирование самого визуального языка. Именно способность «видеть» средства, умение мыслить ими и развивать их составляет суть профессионализма дизайнера. Этому способствует развитие исследований собственно визуального языка, а не только изучение отдельных средств или объектов графического дизайна.

Профессиональным дизайнером-графиком считается тот, кто в каждом конкретном случае может подобрать ключ к решению исходной задачи визуальными средствами, т. е. трансформировать исходный смысл (идею, информацию, указание, предостережение, пожелание и пр.) в визуальный текст (рис. 1.1).

Как известно, важнейшим принципом графического дизайна является разнообразие и неповторяемость графических решений. Тем не менее многое свидетельствует об универсальности и системности языка. Одному и тому же выражению могут соответствовать несколько содержаний, поэтому искусство художника состоит в значительной мере в том, чтобы заставить нас принять одну из многих возможных установок или, напротив, сделать общепринятой интерпретацию многозначной.



Рис. 1.1. Варианты графического дизайна для станкоинструментальных производств

Дизайнер-график воплощает свои представления о визуальной информации, визуальных объемах и структурах не только в таких традиционных формах, как книжная и газетно-журнальная графика, реклама, плакат, промышленная и телевизионная графика и другом, но и в системах визуальных коммуникаций городской среды, архитектурных и инженерных объектов и их комплексов.

Его деятельность все более распространяется на комплексное проектирование крупных предметно-пространственных объектов городской среды. Размещение графических и трехмерных объектов в пространстве с целью их демонстрации – деятельность, родственная и архитектуре, и графике. Носителем графики не всегда является лист бумаги. Сложный, емкий, крупномасштабный объект (выставочный стенд, указатель) требует специального проектирования, и решение этой задачи предполагает участие дизайнера-графика.

Виды графического дизайна можно классифицировать в зависимости от объекта проектирования. Например, во всех формах графического дизайна, использующих текст, значительную роль играет типографика, в основе которой – проектирование словесного текста средствами типографского набора. Важным моментом здесь является размещение готовых форм (заголовков, слов, частей текста, заставок и пр.) как относительно друг друга, так и по отношению к носителю информации (газетная полоса, поле афиши и т. д.).

Такой вид графического дизайна, как промышленная графика, тесно связан с промышленным производством и его продукцией. Главными объектами разработки являются товарные и фирменные знаки, этикетки, марки, упаковки и пр.

Графический дизайн широко распространен в сферах коммерции, коммуникаций, развлечений. Например, рекламная графика: плакаты и афиши, рекламные брошюры и объявления, листовки, буклеты, каталоги, календари, значки, наклейки и другие объекты проектирования, связанные с той или иной рекламной кампанией.

Особую роль графический дизайн играет в создании фирменного стиля, основная цель которого – появление определенного и постоянного запоминающегося зрительного образа всего, что связано с предприятием, его деятельностью и продукцией. Основные элементы фирменного стиля – логотип, шрифт, цветовая гамма, композиционные принципы – могут охватывать широкие сферы, начиная от стандартного минимума (фирменный бланк, конверт и визитная карточка) до графического оформления всей документации фирмы, ее рекламы, оформления транспортных средств, художественно-стилистического решения интерьеров фирмы, моделей одежды сотрудников и пр.

Графический дизайн очень тесно взаимодействует с архитектурой и дизайном городской среды, и этот контакт проявляется по-разному. Примером может служить такой вид графического дизайна, как архиграфика, которая включает в себя систему приемов и средств

визуальной коммуникации: суперграфики, граффити, визуальные знаки и символы (идеограмма, иконический знак, пиктограмма); графических элементов как интерьерного (витрины, выставки), так и открытого архитектурного пространства.

Ни одна проектная деятельность, а тем более архитектурная, не может обходиться без графической визуализации авторского замысла. Основными видами архитектурной графики, которые отражают процесс проектирования, являются эскиз, чертеж и архитектурный рисунок, каждый из которых имеет свою изобразительную специфику и отвечает определенным требованиям. Например, поиск архитектурной идеи осуществляется с помощью эскиза, а оформление архитектурного чертежа – с помощью архитектурного рисунка.

В последние годы широкое распространение получила компьютерная графика – явление, отражающее совокупность приемов и действий, обуславливающих автоматизацию процессов подготовки, преобразования и воспроизведения графической (визуальной) информации с помощью компьютера. Машинная графика активно используется во всех видах графического дизайна, в том числе телевизионной графике (телевизионные заставки, клипы, телереклама и пр.). Объектами разработки здесь являются графические элементы, используемые в кинематографе и на телевидении.

В наше время графический дизайн практически переосмысливает суть, значение и формальные характеристики большинства художественных средств, которыми он давно и успешно пользуется.

Возрастает пространственный потенциал цветографики, что позволяет по-новому решать средовые задачи графического дизайна, расширяет выразительные возможности традиционной черно-белой графики.

Цвет всегда был одним из важнейших носителей культуры, причем каждая цивилизация имеет свою систему цветовых символов. Поэтому использование цвета как средства формообразования в графическом дизайне станет тем эффективнее, чем теснее оно будет связано с историко-культурной подосновой.

Развитие цветовой культуры включает совершенствование приемов цветовой гармонизации среды. Возникают теории цветовой гармонии, которые позволяют обеспечить гармонизацию на основе научного знания цветовых систем, что очень важно для специалистов, занятых задачами формирования среды. Чтобы справиться с их решением, недостаточно полагаться лишь на интуицию и художественный

вкус, надо понять социально-пространственную специфику среды и, опираясь на цветовую культуру и знания о цвете как пространственной феномене, найти качественно новые возможности ее цветовой гармонизации.

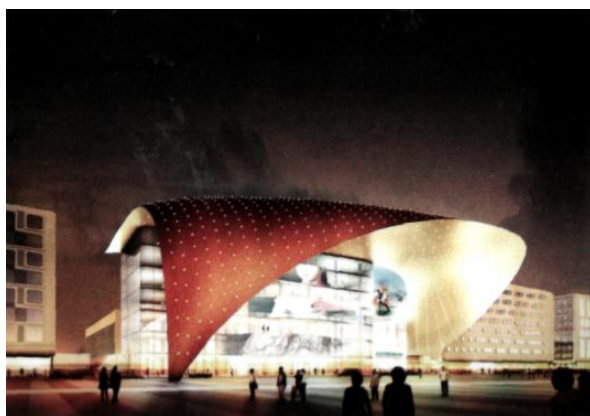
Создание принципиально новых цветковых систем, нацеленных на гармонизацию материально-пространственной среды, включающей множество разнородных составляющих, во многом обязано цветовой систематизации, которую разработал французский колорист М. Альбер-Ванель. Он предложил «планетарную» цветовую систему, которая кардинально отличается от «классических» систем других исследователей. В ее структуре оттенки цвета рассматриваются как имеющие сходство и обозначаются общей точкой, в отличие, например, от системы Манселла, в которой каждой точке цветового тела соответствует определенный цвет, зафиксированный цифровыми показателями. В «планетарной» системе один и тот же цвет может находиться в разных местах цветового пространства, и в этом смысле можно говорить о Вселенной, потенциально вмещающей множество планет, отличающихся каким-либо особым качеством. В известном смысле «планетарная» система является моделью реального цветового окружения.

Система учитывает прозрачность и отражение цветов, существующих в реальном мире и игнорируемых классическими цветовыми системами, в которых свет мыслится лишь белым. В этой системе подразумевается, что свет может меняться по интенсивности и окраске, и в зависимости от этого цветовые совокупности будут тяготеть к различным качествам.

Излишне говорить здесь и о гармонизации цветковых совокупностей. Цветовая гармония как бы априори уже заложена в «планетарной» цветовой системе: различные совокупности демонстрируют различные способы гармонизации множеств цветов, основанные на контрасте, нюансе и другом. «Планетарная» система способствует реальному возведению цвета в ранг средств коммуникации, позволяет осуществить реалистический подход к цветовой гармонизации материально-пространственного окружения.

Цветной геометрический рисунок, наложенный на сложную пластику архитектурного произведения, – явление достаточно известное в культуре. Новое развитие этот принцип получил в начале XX в., когда в живописи, прикладном и оформительском искусстве, архитектуре цвет зазвучал особой темой, не всегда параллельно с формой, а как бы пересекаясь с ней, отдаляясь от нее, внося диссонанс и в конце концов

объединяясь, давая начало новой визуальной идее. В этом плане особым способом обогащения окружающих нас средовых структур является суперграфика (этот термин ввел в обиход американский архитектор Ч. Мур). Основной признак суперграфики – активность взаимодействия цветографики со структурно-морфологической основой формы, не зрительное разрушение формы, а создание на ее основе новой композиционно-художественной целостности. Поэтому суперграфика способна вступать в конфликт с отдельными элементами целого. При этом визуальное разрушение отдельного объекта оправдано художественным преобразованием и осмыслением объекта более емкого – массива материально-пространственного окружения, что убедительно проиллюстрировано искусством русского модерна. В 1970-е гг. широкий спектр возможностей суперграфики как метода конструирования визуального пространства был использован во многих массовых новостройках в городах (рис. 1.2).



а)



б)

Рис. 1.2. Суперграфика в комплексах зданий:
а – выставочный центр; б – промышленное предприятие

Суперграфика обязана своим выходом в пространство различным творческим направлениям в живописи, дизайне, архитектуре. С одной стороны, это жестко геометрическая тенденция – группа «Де Стьиль», К. Малевич, Б. Таут, Я. Чернихов, с другой – живописная, зародившаяся у пуантилистов и подхваченная футуристами, а затем А. Гауди, В. Кандинским, П. Клее, Г. Арпом. Она легко реализовалась в дизайне и архитектуре, что объясняется ее неизобразительностью и способностью пространственного структурирования на основе модульности, присущей этим сферам творчества.

Все сказанное подтверждает, что графический дизайн в наше время представляет собой весьма развитую и чрезвычайно насыщенную смысловыми оттенками область художественной жизни общества. Более того, наводит на мысль о самостоятельной ценности этого стремительно выделяющегося из общего мира эстетической деятельности практически нового вида искусства. С другой стороны, графический дизайн как особая форма эстетического мышления чрезвычайно активно влияет на другие виды дизайна, вливаясь таким образом в пеструю интегральную картину современного, синтетического по существу, мироощущения.

Промышленный дизайн. Это сфера проектной деятельности, занятая художественным проектированием элементов предметного наполнения среды обитания человека, создаваемых методами индустриального производства. Его можно рассматривать как исключительное явление в проектной культуре, положившее начало всей области проектной деятельности, получившей в XX в. название «дизайн».

В ряду разнообразных видов дизайнерской деятельности – архитектурного (средового), промышленного, графического дизайна – два первых имеют особое значение: их объекты постоянно окружают нас, встречаясь практически в любых ситуациях нашей жизни. Более того, будучи смежными сферами проектной культуры, они теснейшим образом связаны между собой. Промышленный дизайн как самостоятельная проектная дисциплина зародился в недрах архитектуры; люди, стоявшие у его истоков – У. Моррис, К. Дрессер, Г. Мутезиус, П. Беренс, – имели архитектурное образование и начинали свою практику как архитекторы.

При этом связь архитектуры и дизайна нельзя назвать односторонней. Так, в 1910–1920 гг. эстетика машин оказала значительное воздействие на архитектуру модернизма; точно так же стилистика «хайтека» 1970–1990 гг. привносит в архитектуру образ промышлен-

ных технологий конца XX в. Благодаря этому именно архитектуре и промышленному дизайну принадлежит решающая роль в формировании окружающей нас предметно-пространственной среды. Причем считается, что архитектура решает в большей степени пространственные задачи, а промышленный дизайн занят нашим предметным окружением. Это верно, но только отчасти.

Основным отличием промышленного дизайна от других областей проектного творчества считается его ориентация на массовое промышленное производство. Надо признать, что при соответствии этого определения истине в большинстве случаев провести четкую границу между промышленным дизайном и смежными областями практически невозможно. Действительно, объекты архитектуры, как правило, уникальны и привязаны к конкретному месту. Однако как быть тогда с объектами типового проектирования, с домами индустриального строительства, мобильными архитектурными объектами? Примерно то же можно сказать и про дизайн визуальных коммуникаций: знак, выполненный в виде светового короба или табло, – несомненно изделие промышленного дизайна; он же, будучи нанесен на поверхность какого-либо сооружения, – уже объект дизайна графического.

С другой стороны, нет полной ясности и с объектами, функционально относящимися к промышленному дизайну. Так, работы дизайнеров «новой волны» (студий «Мемфис» или «Алхимия»), формально соответствующие всем его определениям (несомненно функциональны, производятся индустриальными методами), явно тяготеют к арт-дизайну.

Традиционное отличие промышленного дизайна – его нацеленность на рынок. Впрочем, и ее нельзя считать характерной только для этой области дизайна. В некоторой степени это присуще и другим его видам. Да и у объектов промышленного дизайна это проявляется по-разному: более явно – у транспортных средств, бытового оборудования, менее – у производственного.

Очевидно, что полноценным критерием выделения промышленного дизайна в качестве самостоятельного течения в общем потоке проектной культуры следует считать не единичные признаки, а их комплекс. И важнейшим среди них надо признать тип связи продукции промышленного дизайна с бытовыми и производственными потребностями человека: это, прежде всего, разного рода искусственно созданное оборудование жизни, инструментарий для реализации ее процессов, вещи, предметы, машины, механизмы, приборы, как бы стоящие между че-

ловеком и прилежащей пространственной средой. Разумеется, в отдельных случаях комбинации этих вещей и машин могут сами стать своего рода средовым пространством, но это отнюдь не отменяет глобальной роли произведений промышленного дизайна как утилитарно необходимого посредника между человеком и окружающими его структурами.

Новые технологии обработки материалов в конце XVIII–XIX в. позволили резко увеличить объем производимой продукции. Однако ее внешний вид почти не изменился. Часть повторяла форму ремесленных изделий, большинство же выпускалось вообще без учета эстетических требований. Появилось огромное количество совершенно новых изделий: фотоаппаратура, средства связи, паровой транспорт, разнообразные станки. При всей новизне функций их форма, как правило, сводилась к воспроизведению традиционных, привычных глазу тогдашнего обывателя контуров и линий, с обилием монофункционального декора. К середине прошлого века, когда производственные отношения машинной эры сложились окончательно, господствующим стилем стала эклектика, поскольку новые материалы и конструкции еще не были эстетически осмыслены.

Естественно, несоответствие формы вещи ее функции и технологии производства не могло сохраняться долго: помимо чисто эстетических проблем оно отрицательно влияло на сбыт. Попытки же добиваться «ремесленного» качества изделий индустриальными методами приводили к усложнению и удорожанию производства. Это положение уже в середине прошлого века стало объектом критики. Так, Дж. Рёскин – художник, теоретик изящных искусств и архитектуры – провозгласил тезис о неразрывности красоты предмета и его функции. Однако он не сумел оценить перспективы, открывающиеся перед художником в промышленном производстве, и до конца дней своих оставался убежденным противником машинных технологий, видя пути выхода из тупика в формообразовании только в возрождении традиций ремесла.

Осуществить идеи Дж. Рескина пытался его ученик У. Моррис, возглавивший движение «Артс энд Крафтс». Высокие декоративные свойства продукции организованных Моррисом мастерских создавались не стихийно (как это было у изделий народных промыслов), а после глубокого творческого анализа. Моррисом были фактически заложены основы дизайнерского подхода к формообразованию изделий, однако внедрению их в промышленное производство мешала его антипатия к последнему. Соединение творческих принципов Морриса

с возможностями индустриальных технологий было осуществлено следующим поколением художников.

В наши дни промышленный дизайн переживает весьма непростой период. Его коммерциализация, ориентация на преходящую моду, попытки угодить любым вкусам потребителя размывают те принципы художественного рационализма, что стали фундаментом его становления и развития. С другой стороны, постоянное усложнение реалий современной жизни, ее насыщение все новыми технологиями способствуют возникновению невиданных ранее, но объективно необходимых дизайнерских форм и течений.

Обострившиеся во второй половине XX в. экологические проблемы ставят новые задачи и перед промышленным дизайном, что привело к появлению так называемого экодизайна. По-новому видит свои цели футуродизайн, не столько создающий образцы для последующего внедрения в производство, сколько осмысливающий изменения в технологии и потребностях общества и намечающий перспективные пути развития дизайна.

Цивилизация, двигаясь вперед «слишком быстро», очередной раз стоит на распутье, и ответственность дизайнеров за выбор дальнейшего пути ее развития весьма высока. Разумеется, некоторые черты промышленного дизайна ближайшего будущего вырисовываются уже сегодня. Так можно прогнозировать «прямое» уменьшение исторически сложившегося разрыва интересов проектировщика и потребителя, что подразумевает значительно большее участие последнего в процессе не только эксплуатации изделия, но и его создания. Вне сомнения, возрастет роль экологического подхода к дизайну, основанного не только на использовании «чистых» материалов и технологий, но и на поиске новых форм организации бытовых и производственных процессов. Следует ожидать и существенного расширения арт-дизайна, который будет захватывать и те области жизненного обеспечения, что пока считаются исключительной прерогативой «рациональных» промышленных форм.

Дизайн среды. Это представление об облике, стилевых или образных характеристиках средового объекта или системы, синтезирующее в едином впечатлении особенности пространственной структуры, индивидуальных или «фирменных» деталей внешнего вида, способах функционирования и т. п., формирующих среду каждая по своему, но «работающих» на потребителя в комплексе, совместно; формирование (проектирование и реализация) средовых ситуаций,

объектов и систем, выполняемое с помощью профессиональных проектировщиков, производителей, служб эксплуатации и потребителей этих образований, целенаправленно ищущих специфику жизнедеятельности и особенности облика среды. Среда, своеобразная искусственная «вторая природа», формируется людьми в процессе воспроизводства материальных условий жизни во взаимодействии с естественной природой, овеществляя, материализуя силы и способности человека, обеспечивая развитие его самого, культуры и других ценностей человеческого общества.

Дизайн среды представляет собой сложный многостадийный процесс (предпроектный анализ, проектирование элементов среды и среды в целом, учет видоизменений среды в процессе эксплуатации и развития средовой ситуации), требующий привлечения специалистов различного профиля – от архитекторов, дизайнеров и художников до технологов и экономистов.

Дизайн среды, едва получив статус самостоятельного вида проектного творчества в середине прошлого века, сразу стал претендовать на особую роль в этой области культуры. Дело в том, что его ключевое понятие – среда – образует смысловое ядро всех объединившихся под знаменем дизайна видов искусства «нечистого», т. е. связанного с двойным содержанием его произведений – художественным и практическим. Обозначая термином «среда» совокупность всех компонентов и характеристик материально-пространственных и эмоционально-художественных условий существования человечества, мы включаем сюда, естественно, и самого человека. А значит, и свойства ему феномены и нормы культуры – от их общечеловеческих слагаемых до проявлений личной культуры поведения и трудовой деятельности.

Всеобъемлющий, глобальный во всех смыслах характер категории «среда» определил многие изменения в содержании современного искусствоведения, поставив, например, вопрос об иерархии разных видов проектной деятельности, их сущностных взаимосвязях и между собой, и с традиционными видами художественного творчества.

Сегодня все, что помимо образного начала имеет еще и прикладной характер, – посуда, мебель, ткани, книги, вывески, вплоть до архитектуры – считается дизайном: промышленным, графическим, архитектурным и т. д. Но для человека разные «конкретные дизайны» отнюдь не равнозначны: помимо обязательных для жизни «пользы, прочности и красоты» он ищет от общения с дизайном нечто более

высокое – гармонию взаимодействия с окружающей действительностью, согласованность мироощущений.

Некогда эту сверхзадачу, с известными оговорками, брала на себя архитектура. Она или непосредственно, через эскизы зодчего, или опосредованно, через узаконенные традициями формы оборудования и архитектурного декора, диктовала свою художественную волю мастерам прикладного искусства. Облик неисчислимого множества связанных к архитектуре вещей приобретал единство образа или стиля, выразившего идеи времени, а зрительная согласованность всех элементов пространства способствовала реализации индивидуальных эмоциональных ожиданий. Мир материального окружения «потребителя» гармонировал с его духовными, эстетическими установками.

Но архитектура как сфера проектирования оперирует главным образом пространственными ощущениями, возникающими при восприятии объемов, поверхностей и находящихся между ними «пустот», где осуществляются те или иные жизненные процессы. Сегодня, когда стремительно меняются цели и возможности формирования пространственных впечатлений, зодчие едва успевают справиться только с относительно узким набором своих профессиональных проблем, практически не имея сил для художественного осмысления остальных компонентов проектируемого пространства. Эти задачи целиком отошли к «внеархитектурному» проектированию вещей и процессов.

Появился новый тип проектной деятельности – дизайн среды, интегрирующий в единую функционально-художественную целостность достижения дизайнеров других специальностей, проектирующих оборудование, предметное оснащение, систему декоративно-графических решений и в том числе пространственную ситуацию. Кроме того, именно среда, в конечном счете, является ареной работ по синтезу искусств. Становится понятно, почему дизайн среды имеет все права на роль завершающего звена общей системы работ по художественному проектированию.

«Замещение» определенной доли архитектурного творчества дизайном среды происходило постепенно. Рубеж XIX–XX вв. был посвящен комплексному формированию ряда «массовых интерьеров» того времени – жилых квартир, кафе, магазинов, контор, обусловленному становлением в обществе «массового заказчика» – среднего класса. Прикладное искусство откликнулось на это широким выпуском серийной мебели, посуды. Сформировался стиль «Ар Нуво» (рис. 1.3), давший миру образцы искусства, отличного от предшественников эстетическими ориентирами и средствами выразительности.



Рис. 1.3. Интерьер в стиле «Ар Нуво»

Ч. Макинтош в Англии создает серию знаменитых «чайных комнат» – своего рода простонародных кафе; в Австрии работают О. Вагнер и другие мастера «Старой венской школы»; в России строит и украшает многочисленные особняки и офисы Ф. Шехтель. Отличительной чертой всех этих работ является абсолютное стилевое единство архитектурной основы и вещевого наполнения, но пока что созданное целиком, от конструкций до чашек, одним автором.

Тогда же появились и полностью унифицированные, выполненные «на потоке», мобильные средовые объекты: купе пароходов и поездов, салоны автомобилей. Они делались по одному образцу, но настолько качественно, что вызывали невольное уважение к возможностям художественного конструирования форм среды для массового производства.

Следующим шагом в распространении средового искусства стало творчество архитекторов 1920–1940-х гг., сохранивших непреложность принципов единства пространства и предметного мира среды, но резко сменивших стилистику своих произведений. Отказавшись от кустарности ручного труда в строительном производстве, «архитектурные бунтари» того времени – В. Гропиус, Ле Корбюзье, М. ван дер Роэ, Эль Лисицкий, В. Татлин – обратили обнаженность, лаконизм новых конструкций и материалов в эстетический принцип. Другим стал не только внешний вид их зданий и интерьеров – появилось новое чувство масштаба и масштабности в среде, новое понимание тектоники целого и детали. Но главное – интерьеры новых зданий заполнялись вещами не штучного, «заказного», а массового, «анонимного» изготовления, и их высокое качество сделало комфорт средовых ощущений общедоступным.

Вместе с тем суховатый рационализм средовых объектов той поры, в целом вполне заслуженно завоевавший мировой рынок, несмотря на свою неоспоримую элегантность, не всегда принимался публикой.

Общество ждало от среды не только современного и разумного, но и разного. И архитекторы-дизайнеры 1960-х гг. – «поздний» Ф. Л. Райт, молодые Р. Вентури, Ф. Гери – охотно откликнулись на этот запрос, мало заботясь о соответствии своей творческой продукции чистоте теоретических лозунгов «пионеров» средового дизайна. Тем более, что реально сооруженные средовые модели раннего периода были слишком «архитектурными».

Так, во второй половине XX в. (когда промышленный дизайн уже давно осознал себя самостоятельной ветвью искусства) настал черед «зрелого» средового дизайна. Огромный опыт реального проектирования начал кристаллизоваться в теорию. И первые же исследования показали, что дело не только в первичности синтеза пространства и предметного наполнения (т. е. в средствах проектирования и способах их творческой интерпретации), но и в целях работы. Дизайн среды оказался много универсальнее, гибче архитектуры, так как включил в орбиту художественного осмысления любые формы нашего окружения – от самых, казалось бы, не престижных до вообще «вне-архитектурных», например, праздники и природные комплексы. Шире оказались и эстетические цели средового дизайна: достижение художественного образа стало далеко не главной заботой проектировщиков, понявших, что удобства, эргономические, экологические задачи, общие эмоциональные ощущения ничуть не менее значимы для человека. Формирующаяся теория средового дизайна, начатая в работах Т. Мальдонадо, Л. Кана, А. Пулоса, А. Иконникова, получала постоянное подкрепление в бесчисленных экспериментах проектной практики, искавшей «в натуре» приметы и образы современного стиля среды.

Сегодня в нашем окружении свободно сосуществуют и суховатый, прагматичный модернизм первой половины XX в., и вычурный постмодерн 1970-х гг., и новейшие течения региональных школ дизайна, и «хайтек», все чаще претендующий на роль главного художественного течения нашего времени, и рекламные трюкачества группы «СІТЕ», и ироничные контрасты Х. Холляйна и связанной с ним «Новой венской школы», и экологические по духу и облику, «выросшие из природы» работы Э. Амбаза. Противоречия друг другу, они вместе

активно взаимодействуют, «расшатывая» некогда схожие эстетические установки и предпочтения внешне единого человечества и вырабатывая его новые идеалы.

Для теории дизайна этот процесс очень поучителен: свидетельствуя о безграничных возможностях индивидуального средового творчества, втягивающего в орбиту художественного освоения любые факты и явления жизнеустройства, он показывает также, что фундаментальные принципы формирования даже самых разных по облику и назначению средовых объектов и систем едины.

Эти законы определяют главное свойство, главную характеристику среды – целостность. Но так как в восприятии и оценке средового объекта задействованы все пять подсистем, каждая из которых связана с потребителем по-своему, то следующей отличительной чертой среды является ее комплексность, многофакторность, сложность и строения, и способа воздействия на человека. Отсюда третье свойство средовых систем – динамичность, понимаемая как диалектика взаимодействия постоянно и по-своему изменяющегося состояния разных подсистем среды.

Все слагаемые среды можно условно поделить на три группы, отвечающие, соответственно, на вопросы: из чего она состоит, для чего возникла и из-за чего приобрела именно такой, а не какой-либо другой вид. Первая группа – материально-физические объекты и явления – складывается из элементов и процессов, поддающихся изменению и подсчету; в нее входят:

- пространственная основа среды;
- природные (ландшафтные) компоненты;
- микроклиматические условия;
- предметное наполнение среды;
- инженерное оборудование;
- функционально-технологическое оборудование;
- «нестабильное», эпизодическое или подвижное заполнение пространственной основы (в том числе люди).

Четкой границы между составляющими этой группы нет: оборудование цеха есть часть его предметного наполнения, «малые формы» заводской среды (клумбы, вазы) перекликаются с элементами ландшафтной архитектуры и т. д., но их разделение по «семействам» помогает проектировщику полнее представить задачи и возможности формирования его будущих произведений. Вместе с тем тяготение тех или иных «семейств» к двум главным формам реализации среды – пространственной основе и ее заполнению – очевидно.

Вторая группа – факторы формирования среды, в том числе:

- «прямое» и «косвенное» предназначение, т. е. непосредственная утилитарно-практическая функция объекта и технологические особенности оснащения функционального процесса;
- динамический потенциал среды, ее способность к развитию, совершенствованию, изменению функции или образа;
- «социальный заказ», обуславливающий значимость, необходимость и эмоциональные качества среды;
- показатели эффективности функционирования среды, требования к ее качеству;
- художественная завершенность, гармоничность, выразительность и образность средового решения.

Третья группа – условия и обстоятельства процессов проектирования, становления, существования и трансформации средовых объектов. К ним относятся:

- обстоятельства, которые образуют специфическое для дизайна среды понятие – «контекст», суммирующее параметры и черты окружения объекта проектирования: фактические предпосылки и условия; культурно-бытовая, психологическая подоснова проектирования и функционирования среды, национальные традиции и предпочтения; индивидуальные и коллективные закономерности восприятия среды;
- «субъективные» обстоятельства: профессиональный уровень и творческий потенциал проектировщика, уровень развития теории и практики дизайнерского проектирования, культурная и социальная подготовленность общества и его рядовых граждан к дизайнерским новациям и личному участию в формировании новых видов среды и прочее.

В большинстве случаев эти признаки закодированы уже в самом названии средового объекта, которое подразумевает наглядность, узнаваемость типа. Например, «завод», «цех», «участок» моментально ассоциируются с определенным зрительным образом, иллюстрирующим, соответственно, линейную организацию элементов среды. А уже потом начинается процесс уточнения – через детали объекта – разновидностей типа.

Однако для реального мира нет и не может быть абсолютной, неоспоримой типологической системы его описания. Одна и та же сумма явлений и фактов может быть организована в самые различные типологические ряды в зависимости от того, что станет критерием их классификации. К счастью, «проектная» обусловленность любых ти-

пологических комбинаций среды позволяет ограничить круг главных, наиболее действенных критериев.

Архитектор-дизайнер видит среду как некое единство осуществляемой в ее пределах деятельности с материально-физической конструкцией из вещей и пространств, образующих «рабочее поле» среды. Поэтому при составлении типологических классификаций среды первичными следует считать функционально-пространственные особенности тех видов и форм деятельности, что послужили причиной ее проектирования. Тогда прочие обстоятельства и условия формирования среды будут только уточнять, развивать типологические схемы, построенные на этой базе. Но и в этом случае проявляются две, казалось бы, несопоставимых пары оценок: по пространственному охвату и по технологической или социальной направленности, т. е. по назначению.

Первый тип оценок создает масштабно-пространственную шкалу типологических форм среды, которая начинается с фрагмента помещения (рабочая зона), затем следуют интерьер (участок), система интерьеров (цех), отдельный средовой объект – корпус, двор, дорога и, наконец, средовая система – завод. Потому что очень крупные единицы пространства уже теряют специфику среды, т. е. ситуации, эмоционально и зрительно связанной с потребителем.

Второй тип оценок опирается на давно знакомую проектировщикам «типологию назначений». Здесь функция понимается преимущественно как технология определенного вида деятельности, а пространственные параметры среды диктуются соответствующими технологическими требованиями. Так, различаются: среда производственная, общественных зданий, жилая и т. д.

Для целей практических оба вида оценок объединяют в общую таблицу – типологическую матрицу, где по вертикали рассматривают масштабные характеристики сравниваемых объектов, а по горизонтали – их назначение. И тогда попавший в определенную ячейку таблицы средовой объект становится эталоном, типом данного вида среды, обладающим конкретными показателями строения, характером использования и т. д., которые будут служить проектировщику ориентирами при работе с аналогичными заданиями.

Размер и назначение отнюдь не исчерпывают набор ведущих критериев типологической систематизации в средовом проектировании. Среда как произведение «пространственного искусства» обязательно вызывает у зрителя эмоциональную реакцию – на масштаб,

динамичность конструкции, ее логику, завершенность и т. д. С этих позиций весьма существенна грань между средой так называемых открытых пространств (улиц, дворов, скверов, площадей), где роль «верхнего» ограждения пространственного объема выполняет небосвод, и средой пространств закрытых (комнат, залов, цехов и других помещений) – всего того, что охватывается понятием интерьер. Эти формы среды противостоят друг другу принципиально, целой гаммой условий и факторов проектирования. Они неодинаково воспринимаются зрителем, по-разному связаны с природой (от абсолютного включения до полной изоляции), отличаются не просто назначением, но и ролью функции в формообразовании объекта.

При этом в пределах единого (для зрителя) процесса формирования облика среды профессионал различает три как бы накладывающиеся друг на друга подсистемы, каждая со своей сферой творческих устремлений:

– построение объемно-пространственной структуры среды в целом; эта подсистема ищет те комбинации функционально необходимых пространств и их оснащения, которые вызовут у зрителя ощущение тесноты или простора, замкнутости или свободы, движения или покоя, т. е. закладывает эмоциональный фундамент будущего художественного образа, формируя «первичное» единство художественного и практического, пока с некоторым перевесом утилитарного начала, давшего толчок проектированию;

– сознательное внесение в объемно-пространственную основу композиционной структуры, которая распределяет между элементами среды роли доминант или акцентов художественного целого, дорабатывает, корректирует облик функционально возникших объемов и пространств с позиций эстетических; здесь художественные интересы преобладают, проектировщик видит зрительные формы, образующие среду, прежде всего как элементы композиции, по возможности отвлекаясь от их функциональной основы;

– закрепление облика средового объекта в целостной декоративно-художественной системе индивидуальных зрительных образов (мотивов, тем), которая развивает, обогащает впечатления от «базового» композиционного каркаса за счет «украшения», пластической и декоративной проработки поверхностей его объемов и пространств, уточнения формы, размеров, цвета и количества элементов предметного наполнения. Именно здесь на первый план выходит проблема гармонизации всех ощущений, вызванных средой, и не только зри-

тельных. В ходе этих работ уточняются характер и эффективность эксплуатации среды, повышаются, насколько возможно, условия комфорта и т. д.

Понятие о трех сторонах эстетической конструкции архитектурно-дизайнерского произведения – его объемно-пространственной, композиционной и декоративно-художественной структурах – в дизайне среды имеет особое значение – система элементов предметного наполнения может образовать в среде собственную композиционную структуру, вступив с объемно-пространственной основой в любые «особые» отношения – тесного союза, контраста, даже полного отрицания, если станет главной композиционно-художественной темой целого.

Существуют и другие разновидности дизайнерского проектирования. Например, арт-дизайн, произведения которого специально подчеркивают художественный эффект любых объектов и сооружений, превращая их в «скульптуры», декоративное панно и т. п.

Характерная особенность стайлинга – создание атракционистских форм изделий, способных ошеломить, удивить, завлечь потребителя и заставить его купить представленный товар. Для стайлинга характерна имитация в коммерческих целях художественных приемов и форм изделий, возникших на не свойственной им функциональной, материальной или технической основе. Это, например, пистолет-зажигалка, пудреница-приемник и т. д.

Наконец, начинает формироваться дизайн процессуальный, вносящий эстетическое и даже образное начало в ту или иную функционально обусловленную последовательность действий – за счет «перестановки слагаемых» процесса, направленного оформления его «мизансцен», «режиссерской» трактовки и отдельных фаз и видов этих действий и их системы в целом. Диапазон такого рода объектов неисчерпаем: от «сценария» рабочего дня на производстве до распорядка спортивного праздника, презентации, семейного торжества – всех тех событий, где эстетическое усиливает эмоционально-практический результат.

Подлинный дизайн служит гармоничному человеку, делая его среду обитания более комфортной и рациональной. Важность дизайна можно понять лишь осознавая, что мир вещей обладает силой обратного воздействия на человека и воспитывает нас не только эстетически, но и этически.

1.2. Современные требования, предъявляемые к промышленным изделиям

Процесс проектирования современной техники представляет собой весьма сложный комплекс факторов, связанных, с одной стороны, технико-экономическими инженерными требованиями, с другой – требованиями человека.

Последние требования можно свести к основным четырем группам:

- а) требования безопасности;
- б) эргономические требования;
- в) физиологические требования;
- г) художественные требования.

Резкого разграничения между этими группами требований нет. Ряд проблем решается комплексно с привлечением отдельных специалистов.

Учитывая все это, можно выделить основные группы требований, которые предъявляются к современному промышленному оборудованию:

1. Функциональные требования (вид обработки, конструкторские, технические, требования точности и т. д.).

2. Экономические требования (минимальная стоимость примененных машиностроительных материалов), которые в общем случае предусматривают создание оптимальных условий труда для человека в производственном или бытовом процессе.

3. Эргономические требования (требования удобств и безопасности работы).

4. Художественно-конструкторские или эстетические требования (пропорции, масштабность и т. д.).

5. Социальные, которые подразумевают формирование оборудования соответственно общественным потребностям человека, создание на этой основе оптимального ассортимента и номенклатуры изделий. Эти требования учитывают необходимость экономии материальных затрат, увеличение общественной производительности труда, целесообразное использование материалов, обеспечение конкурентоспособности на международном рынке.

6. Утилитарные, которые определяются степенью полезности товаров, проявляемой в процессе их потребления человеком. Они зависят от вида, назначения и характера потребления свойств изделий.

7. Эстетические требования, которые предполагают соответствие изделия общественным эстетическим идеалам, сложившемуся стилевому направлению, вкусам и моде.

1.3. Основные направления развития дизайна. Исторический обзор

Корни дизайна уходят в далекую глубь веков и тысячелетий. Труд и искусство первобытного человека были неотделимы и представляли собой единый жизненный процесс. Украшения для него имели глубокий практический смысл. Они были так же утилитарны, как сам предмет, и различия между красотой и пользой не существовало (рис. 1.4). Последнее проявляется при свободном труде ремесленника по мере развития товарных отношений.

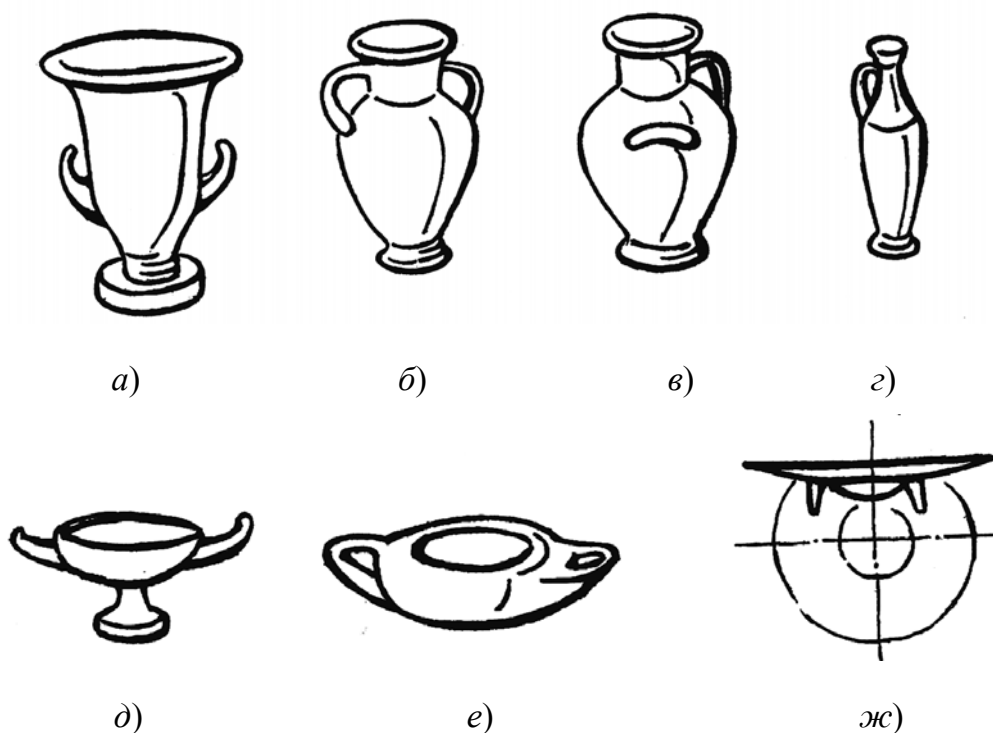


Рис. 1.4. Бытовая керамика Древней Греции:
а – кратер; б – амфора; в – гидрия; г – лекиф; д – килик;
е – масляный светильник; ж – тарелка для рыбы

Дизайн, его история неразрывно связаны с развитием вещественного наполнения среды жизнедеятельности, историей науки и техники. Отметим наиболее характерные открытия и изобретения. Замечательным событием было изобретение в мезолите (средний каменный век – около

10–5 тыс. лет до н. э.) лука и стрел. Они не только оставались основным видом оружия вплоть до XIX в., с помощью лука сверлили, на его основе делали музыкальные инструменты. Величайшим изобретением стало изобретение колеса и изготовление повозок (около 4 тыс. лет до н. э.). Показательно, что они появились при переходе от кочевого образа жизни к оседлому. Человек стал засеивать поля, разводить скот, строить большие поселения, началась торговля зерном, камнем, лесом. Возникла необходимость перемещать значительные тяжести на большие расстояния. Со временем колесо легло в основу гончарного круга, мельницы, водяного колеса. Многие из окружающих нас бытовых вещей существовали уже в Древнем Египте за 2 тыс. лет до н. э. (рис. 1.5).

Европейская культура имеет в своей основе античное происхождение и, прежде всего, греческие корни. Многие открытия и изобретения, опередившие Европу на столетия, были сделаны в Китае. Документально установлено, что уже в 105 г. н. э. Цай Лунь показал китайскому императору Хэ-ди первый лист писчей бумаги из растительного сырья. Цай придумал делать бумажную кашицу из коры, метелок конопли и рваных рыболовных сетей. Бумага из растительного сырья была гораздо дешевле бумаги, которую делали из волокон шелковых тканей ранее.

В период средневековья (конец V – середина XVII в.) при ограниченном развитии товарного производства труд ремесленника поднимается до уровня искусства: задуманное он производит сам. В этот период (XI–XII вв.) происходит расширение изобретений водяных мельниц: мельницы приводят в движение кузнечные молоты, пилы, их используют для растирания красок, волочения проволоки и даже как привод токарных станков. Но в средневековой цеховой организации ремесла, еще сохранявшей индивидуальность продукции, уже выявляется эстетическая неравнозначность труда. Духовное производство обособляется от материального, искусство – от полезной деятельности, чему способствовало в основном обособление индивидуумов как независимых товаропроизводителей в силу разделения труда.

Очень важную роль в развитии техники средних веков сыграли механические часы. Первый часовой механизм изобретен в Китае еще в 723 г., он приводился в движение водой. В Европе в XIII в. часы уже существовали. В частности, башенные часы с одной часовой стрелкой были установлены в лондонском Вестминстере в 1288 г. Пружинные часы были изобретены в 1450 г., к концу XV в. в употребление вошли переносные пружинные часы.



Рис. 1.5. Многие типы мебели и бытовых вещей Древнего Египта:
а – ложе; *б* – раскладная кровать и детали «укрепления» мебели;
в – опора для головы; *г* – раскладное сидение; *д* – туалетная шкатулка;
е – табурет с седловидным сидением; *ж* – бронзовое зеркало

С возникновением мануфактуры свободный ремесленник превратился в наемного рабочего. Его труд, оставаясь еще ручным, использовался уже для выполнения отдельной операции. Предмет в целом, ко-

торый раньше воплощался непосредственно по замыслу, теперь мог быть создан лишь в эскизе (проект). Создание эскиза (проектирование) в мануфактурный период не опирается на науку, а является самостоятельным видом искусства – графики, скульптуры, живописи. Если раньше художник создавал форму, например мебели, по образцу, воплощенному ремесленником, то теперь столяр из творца превратился в исполнителя замысла художника. Из созидательного утилитарное производство превращается в подражательное тиражирование. Целью производственника становится не создание новых предметов, а увеличение количества существующих, с тем чтобы побить в конкуренции свободных ремесленников. Это удавалось ему за счет снижения цены продукта, а то, что качество его снижалось, производителя интересовало мало.

В эпоху раннего капитализма отрыв производства от искусства еще больше увеличивается. Красота не дает выгоды производству и изгоняется из промышленности. Искусство сохраняется лишь в узкой сфере производства бытовых предметов и превращается в особый вид – прикладное. Возникнув на базе художественного ремесла в эпоху Возрождения как результат противоположности утилитарной и эстетической деятельности, прикладное искусство по мере развития капитализма все больше проявляло подражательный характер и отходило от свободного искусства, которое в свою очередь все больше отрывалось от материального производства.

По мере развития машинного производства в капиталистическую эпоху оказался не у дел и художник-прикладник. Эскизы, которые раньше создавались для ремесленного мануфактурного производства, для машины явились непригодными. Произошел конфликт между техникой и прикладным искусством, и художнику потребовалось длительное время, чтобы освоиться с машинным производством. Упадок промышленных форм, так же как и архитектурных, особенно отмечается в XIX в., когда машина «гнала» на рынок товары без участия в их создании художника. И особенно это проявлялось в изделиях, функция которых была новой или которые не имели прототипов ремесленного или мануфактурного производства. Разрыв между утилитарным производством и искусством достиг своего предела.

Эстетическое освоение продуктов машинного производства началось с прикладного искусства, которое в художественную часть вносилось с помощью ручного труда к готовой утилитарной основе предметов, созданных машиной. Но и это освоение шло лишь через

часть бытовых вещей. Большинство же машинной продукции выступало в чисто утилитарном виде, отождествляемом с безобразностью, так как ручное украшение сдерживало производство, что не входило в расчеты производителей.

Эстетическое освоение продуктов машинного производства на этом не закончилось. Так как ручная художественная доработка вещей тормозила развитие производства, то в конце XIX – начале XX в. делается попытка производить украшения машинным способом. Но это не преодолело эклектики, так как украшательство по-прежнему было только внешним по отношению к утилитарной основе, хотя и стало изготавливаться производительным способом. Наряду с прикладным искусством в XX в. рождается новая форма художественного творчества в промышленности – художественное конструирование, появление которого было обусловлено различными условиями и целями.

Одним из первых художников-конструкторов в промышленности был П. Беренс, которого германская Всеобщая компания электричества в 1907 г. пригласила для улучшения внешнего вида продукции.

Важным явлением в становлении художественного конструирования и дизайна явилась деятельность германского «Баухауза» и русских производственников и конструктивистов (1918–1930 гг.).

Школа «Баухауз» была создана в 1919 г. немецким архитектором В. Гропиусом, который разработал единую систему образования для художников-конструкторов. Баухаузовцы проектировали для промышленности, и некоторые проекты были внедрены, хотя в целом их практическая деятельность не оказала влияния на производство. Баухаузовцы стремились соединить искусство с промышленностью, создать целостную художественную среду в результате воспитания универсально развитого человека, выступающего независимым индивидуумом в промышленности. На рис. 1.6 и 1.7 приведены разработки дизайнеров школы «Баухауз».

Началом развития художественного конструирования в СССР можно считать 25 декабря 1920 г., когда Постановлением Народных Комиссаров были учреждены Высшие Государственные Технические Мастерские (ВХУТЕМАС). В постановлении указывалось, что это «...специальное художественное высшее техническо-промышленное учебное заведение, имеющее целью подготовить художников-мастеров высшей квалификации для промышленности, а также инструкторов и руководителей для профессионально-технического образования». В 1926 г. ВХУТЕМАС был переименован в Высший художественно-

технический институт (ВХУТЕИН). Уже в начале 20-х гг. во ВХУТЕМАСе создаются проекты функционально новой мебели (складируемой, трансформируемой). Хотя эти проекты и не были внедрены из-за отсутствия производственной базы, они показали новые принципы организации быта. Большой вклад в процесс обучения внес М. Р. Родченко, который был профессором металлообрабатывающего факультета ВХУТЕМАСа в период с 1922 по 1930 г. Совместно со своими учениками он разработал ряд оригинальных и рациональных конструкций (рис. 1.8–1.10).



а)



б)

Рис. 1.6. Разработки дизайнеров школы «Баухауз»: а – электрические чайники типа китайский фонарик с восьмигранным основанием; б – каплевидной формы с круглым основанием

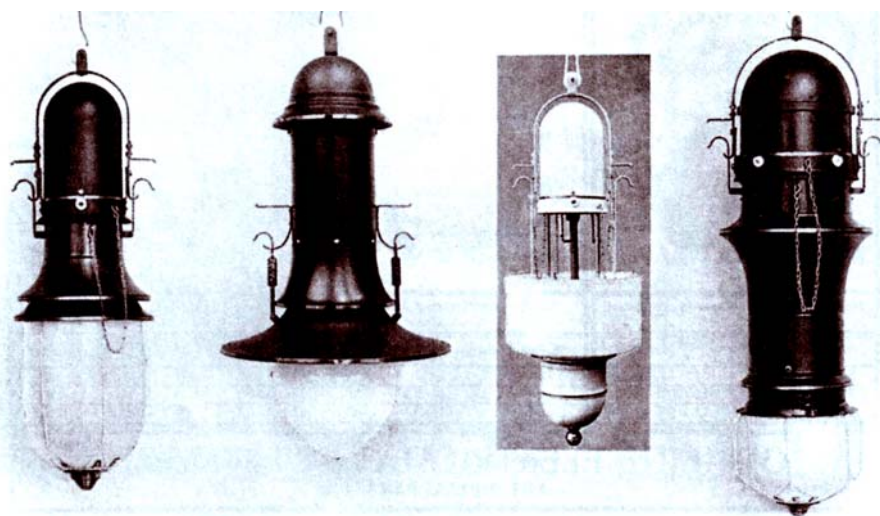
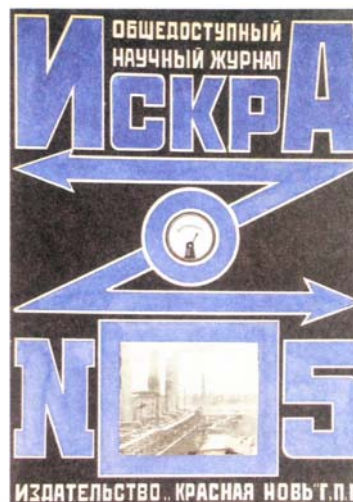


Рис. 1.7. Дуговые электролампы АЭГ (дизайнерская школа «Баухауз»)



а)

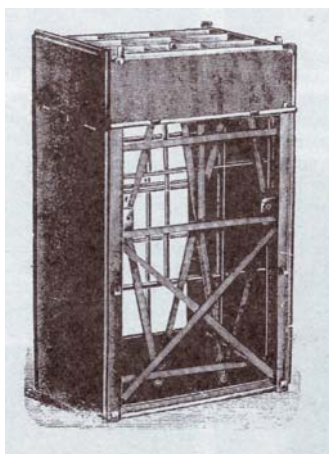


б)

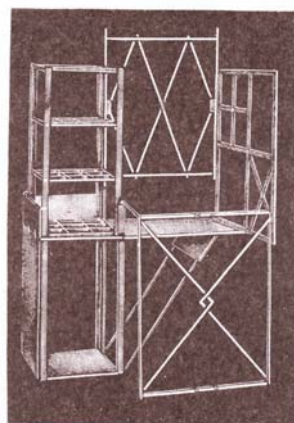


в)

Рис. 1.8. Эскизы обложек журналов 1926 г., разработанные студентом З. Быковым; проект вывески мастерских, разработанный профессором А. Родченко:
а, б – «Металлист» и «Искра»; в – «ВхутемаС»



а)

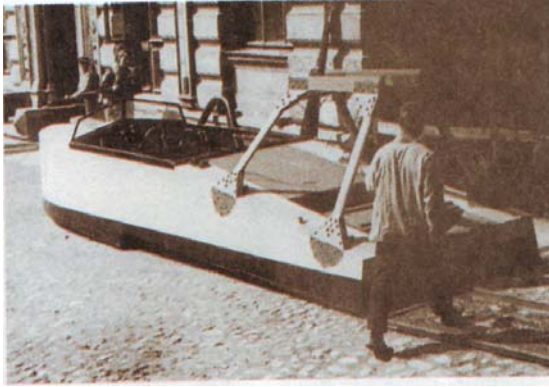


б)

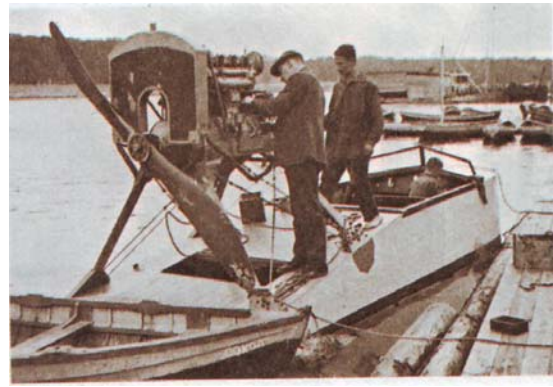


в)

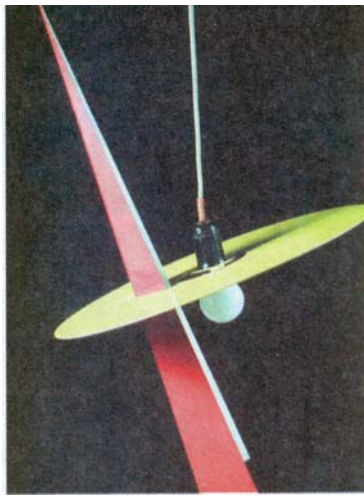
Рис. 1.9. Примеры конструктивизма:
а, б – раскладная полка для книг, разработанная студентом З. Быковым, 1923 г.; в – проект элемента оборудования рабочих клубов, разработанный студентами ВХУТЕМАСа



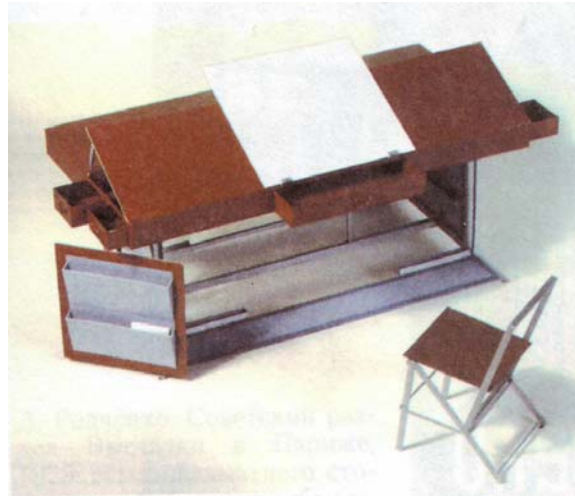
а)



б)



в)



г)

Рис. 1.10. Курсовые проекты студентов ВХУТЕМАСа:
а, б – семиместного глссера студента В. Мещерина, 1929 г.;
в – абажура-отражателя с регулировкой наклона диска
отражателя студента З. Быкова, 1924 г.; г – универсального
трансформируемого стола И. Морозова, 1926 г.

Первыми, еще до Второй мировой войны, подхватили эстафету дизайнерских представлений практичные американцы, активно внедрившие их в деятельность своих фирм и компаний, что позволило резко увеличить выпуск, качество и объем продаж различных потребительских товаров. С этим процессом тесно связаны имена Р. Лоуи, Ч. Имза, Б. Геддза, представлявших заокеанский дизайн на всех этапах его развития. В период между мировыми войнами, и особенно во второй половине столетия, эти представления и методы взяли на вооружение сначала европейская, а затем японская промышленность. И произошло неожиданное – общий для 30–50-х гг. XX в. «усредненный» мировой стиль произведений дизайна, по преимуществу под-

черкнуто рациональный, с 1960-х гг. сменился калейдоскопом региональных местных течений, зачастую весьма далеких от разумной функциональности.

И опять первыми были американские дизайнеры, быстро понявшие, что для массового покупателя не обязательно коренное изменение технологического принципа или конструкции нового потребительского товара – чтобы привлечь его, часто хватает небольшой модернизации внешних признаков: расцветки, надписей, отдельных деталей. Так появился «стайлинг» – чисто оформительское движение, создавшее иллюзию перемен при отсутствии истинных изменений в реальных дизайнерских разработках (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Модернизация в стиле «стайлинг»:
а – автомобиля; б – станка

Иначе подошли к проблеме завоевания рынка в Италии, обладавшей бесценным опытом ремесленного формирования облика предметной среды. Воспитанный тысячелетней историей этой страны, художественный вкус привел ее дизайнеров к принципиально новому пути исканий – экспериментальному переосмыслению, искажению, экстравагантному соединению уже привычных форм. Достижения итальянского авангарда – А. Мендини, Соттасса, Л. Колани – были тут же подхвачены и по-своему внедрены в других странах – началась череда самых неожиданных экспериментов – и художественных, и технических, и функциональных. Но чаще, скорее, формальных, довольно далеких от исходного принципа «полезное должно стать прекрасным», стало казаться достаточным, если оно просто выглядит странно и непривычно и лишь бы было замечено в том море вещей и предложений, которое затопило торговлю. А море это действительно безбрежно.

Даже беглый перебор вещей, товаров, услуг, средовых ситуаций, которые предлагает сегодня человеку дизайн, показывает, что его влияние сказывается буквально на всех сферах нашей деятельности. Теория делит практически неохватный мир «большого дизайна» на несколько более представимых «малых дизайнов», специализирующихся в какой-либо одной области.

Все многообразие предметного мира условно может быть подразделено на два типа. Первый тип – те изделия, которые существовали испокон веков. В основном они служили и сегодня служат для удовлетворения извечных потребностей человека.

Второй тип – те, что возникли в результате изобретений и научных открытий. Чаще всего им присущи совершенно новые (средства связи, бытовая техника, новые транспортные средства и т. д.) или ранее выполнявшиеся на примитивном уровне функции.

Глава 2

ЕДИНСТВО ФОРМЫ И СОДЕРЖАНИЯ В ТЕХНИКЕ

2.1. Понятие содержания и формы в технике. Взаимосвязь функции, конструкции и формы промышленных изделий

Философия определяет содержание как основу, главную сторону предмета, определяющую его качественную сторону. Форма же – это способ существования определенного содержания.

Как было отмечено раньше, к любой машине, технологической системе могут быть предъявлены различные требования: функциональные (вид обработки, требования точности, конструкторские требования и др.), экономические (минимальная стоимость примененных машиностроительных материалов), эргономические требования удобств и техники безопасности, художественно-конструкторские (пропорции, масштабность, цельность внешнего вида и т. д.). Вся сумма свойств может быть названа содержанием машины.

Всю сумму требований к машине, облекшуюся в металл, дерево, пластмассу, стекло, внешний вид машины, ее кинематическую, электрическую, гидравлическую схемы – все это можно назвать овеществленным содержанием данной машины, или же формой.

Форма в технике – это та пространственная структура, которую принимают предметы конкретной художественно-конструкторской разработки и без которой невозможно выявление его содержания и прежде всего полное проявление его функции.

Казалось бы, что тезис о неразрывности связи формы и функции машины не вызывает сомнений. Однако, в зависимости от того, как решена проблема соотношения формы и функции, художник-конструктор будет принадлежать к различным направлениям художественного конструирования:

- а) функционализму (конструктивизму);
- б) техницизму;
- в) формализму;
- г) диалектическому направлению.

Функционализм, как правило, исходит из концепции «чистой» функции, проповедует «жесткий» аскетизм формы, который никак нельзя смешивать с лаконизмом и простотой, с достижением целостности благодаря композиционному обобщению. Работы этого направления обладают и еще одной особенностью, которая почти всегда дает о себе знать в форме, это прежде всего потеря формой характера, утрата образности вещи. Функционалист ищет характер вещи в ее особой бесхарактерности, в какой-то особой отрешенности образа. Чем более удастся ему этого достигнуть, тем выше оценивается форма. Функционалисты на первый план выдвигают функциональное назначение предмета. Вот, например, как смотрит на соотношение формы и функции английский дизайнер Ф. Эшфорд: «По существу работа большинства изделий не зависит от качества отделки и формы, лишь бы она (форма) минимально отвечала требованиям функциональности».

Но подобные функциональные схемы, лишенные эмоциональной выразительности, являются в такой же мере и схемами конструктивными. Это как бы тени вещей без плоти и крови.

Довольно распространенным направлением в формообразовании является техницизм, который проявляется как стремление решать только технические задачи.

Техницизм имеет различные окраски. В некоторых случаях, особенно в решениях станков и машин, некоторые художники-конструкторы, особенно зарубежные, стараются умышленно подчеркнуть, иногда даже утрировать, обострить конструкцию машины, как бы говоря этим самым: техника должна оставаться техникой, и ничто эмоциональное не должно сюда быть привнесено.

Если в работах функционалистов, как правило, превалирует какая-то особая подчеркнутая сухость формы, как бы перенесенной в жертву функции, любованию ее аскетизмом, то в работах формалистического направления мы встречаемся с другой тенденцией. Форма здесь выступает как самостоятельное явление, она «свободна» и не зависит от связей между формой и функцией, формой и конструкцией, формой и материалом и т. д. Форма выходит на первый план, и все помыслы художника-конструктора заняты лишь ею. Главным для работы такого дизайнера является броскость формы, ее особая экстравагантность и постоянная новизна, возводимая в некий культ.

Разновидностью формализма является стайлинг. Для художников-конструкторов этого направления характерно то, что, работая лишь над формой изделия, они делают все, чтобы любой ценой привлечь покупателя. Это чисто коммерческий подход к художественному конструированию, основанный на придании внешней красоты и привлекательности формы изделий.

Общность всех этих направлений – функционализма, техницизма и формализма – заключена в том, что во всех случаях функция и конструкция не находят своего правдивого выражения в форме, таким образом, можно обнаружить разрыв между содержанием и формой.

В реальной же действительности не существует такого положения, когда данная техническая конструкция вызывает лишь одно формальное решение. И нельзя согласиться с такой точкой зрения функционализма, что функционально-целесообразная вещь сама «рождает эстетику». Необходимо помнить, что проектируется в первую очередь не форма, а изделие, его элементы, их взаимосвязь и взаиморасположение, но при этом необходимо помнить, что нельзя отрывать форму от содержания предмета. Если говорить об органической связи функции, конструкции и формы изделия, то для лучших решений характерно не простое достижение определенного уровня удобств, решение функциональной задачи вообще, а скрупулезное прослеживание всех особенностей функционирования изделия с проработкой мельчайших деталей. В этом случае как бы не существует главных и второстепенных функциональных вопросов. Если речь идет о возможности хотя бы малейшего совершенствования функции и конструкции, то художник-конструктор самым внимательным образом ищет пути усовершенствования изделия в конструкции и форме.

Задача художника-конструктора состоит в том, чтобы, используя средства эргономики, композиции и совместно с конструктором,

найти психологически допустимые элементы красоты производственного интерьера (оборудования, рабочего места, помещения), чтобы красота не отвлекала рабочего от труда, а давала ему разрядку от психоэмоциональной напряженности, поддерживала высокую работоспособность, ясность внимания и снимала усталость (рис. 2.1).

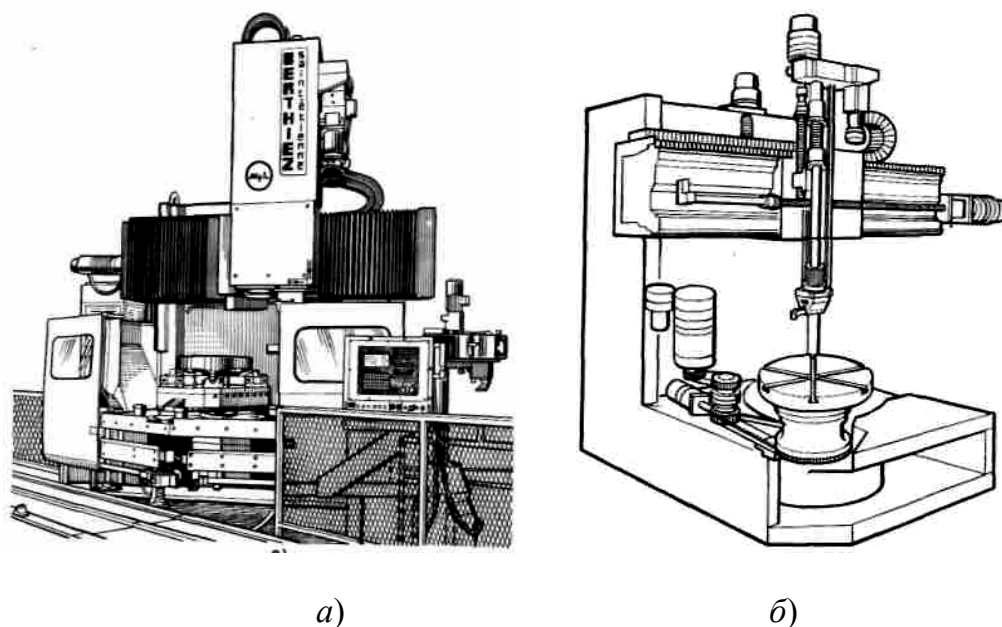


Рис. 2.1. Техническая конструкция и ее форма:
а – общий вид станка; б – его конструктивная основа

2.2. Основные требования единства форм

В художественном конструировании сформулированы основные требования единства форм современных машин:

1. Всякая машина должна быть законченным целым, упорядоченным и не содержащим элементов или частей, противоречащих ее функциональному назначению и технико-экономической основе.

2. Система построения машины как завершенного целого должна основываться на взаимоотношении главного и второстепенного.

3. Создать машину как подлинно гармоничное архитектурное произведение – значит найти единство между главным и второстепенным, между целым и частью, между различными частями машин, а также внутри каждой части.

4. Проблема единства машины как отдельного объекта должна быть взаимосвязана с проблемой единства машины и окружающей рабочей среды.

Следуя сформулированным положениям, форма машины строится так, чтобы в процессе восприятия постепенно раскрывалась ее внутренняя логика, ее объемно-пространственная структура. Отсутствие внутренней логики, четкости и ясности распределения масс препятствует построению целостного образа машины, снижает точность восприятия частей и элементов, а также всей машины в соответствии с требованиями единства формы, позволяет повысить эффективность действий оператора при приеме и переработке информации, связанной с управлением технологических процессов.

Большое влияние на формообразование промышленных изделий оказывает:

1. Общий технический уровень развития техники, соответствующий данному времени.
2. Вид контакта человека с изделием.
3. Материалы и методы их обработки.
4. Эстетичный стиль данной эпохи.
5. Личный вкус и интуиция художника-конструктора.

Для того чтобы форма изделия положительно воздействовала на чувства человека, она должна обладать следующими особенностями:

- силой зрительного воздействия, способностью вызвать ассоциации;
- гармонией линий и красок;
- способностью вызвать у человека воспоминания, представления;
- целостностью изделия, т. е. соизмеримостью и взаимозависимостью всех частей изделия.

2.3. Тенденции формообразования технологических систем. Эволюция форм в технике

Образное мышление человека наложило свой отпечаток на эволюцию форм окружающей предметной среды. Не случайно наблюдается ярко выраженная общность во времени форм архитектурных, изделий декоративно-прикладного характера, принципов оформления книг, машинных форм и т. д. Интересно проследить хотя бы пунктирно в технике эволюционные переходы открытых форм в закрытые формы и обратно. Станки первого тысячелетия были голыми кинематическими схемами или, говоря современной терминологией, характеризовались открытой формой. Станки из металла мануфактурного порядка сделали первый шаг в сторону от открытой формы к частич-

но закрытой. В соответствии с образным строем мышления эпохи станок покрывался вязью украшений, и любая крупная рационализация должна была учитывать это явление – формы новых пристраиваемых узлов и механизмов подвергались предварительно стилизации. Формы станков этой эпохи не могли уже считаться полностью открытыми.

В металлорежущих станках конца XIX – начала XX в. отдельные кинематические участки в целях защиты механизмов и отчасти безопасности рабочих стали закрываться кожухами. В рамках отдельного станка это можно было рассматривать как шаг к закрытой форме. Но переход от индивидуального (и чаще ручного) привода к единому цеховому приводу привел к тому, что человек оказался по сути дела внутри одного огромного кинематического механизма – вокруг него в сотнях направлений со шкива на шкив неслись маслянисто-кожаные ремни приводов.

Повышенная точность исполнения механизмов станка, возросшие требования безопасности обслуживающего персонала и, наконец, массовое внедрение индивидуального электропривода в 20–30 гг. прошлого столетия привели к тому, что формы станков и технологического оборудования стали приобретать все большую монолитность, четко очерчиваемую большими плоскостями кожухов.

Мы сейчас живем в годы закрытых форм и в художественном конструировании, как правило, мыслим категориями закрытых форм.

Дальнейшее развитие автоматизации механической обработки привело к отделению самой механической обработки от процессов управления. Управление станками сосредоточено в специальной операторской части рабочей зоны (участка, цеха) с предельно комфортными условиями обслуживания.

На рис. 2.2–2.4 представлена эволюция формообразования промышленных изделий, таких как часы и металлорежущие станки.

История часов чрезвычайно поучительна не только для историков и искусствоведов, но и для художников-конструкторов и инженеров, работающих в различной области техники. Часовая промышленность сегодня подошла к принципиально новому этапу развития – с одной стороны, здесь развивается естественное стремление к новым формам, в которых должны найти отражение и новые принципы работы механизма, и новые материалы; с другой стороны, заметна не менее активная тенденция возрождения старины – ампира и даже барокко, облаченных в современные материалы.

Композиция часов начала XV в., которые показаны на рис. 2.2, *а*, развивается в полном соответствии с канонами готики. Здесь и готические аркбутаны, и характерные переходы от нижних ярусов к структурно усложняющемуся верху, и замысловатые венчания шпилей. Такова богатейшая декорация, не имеющая к часам как механизму, в сущности, никакого отношения: часы всего лишь повод для пышной композиции. Но, конечно, не всегда форма часов развивалась в отрыве от их механизма. На рис. 2.2, *б* представлены часы конца XVI в. (Германия), они тоже облачены в готическую форму, однако здесь создатель часов в гораздо большей мере связывает форму с конструкцией. В металлическую чашку верхнего яруса каждый час ударял молоточек, оповещая о времени. Конечно, и в данном случае сложная пространственная композиция не столь уж обусловлена механизмом, но прямые подражания (модельно уменьшенное воспроизведение готической архитектуры) все-таки отсутствуют. Это прежде всего часы, а форма воссоздает, скорее, художественный образ готики.

Распространение часов во всех слоях общества дифференцировало их формы в зависимости от социальной и профессиональной принадлежности владельца. На рис. 2.2 представлены часы торговца с изображением весов на массивной крышке; часы в виде черепа, принадлежащие монаху и напоминавшие о бренности земной жизни (рис. 2.2, *в*); часики в изящном медальоне или драгоценном браслете – украшение светской дамы (рис. 2.2, *г*); несколько астрономических приборов, мастерски объединенных с часами в единую композицию, – это часы-прибор ученого (рис. 2.2, *д*). Несмотря на то что механические часы уже давно завоевали признание, солнечные часы продолжали служить еще долгое время, совершенствуясь и приобретая новые черты, которые не знало средневековье. На рис. 2.2, *е* – небольшие солнечные часы (высота их всего 13,5 см), совершенный по тому времени прибор. Мастер находит скромные декоративные детали, делающие его пластичным и выразительным.

А как отличаются от них ренессансные часы со скульптурой, поддерживающей корпус. В эпоху Ренессанса часы со скульптурой становятся почти обязательным атрибутом композиции часов, однако сами часы служат главным элементом большей частью строго симметричной композиции. Таковы часы XVI в. (рис. 2.2, *ж*) со сложным силуэтом и переходом от подставки основания через человеческую фигуру к развитой декоративной верхней части композиции. Роскошный корпус, усыпанный драгоценными камнями и украшенный тончайшим

ювелирным орнаментом, – таковы часы-драгоценность, принадлежавшая аристократу (рис. 2.2, з). Уникальны по своей технической сложности часы-хронометр священнослужителя (рис. 2.2, и), механизм которого встроен в золотой крест, закрывающийся крышкой.

В эпоху барокко господствует уже новый принцип: сами часы чаще всего лишь повод, атрибут богатейшей композиции. Фантазия художника целиком направлена на создание впечатляющей скульптурной декорации. Если же часы и остаются в центре композиции (рис. 2.2, к), то, скорее всего, формально – ведь нужно же водрузить что-то значительное на спину золоченого быка.

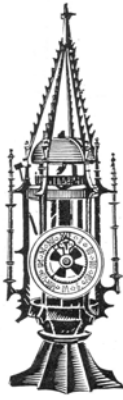
Рококо с его затейливой игрой, переходящей в манерность формы, тоже не обошло стороной часы. Причудливые дворцовые настенные часы в стиле рококо – это композиция «декоративного пятна» (рис. 2.2, л), предназначенного дополнять скульптурные украшения дворцового зала.

Эпоха классицизма дала немало примеров своего отношения к часам. Насыщенная игра теней и бликов на золоченой бронзе богатой драпировкой одежды, свободная и легкая композиция с традиционным амуром, строгая и четкая ось пьедестала, концентрирующая внимание на часах, – типичные часы эпохи классицизма (рис. 2.2, м). Зачастую форма выражает стремление к философской трактовке: создаваемые художником образы связаны с быстротечностью, неуловимостью времени. Таковы французские часы начала XIX в., вкомпонованные в колесо быстронесущейся колесницы (рис. 2.2, н). Или часы-ваза с оригинальным отсчетом времени на двух вращающихся дисках и змеей, жало которой служит стрелкой (рис. 2.2, о).

За более четырех с половиной столетий существования механических часов отношение к форме часов не раз менялось, но некоторые тенденции формообразования дожили до нашего времени. Так, параллельно с основной функцией часов как точного механизма измерения времени начинает все более выделяться в самостоятельную функцию еще одна – служить органичным компонентом интерьера, а иной раз даже его композиционным и смысловым центром. Что касается характера связи формы и конструкции, то она по-своему проявляется в различных вещах. Механизм часов – это законченное конструктивное целое, в известной мере независимое от защитной оболочки. Поэтому форма часов далеко не столь жестко определяется конструкцией механизма, как, скажем, форма металлорежущего станка (рис. 2.3).



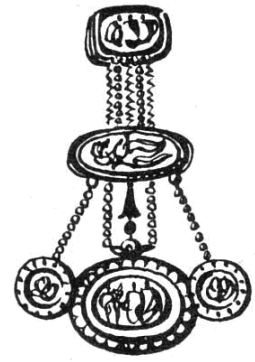
а)



б)



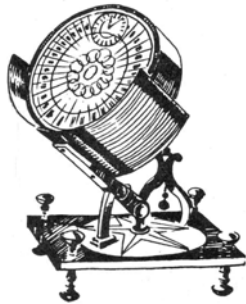
в)



г)



д)



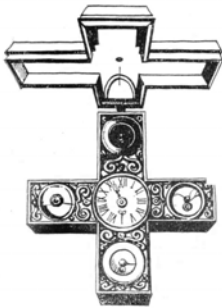
е)



ж)



з)



и)



к)



л)



м)



н)



о)

Рис. 2.2. Эволюция форм часов



Рис. 2.3. Эволюция форм промышленного оборудования в контексте с условиями

Для объемно-пространственной структуры станков XV–XVII вв. и даже более позднего времени, вплоть до первой половины XIX в., характерно полное или почти полное раскрытие механизма (рис. 2.4, *a–u*). Несущая основа станка, большей частью деревянная, была легкой – небольшие нагрузки не требовали особой жесткости. Таков, например, токарно-винторезный станок 1569 г. (рис. 2.4, *a*), описанный французским математиком и механиком того времени Жаком Бессоном. Нашему современнику конструкция этого станка может показаться примитивной (обрабатываемая деталь приводится во вращение с помощью веревки, но для своего времени она остроумна и по-настоящему красива. Понятия «конструкция» и «форма» здесь синонимы: это легкая деревянная конструкция, которая была лишена каких бы то ни было украшений и рациональна в лучшем смысле слова.

Станок исправно выполнял свою основную функцию, и мастер-ремесленник был вполне удовлетворен, а если принимался за его усовершенствование, то лишь для того, чтобы облегчить труд и сделать его более производительным. Судя по высказываниям крупных механиков прошлого, само понятие «форма станка» если и употреблялось ими, то отнюдь не в этическом плане, но, что весьма показательно, в связи с попытками добиться более рациональной компоновки, большей компактности станка, и тем не менее эта открытая структура была подлинно красива.

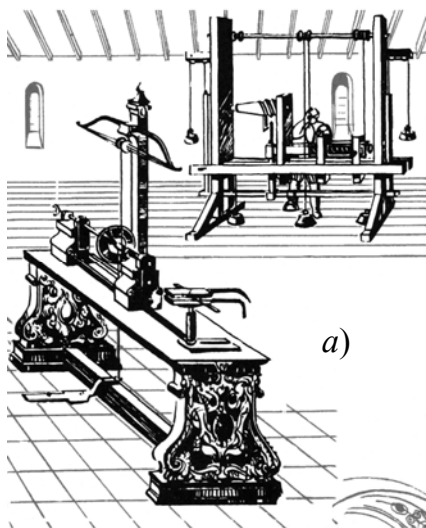
Токарный станок с копиром XVII в. изображен на рис. 2.4, *б, в*. По сравнению с более ранними станками это был довольно сложный механизм. Обрабатываемая деталь здесь вращалась с помощью пружинящей тетивы лука, закрепленного под потолком, и ритмичного нажима ноги токаря на педаль. Форма эта ничему не подражает и ни с чем не ассоциируется. Может быть, слишком утилитарной считалась функция, чтобы уделять особое внимание форме? А может быть, у создателя станка не возникало аналогий, не находилось пробразов? Новая конструкция не была похожа на что-либо в прошлом, и организация формы просто следовала за конструктивным решением.

Отношение к форме станка начало меняться гораздо позже, в XVIII в., когда она стала осознаваться как таковая и, следовательно, вызывать интерес и в эстетическом плане. Одной из причин этого явилось, по-видимому, новое использование станка. Дело в том, что работа на станке, особенно точение различных украшений, становится развлечением, своего рода хобби богатых людей, даже коронован-

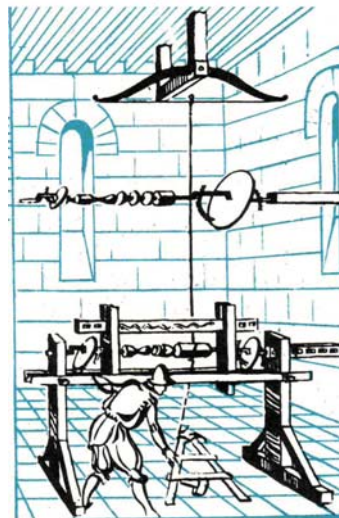
ных особ. Станок в мастерской аристократа, конечно, не мог копировать утилитарную форму станка ремесленника – у аристократии свои эстетические представления. Затеяливо декорировалась деревянная станина, где богатая резьба сочеталась с накладными металлическими украшениями. Не менее тщательно орнаментировались и многие рабочие элементы – всевозможные рукоятки, зажимы, барашки, опорные стойки, резцедержатели и т. п. Таковы станки российского машиностроителя А. К. Нартова. Его конструкции интересны не только выдающимися для своего времени техническими приемами решения задачи, но и высокой художественной культурой. Изящны формообразующие линии станка, представленного на рис. 2.4, д, изысканны его детали и резьба.

Разумеется, и в XVII в. подавляющее большинство станков продолжало создаваться для производства, а не для забавы. Такие «рабочие» станки были лишены специального декора, а украшения если и появлялись, то носили весьма скромный, подчиненный характер. Но это не значит, что «рабочие» станки не обладали эстетическими достоинствами. Многие из них демонстрируют высокую эстетическую культуру, свидетельствуя о тонком художественном вкусе мастеров прошлого и внимании, с которым они относились к работе каждой детали конструкции. Маленький токарный станок часовщика-ремесленника – пример именно такого подхода к форме (рис. 2.4, з).

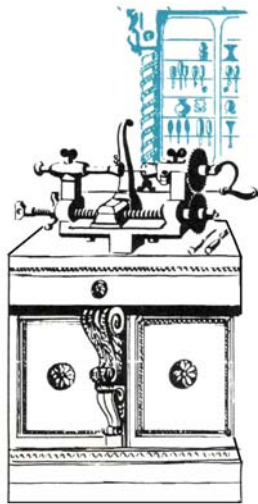
В конце XVIII в., в эпоху промышленной революции, начинает быстро развиваться машинное производство. Совершенствуются и усложняются механизмы, станки все более специализируются. Приходит конец эпохе ремесленного изготовления станков, меняется и отношение к их облику. Если ремесленный мастер так или иначе вкладывал в каждый создаваемый им станок хоть какую-то долю своего отношения к форме, то с возникновением обезличенного «серийного» по тому времени производства станков индивидуальный характер их формы полностью исчезает. Металл как конструкционный материал вытесняет дерево. Литые станины технизировали всю объемно-пространственную структуру. В оформлении каждого отдельного станка теперь не видели ни необходимости, ни возможности: владелец завода был заинтересован лишь в том, чтобы выпускалось как можно больше дешевых в производстве станков.



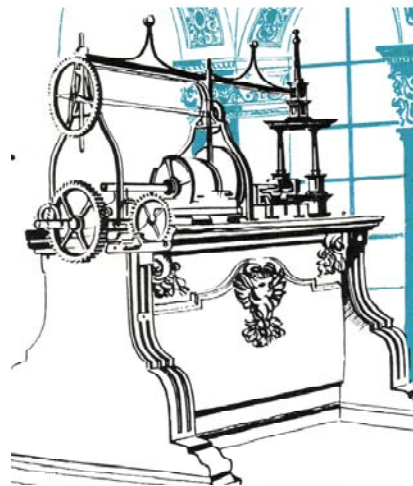
a)



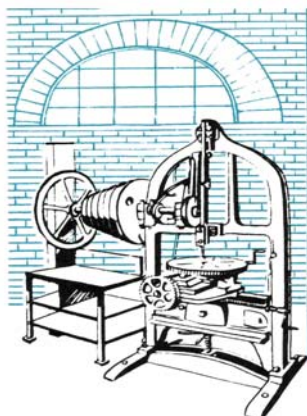
б)



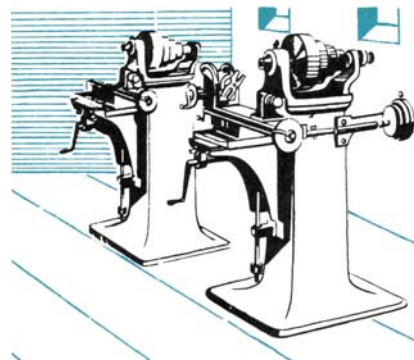
в)



г)

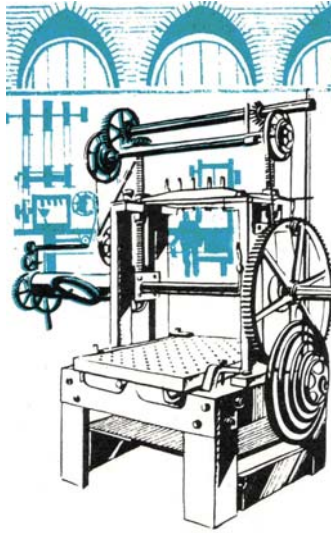


д)

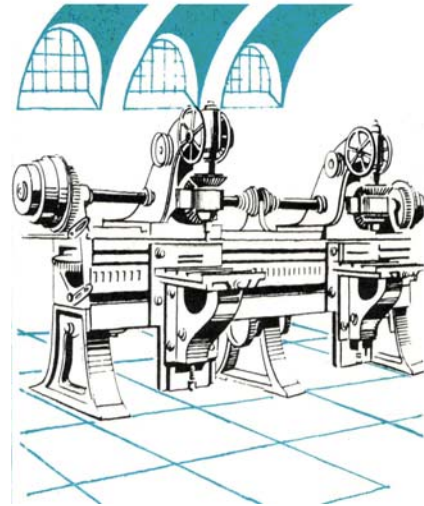


е)

Рис. 2.4. Эволюция формы станков (окончание см. на с. 54)



з)



и)



к)



л)



м)

Рис. 2.4. Окончание (начало см. на с. 53)

Старые ремесленные станки с их деревянной несущей основой во многом были сродни архитектуре – балка и стойка определяли их тектонику. Богато декорированные станки Нартова, например, –

своего рода архитектурные композиции. Появление литых станин, ступенчатых передач, механического суппорта внесло качественные изменения и в форму. На рис. 2.4, *e–u* – типичные станки XIX в.: *e* – долбежный станок; *ж* – первый универсально-фрезерный станок; *з* – расточной станок первой половины XIX в.; *и* – металлорежущий станок 60-х гг. XIX в. Как изменилась форма менее чем за столетие! По существу, появилась совершенно новая объемно-пространственная структура со сложным хитросплетением зубчатых колес, шкивов, валов и т. п. Изменился и весь тектонический характер, сами линии машинной формы, и это сделало прежде всего литье. То, что раньше приходилось создавать сочленением деревянной балки со стойкой, теперь достигалось изгибом литой станины, выносом мощной консоли. Именно литье в производстве станков не постепенно, а сразу разрушило традиционные связи между техникой и архитектурой.

Наступал век машинной формы, но формы, уже утратившей ту теплоту связи с человеком, которые были характерны для станков и машин периода досерийного производства. Дальнейший рост производительности труда зависит не только от технических параметров станка, но и от степени организованности его формы. Композиционное решение современного станка, машины или прибора не только отвечает эстетическим представлениям общества, но и служит одной из важных характеристик технического прогресса (рис. 2.4, *к–м*).

Глава 3

ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА

3.1. Восприятия и ощущения

Знакомство человека с машиной откладывает у человека в сознании определенный образ. Что же такое машина? По определению академика И. И. Артоболевского, машина – это устройство, создаваемое человеком для использования сил природы с целью облегчения и повышения производительности труда, физического и интеллектуального, путем частичной или полной замены человека в его мускульных, интеллектуальных или физиологических функциях. С позиции художественного конструирования образ машины может быть определен как изображение продукта труда человека или явления объективного мира. В свою очередь изображение может быть получено или построено различными способами: фотографией, рисунком и т. п. Образ ма-

шины можно строить в плоскости и в пространстве, а также образами машины могут быть модели и макеты. Опытный же инженер может узнать машину по паспортным данным, а опытный станочник может узнать станок в буквальном смысле с закрытыми глазами по характерным шумам, а обрабатываемый материал даже по запаху.

Очевидно, понятие образа в технике требует выхода за привычные, устоявшиеся рамки зрительного восприятия и вовлечения в сферу построения образа в комплексе со зрительным аппаратом и всех других органов чувств человека.

Построение определенного образа в технике в первую очередь связано со знаниями, нежели с интуицией. Известно, что предметы человек воспринимает, а его отдельные свойства ощущает.

Ощущения – это простые элементарные психологические процессы. Восприятия – непосредственное отражение в человеческом сознании окружающих предметов и явлений действительности, которые действуют на наши органы чувств в данный момент времени.

Опыты американского психолога Р. Пенфильда показали, что клетки мозга при восприятии образа анализируют его, разлагая на цвет, движение, геометрические очертания и т. д.

3.2. Понятие красоты в технике

Говоря о красоте в технике, т. е. о красоте станков, машин, приборов, многие не видят особой разницы в проявлении прекрасного в искусстве и технике. Впечатления о красивом станке, машине или телевизоре часто ассоциируются со скульптурами или живописными полотнами.

Но у искусства своя задача – это образное отражение действительности, т. е. познание путем воздействия на разум и чувства человека, в то время как у предметов утилитарных – это прежде всего удовлетворение потребностей человека.

Однако иногда приходится сталкиваться с оценками типа «нравится» или «не нравится», не подкрепленными знанием основ формообразования и закономерностей композиционного построения изделия, в то время как в эстетической характеристике промышленного изделия все должно быть доказуемо.

Оценка готовой продукции хотя и важна сама по себе, но она лишь констатирует уровень готового изделия. Гораздо существеннее иметь надежный метод анализа эстетических свойств и качеств изделия уже в ходе работы над его проектом. А для этого необходимо

знать в первую очередь объективные закономерности формообразования и композиции изделия. В противном случае не удастся создать новое изделие на уровне лучших мировых стандартов. Поэтому чтобы оценить красоту промышленного изделия, необходимо хорошо знать весь комплекс требований, которые были предъявлены к изделию, и какими методами и способами они были решены.

Среди тех, кто задумывается над проблемами красоты в технике, бытовала и бытует точка зрения, которую можно кратко сформулировать так: «Ключ к красоте – в целесообразности». Но что понимать под целесообразностью?

Выдвигает ли требования к изделию инженер, врач, экономист и, наконец, художник – они все правы, все их требования целесообразны, так как направлены на то, чтобы сделать труд человека более производительным, легким, приятным. И надо только совместить эти требования разумно.

Академик И. И. Артоболевский так определяет красоту в технике: «Какое бы то ни было украшательство, осужденное в архитектуре, особенно нетерпимо в индустриальном производстве, в оформлении машин, где каждая линия, каждый штрих, цветовое пятно должны нести смысловую нагрузку, быть строго продуманы, лаконичны, продиктованы целесообразностью» [8].

Американский дизайнер Раймонд Луи, говоря о красоте с позиции художественного конструирования, утверждает: «Убрать все лишнее, упростить до предела форму, структуру, окраску – тогда изделие может оказаться безупречным в эстетическом отношении» [1].

Художник-конструктор Р. П. Повилейко определяет красоту в технике так: «Красота в технике – это предельное соответствие формы, экономически оправданное на данном этапе экономического развития общества, заданному общезначимому содержанию» [10].

3.3. Восприятие формы технологической системы

Процесс становления зрительного образа формы машины, как показывают экспериментальные исследования, имеет несколько фаз:

I фаза – грубое различие общих пропорций машины и ее положения в производственном интерьере;

II фаза – фаза «мерцающей формы»;

III фаза – грубое различие основных узлов и деталей, выделение наиболее крупных форм независимо от места их расположения;

IV фаза – правильное восприятие объекта, но без достаточно четкого различия мелких деталей;

V фаза – оптимальное восприятие объекта.

Такая фазность в восприятии формы машины особенно четко прослеживается при постепенном сокращении дистанции наблюдения.

Для того чтобы у наблюдателя могло сложиться определенное мнение о форме станка, нужно чтобы информация, полученная им визуально, была прежде всего согласована с возможностями ее оценки и переработки. Если количество основных объемов, из которых сложены формы станка, относительно невелико, то связь между отдельными формами, как функциональная, так и композиционная, может быть легко прочтена наблюдателем. При небольшом количестве основных объемов человек быстро и легко осмысливает композиционную завершенность и гармоничность его форм, правильно оценивает масштаб и пропорции как отдельных узлов, так и станка в целом. По мере увеличения числа основных объемов станка, т. е. по мере роста количества входной информации, оценивать качество выполнения художественно-конструкторских требований становится все труднее. Наконец, количество основных объемов подходит к той границе, когда суждения наблюдателя (среднего по способностям) перестают быть безошибочными, так как получаемую информацию трудно согласовывать.

3.4. Методы построения формы. Модель. Технический рисунок. Перспектива

Средствами художественного проектирования являются рисунок, модель, чертеж и перспектива.

Модель – это копия объекта или процесса, свойства которого исследуются. В модели отображается обычно самое главное, самое характерное из того, что присуще данному объекту или процессу. Набор средств для воспроизведения моделей велик. Самое распространенное средство – описание словами. Широко применяются математические модели, в которых чаще всего используются различные уравнения. Эффективным оружием познания истины является физическое моделирование, использующее теорию подобия. Наконец, модель может реализоваться в виде рисунка, чертежа или точной объемной копии объекта в увеличенном или уменьшенном масштабе. Таким образом, художественно-конструкторские поиски при создании новой технологической системы можно представить себе как ряд непрерыв-

но уточняемых моделей будущей конструкции от эскизных набросков до моделей внешнего вида действующего оборудования.

Процесс создания моделей определяется как моделирование. В художественном конструировании может моделироваться не только проектируемое промышленное изделие, но и само художественно-конструкторское творчество. Моделироваться могут все стадии художественно-конструкторского творчества: анализ, синтез и оценка. В том случае, когда машина помогает человеку только осуществить перебор всех возможных вариантов при заданных ограничивающих условиях, моделируется частично стадия синтеза, границы моделирования расширяются. Наконец, осуществимо в принципе комплексное моделирование на основе машинного анализа, синтеза и оценки без участия человека с применением ЭВМ.

Чертеж является языком техники. Грамотная графическая документация – одно из важнейших средств, обеспечивающих внедрение результатов художественно-конструкторских разработок.

В художественном конструировании технологических систем редко практикуется разработка детализированных чертежей. Обычно оказываются достаточными компоновочные чертежи, на которых указываются в основном габаритные размеры. Отличается в художественном конструировании иногда и форма исполнения чертежей. В отдельных случаях даже четко отделяют технических чертеж от художественно-конструкторского чертежа. Технический чертеж выполняется толстыми линиями одинаковой толщины и не допускается несоответствие проставляемым размерам (рис. 3.1). Художественно-конструкторский чертеж выполняется тонкими четкими линиями в строгом соответствии с проставляемыми размерами (рис. 3.2). В этом случае облегчается оценка формы изделия, так как форма точнее воспроизводится, а следовательно, складывается более точное представление о художественно-конструкторском замысле.

Интересной разновидностью моделирования является аппликационное проектирование. Аппликация представляет собой очерченный или вырезанный контур оборудования, детали и других изображений или элементов чертежа, выполненный на бумаге, ленте или прозрачном материале. Вычерчивание в этом случае заменяется наклейкой соответствующей аппликации. Элементы могут также выполняться на пластинках с магнитиками и компоноваться на монтажной плите. После монтажа элементов чертеж фотографируется, графически дорабатывается (проставляются размеры, пишется спецификация).

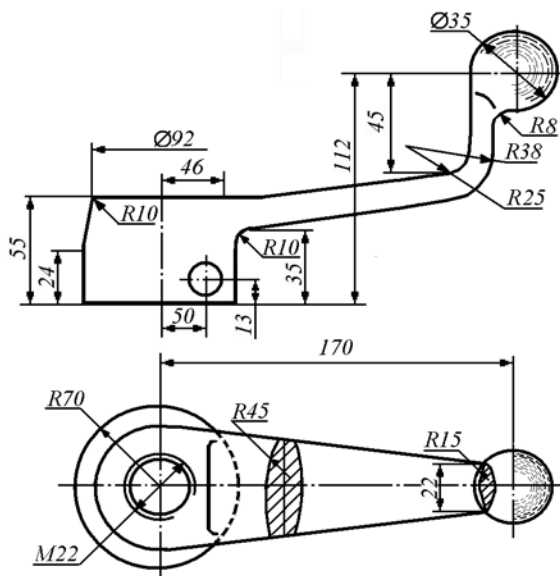


Рис. 3.1. Технический чертеж

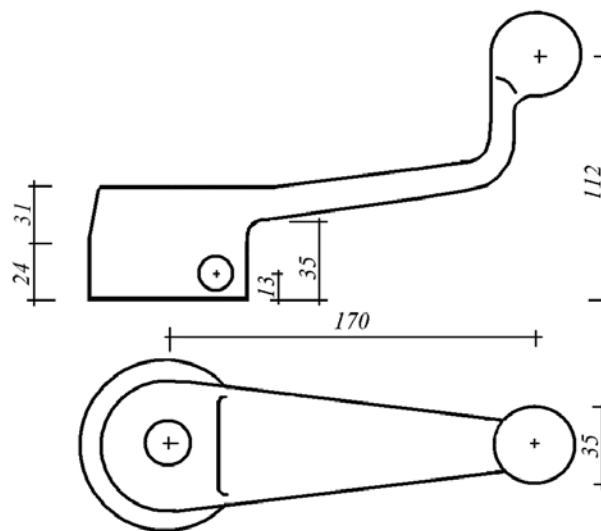


Рис. 3.2. Художественно-конструкторский чертеж

Применяется и метод символической записи чертежей. Он основан на том статически достоверном положении, что простые детали, форма которых не требует геометрических пояснений, составляют 25 % от общего числа деталей и узлов современных конструкций. Вычерчивание в этом случае заменяется печатанием кодированных описаний чертежа.

Техническим рисунком принято называть наглядное изображение предмета, выполненное от руки для технических и производственных целей. В основу технического рисунка положены аксонометрические проекции в отличие от художественного рисунка, который основан на методе центрального проецирования.

Рисунок позволяет выразить художественно-конструкторские предложения (формы изделия в целом и отдельных элементов) в более наглядном виде и более выразительно, нежели чертежи, в том числе и компоновочные. Рисунок не заменяет чертежа, но дополняет его, являясь естественным продолжением и развитием чертежа изделия, выполненного в перспективе. Рисунок дает представление не только о форме изделия, но и о принципах его окраски, фактуре его поверхности в связи с тем окружением, в котором это изделие чаще всего будет использоваться.

Конструктор должен владеть техническим рисунком, чтобы в случае необходимости, работая совместно с дизайнером, уметь изобразить детали, узлы конструкции, объекты. В основу технического

рисунка положены аксонометрические проекции в отличие от художественного рисунка, который основан на методе центрального проецирования.

Наглядность технического рисунка зависит от правильности выбора вида аксонометрических проекций. Выбор того или иного вида аксонометрии обусловлен формой изображаемого предмета. Так, при рисовании деталей, включающих четырехгранные призмы или пирамиды, более наглядными будут рисунки, выполненные в диметрической проекции.

При изображении деталей, имеющих ряд окружностей, расположенных в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, целесообразнее применять изометрическую проекцию.

Если сразу трудно определить какой вид аксонометрии даст более наглядное изображение, рекомендуется выполнить наброски контуров предмета в различных видах аксонометрии, а затем выбрать наиболее наглядный.

Наглядность техническому рисунку придают собственные тени, которые изображают с помощью тушевки, штриховки или шрафировки (рассмотрено далее).

Чтобы показать внутреннее устройство детали на техническом рисунке, так же как и в аксонометрических чертежах, рекомендуется по направлению аксонометрических осей делать вырез передней четверти.

Приступая к выполнению технического рисунка, необходимо предварительно изучить изображаемую модель и расчленить ее мысленно на составляющие элементарные геометрические тела. Определить основные пропорции модели: соотношение высоты, ширины и длины всей модели, а также пропорции отдельных частей.

Пропорции детали можно определить путем визирования карандашом. Нужно взять карандаш в правую руку, средний и указательный пальцы должны быть с одной стороны карандаша, а большой, безымянный и мизинец – с другой, вытянуть руку на всю длину и, зажмурив один глаз, по карандашу определить соотношения как между габаритными размерами предмета, так и размерами его отдельных частей (рис. 3.3). Из рис. 3.3 видно, что соотношение между шириной и высотой предмета примерно $3 : 4$, а высота пирамиды, расположенной на кубе, к высоте куба относится примерно как $1 : 3$. В процессе дальнейшей работы над рисунком необходимо постоянно корректировать первоначальные измерения пропорций предмета и отдельных его частей.

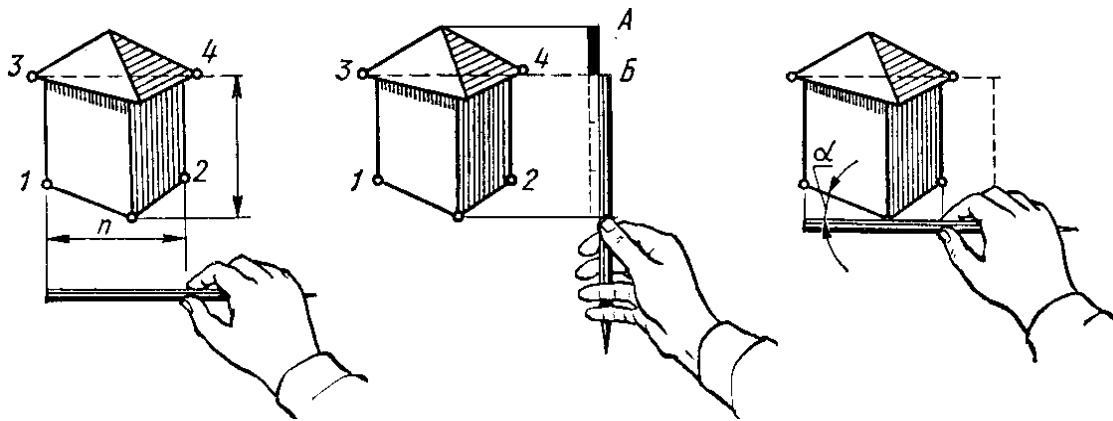


Рис. 3.3. Визирование карандашом

Приступая к рисунку, прежде всего проводят оси геометрических тел, после чего намечают тонкими линиями основные контуры. Рекомендуется изображать не только видимые контуры предмета, но и невидимые (сквозная прорисовка), что дает возможность проверить правильность построения.

При изображении тел вращения (цилиндра, конуса) определяют сначала основные пропорции, проводят ось вращения и отмечают центр основания. Окружность основания цилиндра в перспективе проецируется в виде эллипса (рассмотрено далее), большая ось которого перпендикулярна к оси вращения, а малая совпадает с ней. В первую очередь необходимо отметить оси эллипса. Соотношение большой и малой осей эллипса можно определить визированием.

Ребра геометрических тел на рисунке нужно намечать тонкими линиями. Следует помнить, что границы различных поверхностей, а также граница поверхности предмета и воздушной среды на рисунке определяется различной плотностью штриховки или тушевки.

При окончательной прорисовке деталей предмета или группы предметов мягкой резинкой удаляют невидимые линии. После этого приступают к изображению на предмете светотени, позволяющей лучше выявить объемную форму предмета, его фактуру.

Рисунок выполняется в соответствии с правилами линейной перспективы. Изображение объекта на рисунке зависит от положения плоскости горизонта – горизонтальной плоскости на уровне глаз рисующего. Поэтому прежде всего и следует определить положение плоскости горизонта по отношению к предмету и наметить линию горизонта на рисунке.

Приступая к выполнению технического рисунка, необходимо предварительно изучить изображаемый объект и расчленив его мыс-

ленно на составляющие элементарные геометрические тела. Определить основные пропорции объекта: соотношение высоты, ширины и длины всей модели, а также пропорции отдельных ее частей. Пропорции объекта можно определить путем визирования карандашом.

Рисунок должен занимать центральное место листа. Чтобы он полностью разместился на листе с учетом необходимых полей, нужно наметить тонкими линиями границы изображения. Затем следует выбрать соответствующий вид аксонометрии и построить аксонометрические оси. Технический рисунок начинают с общих контуров объекта, а затем переходят к изображению отдельных его частей.

На рис. 3.4. показан порядок выполнения рисунка корпуса подшипника, изображенного в ортогональных проекциях.

При изображении цилиндрических частей детали рекомендуется предварительно нарисовать призмы (рис. 3.4, *а*), а затем вписать в эти призмы цилиндрические части: приливы и отверстия для болтов, (рис. 3.4, *б*).

Чтобы показать внутреннее устройство детали, переднюю часть ее вырезают (рис. 3.4, *в*). Далее обводят линии видимого контура, убирают линии построения, наносят штриховку (рис. 3.4, *г*) и изображают на детали светотени.

Условия наглядности следующие:

1) выбор аксонометрии, обеспечивающей удобные для построения углы между аксонометрическими осями зависящей от особенностей формы изображаемого изделия (детали); 2) применение разрезов, выполняемых по плоскостям симметрии для выявления внутренней конфигурации изделия (детали); 3) нанесение светотени любым известным способом (штриховкой, шрафировкой, тушевкой и др.).

Совместное сочетание простоты и наглядности не всегда можно совместить в аксонометрическом изображении изделия. Проще всего можно выполнить прямоугольные изометрические проекции, так как показатель искажения по всем трем осям одинаковый. Это основное преимущество изометрических изображений. Однако при изображении деталей, включающих четырехугольные призмы и пирамиды, их наглядность уменьшается. В таких случаях нагляднее будут изображения в косоугольных проекциях. Косоугольная фронтальная изометрическая проекция характеризуется простотой построения без искажения по осям.

Ее рекомендуется применять в тех случаях, когда целесообразно сохранить неискаженными многоугольники или фигуры, ограничен-

ные кривыми линиями (окружностями, дугами окружностей и лекальными кривыми), расположенными в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций. При расположении указанных кривых в плоскостях, параллельных профильной или горизонтальной плоскости проекций, этот вид аксонометрии дает неудовлетворительные изображения, искажающие форму предмета. Для получения неискаженных изображений указанных кривых, лежащих в горизонтальной плоскости проекций, рекомендуется применять косоугольную горизонтальную изометрическую проекцию.

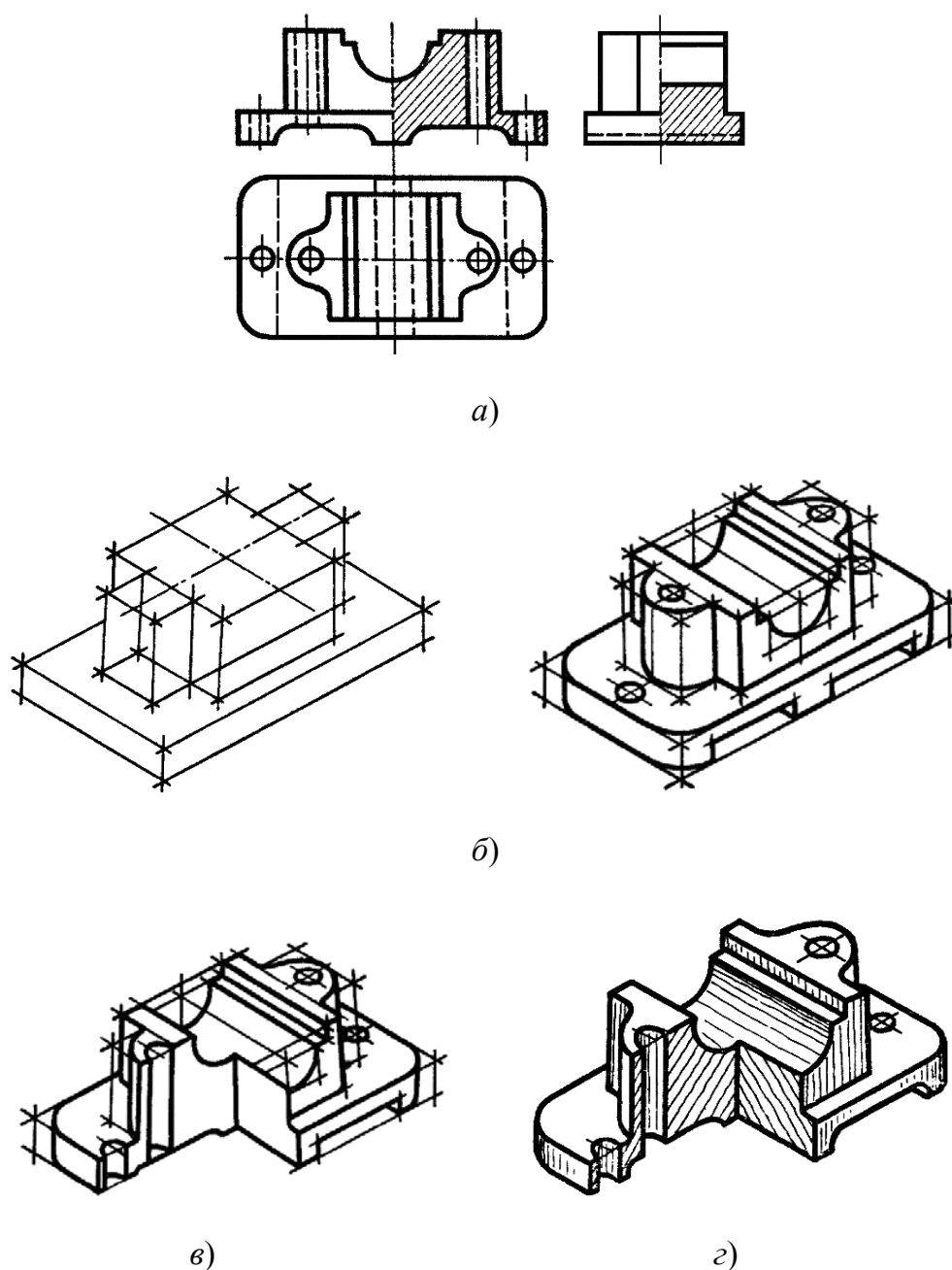


Рис. 3.4. Порядок выполнения рисунка корпуса подшипника

На рис. 3.5, *a–e* даны примеры, иллюстрирующие целесообразность применения косоугольной фронтальной диметрии.

Самую большую освещенность получает поверхность в том случае, если лучи падают на нее перпендикулярно. Чем меньше угол наклона лучей по отношению к поверхности, тем меньше падает на нее лучей и тем слабее она освещена. Освещенность зависит также от расстояния поверхности до источника света.

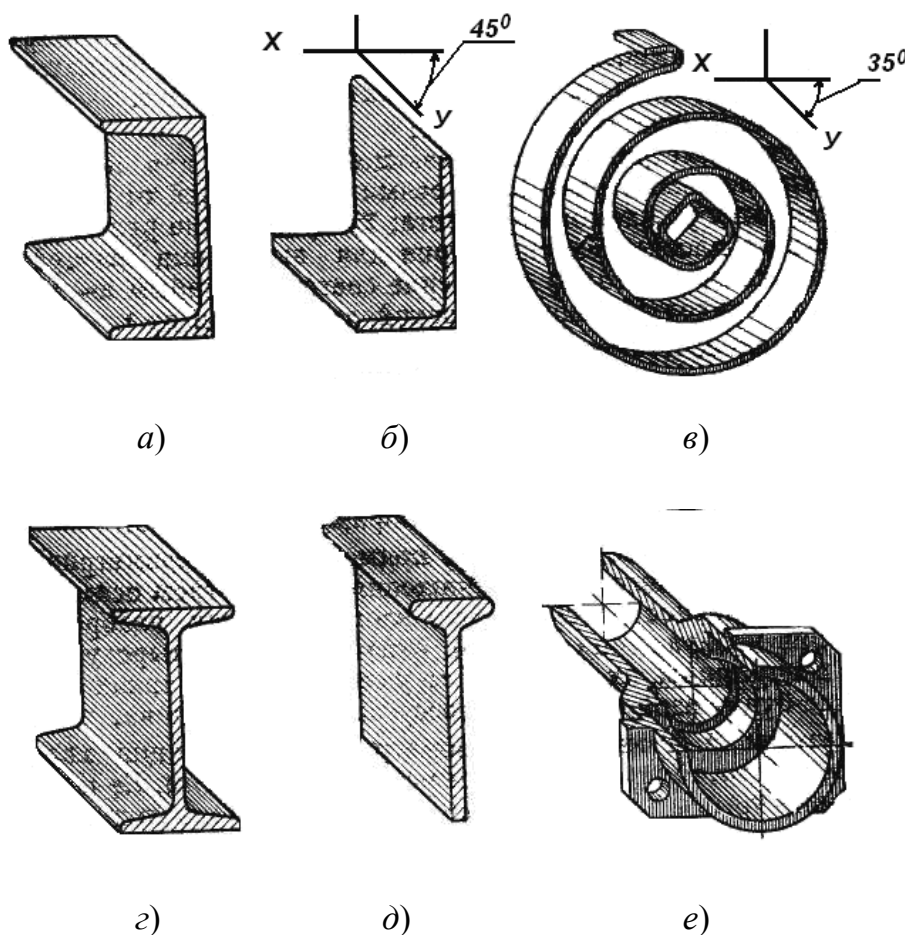


Рис. 3.5. Изображение деталей в косоугольной фронтальной диметрии:

a, б, г, д – сталь прокатная (швеллер, угловая неравнобокая, двутавровая, полосовая симметрия); *в* – пружина спиральная;
е – крышка направленного отверстия

В ортогональных проекциях (рис. 3.6, *a*) лучам света дают такое направление, при котором их проекции на плоскости координат составляют углы 45° с осями проекций. Направление лучей совпадает с направлением диагонали куба, построенного на осях проекций. При изображении теней с направлением лучей света по диагонали куба

можно пользоваться прямоугольной (рис. 3.6, б) и косоугольной диметрией. В прямоугольной изометрии, где показатели искажения равны, вторичная горизонтальная проекция луча располагается перпендикулярно к оси z , вследствие чего слишком большая часть предмета оказывается в тени. Поэтому в изометрии луч света рекомендуется направлять по диагонали параллелепипеда. Направление лучей света условно выбирают так, чтобы источник света был выше горизонта, как мы привыкли видеть солнце, а собственная тень занимала примерно $1/3$ видимой части предмета. Это условие способствует правильному выявлению формы предмета.

Светотень на изображении выявляют тоном. Тон (греч. *tonos* – качество, оттенок цвета или светотени) наносится различными способами и должен соответствовать отношению света и тени, наблюдаемому в натуре. Выдержать рисунок в тоне – значит передать на нем световую гамму от темного тона через оттенки серого к светлому тону. Самым светлым тоном на рисунке будет белый цвет бумаги, а самым темным – линия, проведенная графитом карандаша с полным нажимом.

АксонOMETрические чертежи и технические рисунки, на которых использована светотень, бывают штриховые и тоновые. На штриховых рисунках тон передают условно – точками или штрихами, карандашом или тушью с помощью ручки с пером или рейсфедера. На тоновых рисунках тон изобразительных элементов наносят карандашом, тушью, акварельными красками и пр. Тон должен плавно переходить от белого до темного без заметных границ элементов и светотени. Технику работы карандашом при нанесении светотени на тоновом рисунке называют тушевкой. Технику работы при нанесении тона тушью или акварельными красками мягкой кистью называют отмывкой. Отмывку производят различными способами, но наибольшее распространение из них имеют слоевой и размывной способы.

Точечный способ (рис. 3.6, з) применяют при изображении металлических необработанных деталей (литых, кованных, горячештампованных и пр.), а также неметаллических (мягких, пористых, сыпучих и пр.) материалов. Общий тон и его градацию изображают точками, расположенными с соответствующими интервалами. Точки наносят карандашом или тушью с помощью пера или рейсфедера. Количество точек не должно быть слишком большим, иначе они сольются в одно темное пятно. Чрезмерное насыщение точками всех частей изображения снижает его выразительность и ухудшает передачу объемной формы предмета.

Параллельную штриховку наносят по направлению образующей или направляющей изображаемой поверхности. Этим способом выявляют чисто обработанные поверхности различных материалов. Для большей уверенности в работе рекомендуется сначала едва заметными линиями нанести границы элементов светотени.

Густоту штриховки – расстояние между соседними штрихами и их интенсивность (напряженность, усиленность), т. е. толщину штрихов – определяют в зависимости от желаемой насыщенности тона. Увеличивая толщину штрихов и уменьшая промежутки между ними, усиливают тень на изображении. Увеличивать толщину штрихов можно лишь до определенных пределов. Следует помнить, что в гамму (характер цветовых отношений в живописном произведении, например, светлая, темная и т. д.) штриховки не может пойти сплошное зачернение, так как оно производит на глаз совсем другое впечатление, чем группа самых толстых штрихов. Сильно развитые в природе поверхности собственных теней производят спокойное впечатление. Поэтому не следует штриховку делать пестрой. Необходимо избегать не широких штрихов, а широких промежутков между ними, которые создают пестроту. Заштрихованные таким образом поверхности не передают впечатление тени.

Штриховку сеткой – шрафировку (рис. 3.6, *ж, и*) наносят в двух направлениях – по образующей и направляющей изображаемой поверхности.

Различное расположение элементов светотени может дать полное и правильное впечатление рельефа форм или неузнаваемо изменить формы одного и того же изображенного предмета.

Выше были указаны элементы светотени. На рис. 3.6, *в* показано построение падающей тени от куба. Собственная тень расположена на неосвещенной поверхности тела. Границу между освещенной и неосвещенной частями поверхности называют контуром собственной тени. Для куба – это пространственная ломаная линия DCBFLD.

На горизонтальной плоскости расположена падающая тень, получающаяся от куба, освещенного лучами света. Линию $D_0C_0B_0FELD_0$, ограничивающую падающую тень, называют контуром падающей тени. Следовательно, контур падающей тени от тела – это тень от контура собственной тени. Иногда на аксонометрическое изображение наносят все элементы светотени, в том числе не только падающую тень от предмета на плоскость проекций, но и так называемые собственные падающие тени от одной какой-либо части предмета на другую его часть.

Для выявления объемности изображенного предмета большое значение имеет передача собственной тени. На аксонометрических чертежах и технических рисунках падающие тени обычно не изображают. Эта условность дает возможность более простыми средствами достаточно наглядно и полно передать объем предмета.

Рассматривая куб, освещенный солнечными лучами, можно заметить, как распределяются на нем элементы светотени (рис. 3.6, *з*, *д*). Передняя, верхняя и правая грани условно разбиты на десять зон.

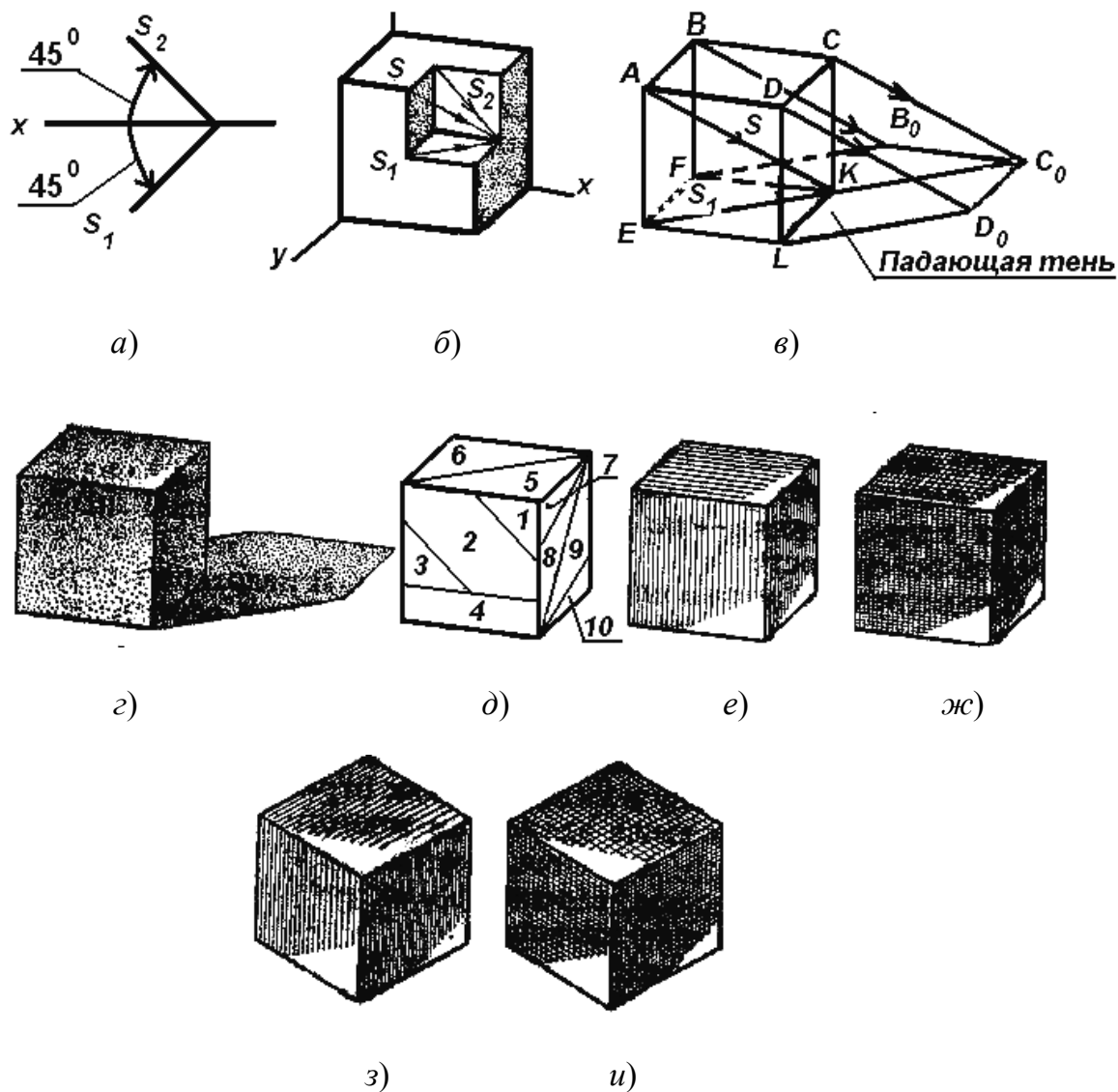


Рис. 3.6. Нанесение светотени на грани куба

Свет на поверхности предмета распределяется неодинаково: одни части поверхности освещаются больше, другие меньше. Существует два правила, которыми следует руководствоваться при нанесении све-

тотеней на изображение: 1) освещенные части предметов с удалением от наблюдателя становятся темнее, затемненные – высветляются; 2) контраст тени и света на предметах, расположенных ближе к источнику света, резче, чем на предметах, удаленных от него. Горизонтальная грань куба (рис. 3.6, д) освещена равномерно, но зона б вследствие того, что удалена от наблюдателя, изображена более затемненной. Самым светлым местом на передней грани кажется зона 1. Однако зоны 1, 2, 3 освещены одинаково, но из-за контраста с находящейся рядом собственной тенью на правой грани куба зона 1 кажется более светлой, а зоны 2, 3 – менее светлыми. В зоне 4 освещение усиливается. Это рефлекс, полученный кубом от плоскости, на которой он находится. Из всех зон зоны 7 и 8 самые темные. Не следует опасаться перетемнить их. Эта ошибка вполне допустима, так как усиливается рельефность куба. В зоне 9, и особенно в зоне 10, наблюдается ярко выраженный рефлекс от горизонтальной плоскости проекций.

На рис. 3.7 даны примеры нанесения светотени на поверхности пирамиды и призмы. Следует помнить, что качество изображения зависит не от количества линий штриховки, а от их правильного направления и расположения на различных гранях.

На горизонтальных поверхностях линии штриховки (или шрафировки) наносят параллельно осям симметрии (x и y) грани. Эти поверхности, как наиболее освещенные, можно не штриховать. На вертикальных гранях призмы линии штриховки (или шрафировки) проводят параллельно вертикальным ребрам. Направление линий штриховки пирамиды можно выполнять параллельно медианам ее треугольных граней. Для выразительности рисунка отдельные штрихи можно разрывать, а линии штриховки граней пирамиды располагать по образующим (веерообразно).

Чтобы подчеркнуть легкость и остроконечность вершины, не следует все линии штриховки доводить до вершины, так как практически невозможно довести все штрихи до вершины и есть вероятность перетемнить ее. Этот способ штриховки является наиболее трудным. Наиболее легким и быстрым способом является штриховка параллельно ребрам. Точное изображение элементов светотени на поверхностях вращения определяют редко, поэтому их градацию рекомендуют выполнять условно. Нанесение светотени на поверхности полого цилиндра, расположенного в прямоугольной изометрии, показано на рис. 3.8.

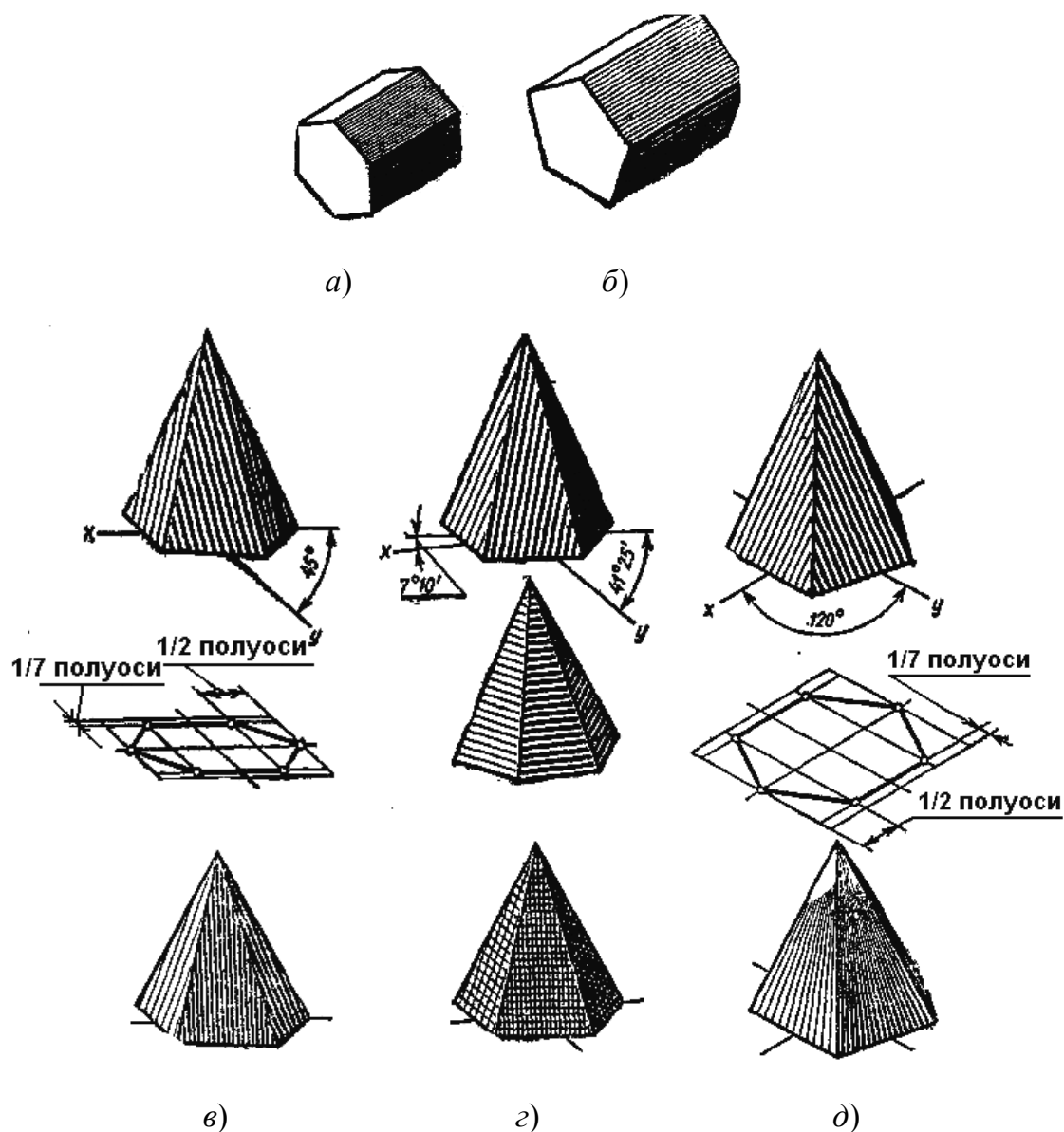


Рис. 3.7. Рисунки многогранников:
 а-в – прямоугольная изометрия; г – прямоугольная диметрия;
 д – косоугольная фронтальная диметрия

На поверхностях вращения самые светлые и темные места несколько отодвинуты от края (в условиях освещения аудитории). В этом легко убедиться, если усилить рефлекс на теневой части цилиндра приближением листа белой бумаги.

Наружную и внутреннюю поверхности этих цилиндров можно разделить условно на шесть равных зон (рис. 3.8). Для вертикально расположенного цилиндра (вдоль оси z) эти зоны соответствуют следующим элементам светотени: I – полутень, II – блик (или свет), III и IV – полутени, V – тень, VI – рефлекс. Следовательно, проекция

собственной тени условно занимает $1/3$ видимой поверхности (наружной или внутренней) цилиндра, а блик – $1/6$ часть этой поверхности.

Штриховку основания цилиндра наносят по тем же правилам, что и штриховку граней куба или призмы. Внутреннюю поверхность цилиндра заштриховывают по такому же принципу, что и внешнюю, но блик, полутона, собственную тень и рефлекс, соответственно, перемещают на противоположные зоны поверхности. Нанесение тона на изображение рекомендуется выполнять от более темного к более светлому. Переходы от тени к свету должны быть незаметными. Необходимо сверять тональную взаимосвязь, сравнивая полученный тон с крайними тонами (темным и светлым).

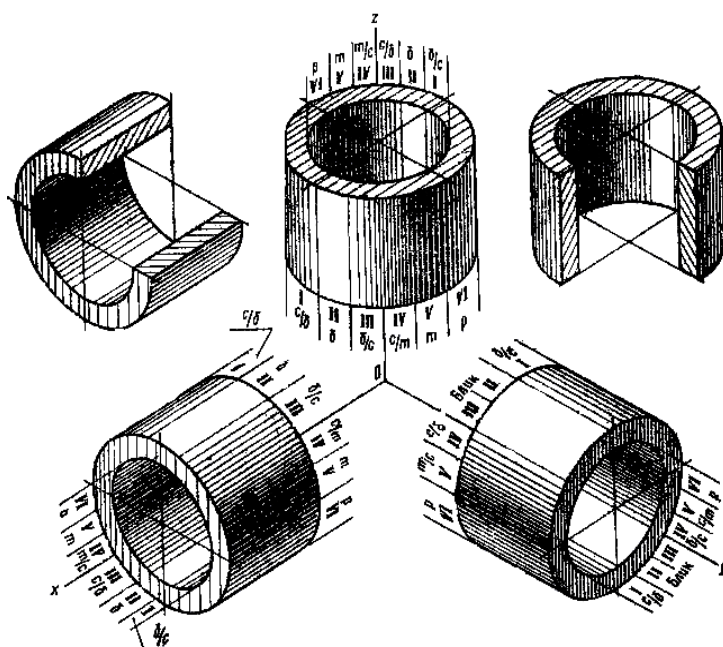


Рис. 3.8. Расположение полого цилиндра вдоль аксонометрических осей и распределение элементов светотени на внутренней и наружной поверхностях (б/с – от белого к серому; с – серый; с/т – от серого к темному; т – темный (собственная тень); р – рефлекс)

Зоны различной освещенности поверхностей конуса такие же, как и поверхностей цилиндра. Нанесение светотени на поверхности полого усеченного конуса ($H = 1,5R$), различным образом ориентированного относительно аксонометрических осей, показано на рис. 3.9.

Такое распределение элементов светотени приемлемо в том случае, если высота полного конуса составляет не менее двух радиусов

его основания. Если высота конуса равна радиусу его основания или световые лучи не дают собственной тени конуса, а лишь скользят по одной из зон, то тогда рекомендуется затенять половину зоны VI (для конуса, расположенного вдоль оси z), осветлив половину зоны I и полностью зоны II, III, IV. При малой высоте конуса, например $H \leq 0,5R$, лучше оставлять освещенной несколько более половины поверхности конуса.

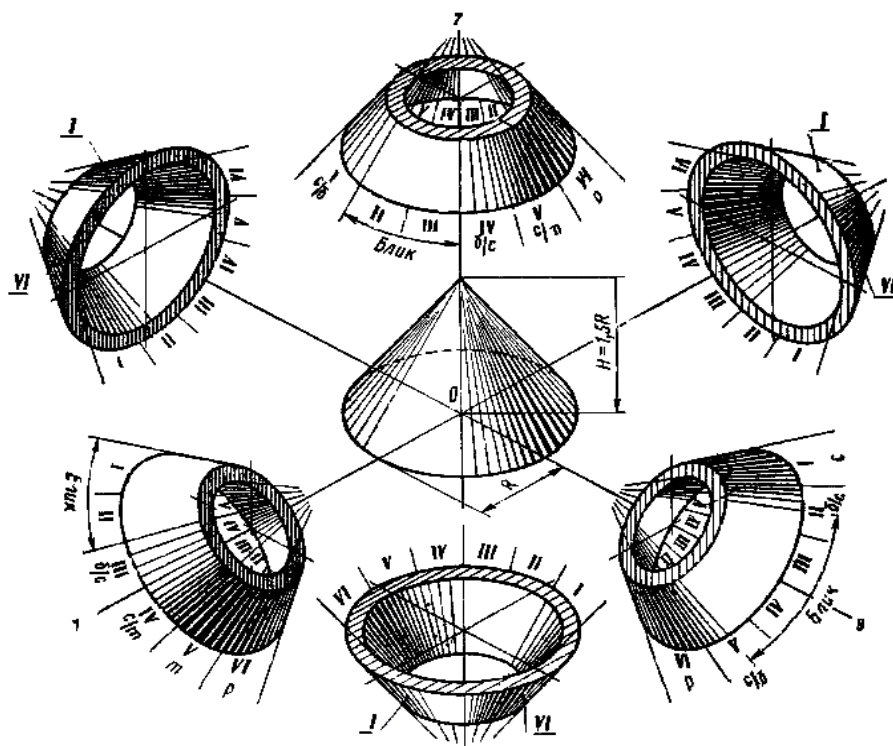


Рис. 3.9. Расположение полого конуса высотой $H = 1,5R$ вдоль аксонометрических осей и распределение элементов светотени на наружной и внутренней поверхностях (прямоугольная изометрия)

Нанесение светотени на поверхности вращения и плоскогранные поверхности показано на рис. 3.10.

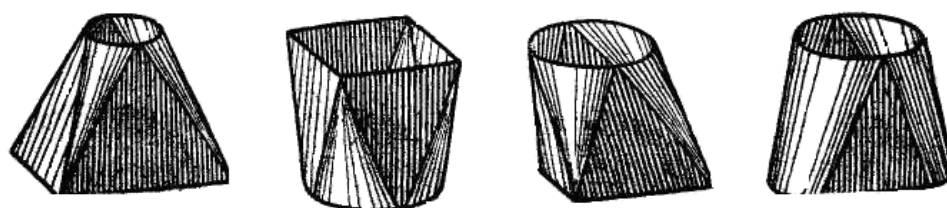


Рис. 3.10. Нанесение светотени на поверхности переходных патрубков (прямоугольная диметрия)

Наблюдая шар в натуре, можно заметить в его освещенности следующие особенности: блик – самое светлое пятно на глянцевой поверхности, отражающее источник света (рис. 3.11, *a*); два рефлекса в теневой части – один сверху, справа (воздушный рефлекс), а другой снизу, отраженный от плоскости, на которой расположен шар; контур собственной тени, имеющий форму окружности (эллипса), которая получится, если шар пересечь плоскостью, проходящей через его центр (точка 5) и перпендикулярной к лучам света.

Выполнить штриховку шара довольно сложно; для этого требуется сделать вспомогательные построения и затратить много времени. Распределение элементов светотени показано на рис. 3.11, *a*.

Вспомогательные построения заключаются в следующем. В очерке (окружности) шара проводят два взаимно перпендикулярных диаметра, наклоненных к горизонтальной линии под углом 45° .

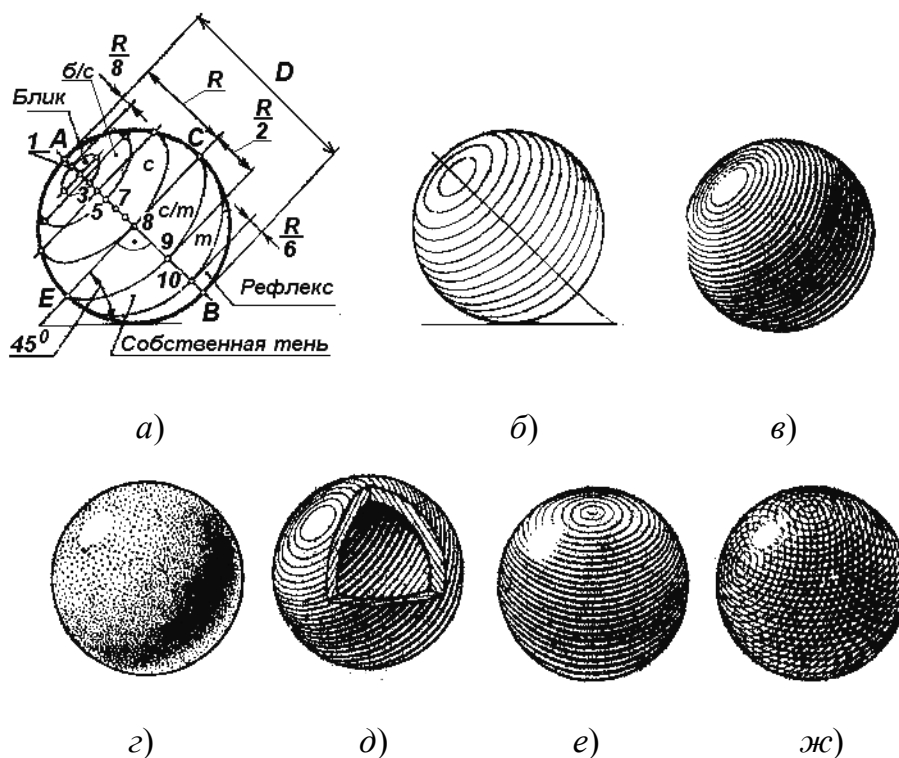


Рис. 3.11. Нанесение светотени на поверхность шара:
a, б – распределение элементов светотени и схема светотеневой обработки; *в, е, ж* – варианты нанесения светотени;
г – точечный способ; *д* – полый шар с вырезом одной восьмой части; тоновые пояса: *б/с* – от белого к серому; *с* – серый; *с/т* – от серого к темному; *т* – темный (собственная тень)

Верхнюю половину диаметра AB делят на восемь равных частей, а нижнюю – на три неравные части. Через точки деления проводят прямые, параллельные диаметру EC . Затем строят пять эллипсов (на рис. 3.11, *а* показаны только видимые части эллипсов). Размеры малых осей эллипсов определяются расстояниями между точками 4 и 3, А и 5, 2 и 8, 4 и 9, 1 и 10. Размеры больших осей двух малых эллипсов принимают с отношением 2 : 1; остальные эллипсы строят (от руки) так, чтобы они вписывались в контур окружности – очерк шара. В результате получают шесть зон элементов светотени, три из них (блик, собственная тень и рефлекс) указаны надписями (рис. 3.11, *а*). Между этими зонами можно построить на глаз несколько вспомогательных промежуточных эллипсов (рис. 3.11, *б*).

Светотеневой эффект на поверхности шара получают постепенно сближающимися и утолщающимися к затененной части параллелями шара (рис. 3.11, *в*). Необходимо внимательно следить за плавными переходами светотени при окончательной отделке формы шара. Рефлекса в нижней части шара следует добиваться не резинкой, а постепенным затемнением смежного участка. Таким образом, на поверхности шара, кроме основных элементов светотени, получают тонкие пояса.

Художественное восприятие любого объекта в процессе его создания и проработки может быть реализовано с помощью перспективы.

Изображение предмета, полученное на поверхности методом центрального проецирования, называется перспективой.

Перспектива бывает линейной, световой, цветовой. Линейная перспектива может быть построена с одной точкой схода (фронтальная перспектива), с двумя точками схода (чаще всего применяется в художественном конструировании) и тремя точками схода (по рекомендации ряда художников-конструкторов считается наиболее выразительной).

При построении перспективного изображения изделия следует учитывать особенности зрительного восприятия человека, а угол зрения, под которым рассматривается изделие или отдельные его части, брать близким к реальным условиям. Так, Рафаэль считал максимальным углом зрения 36° и в своих произведениях старался не выходить за его пределы. В современной литературе указывается, что оптические ограничения, свойственные человеческому глазу, в вертикальной плоскости составляют $27\text{--}30^\circ$, а в горизонтальной – $50\text{--}55^\circ$. Овальная форма поля зрения упрощенно передается прямоугольником со сре-

занными углами и отношением высоты к длине как 3 : 5. Если изображение по угловым величинам будет лежать в этих пределах (телесный угол $27\text{--}30^\circ$), то оно будет восприниматься естественным, без особых искажений.

В практике художественного конструирования целесообразно комбинировать построение перспективы с рисунком. Для передачи более объемной выразительности изображение оттеняют.

Приемы перспективы использовались с давних времен как в живописи, так и в других направлениях дизайна.

Рассмотрим примеры художественного анализа уже существующих объектов (рис. 3.12–3.17).

В качестве примеров используем фотографию (рис. 3.12), картины известных художников (рис. 3.14 и 3.15) и бытовые объекты (рис. 3.17 и 3.18).

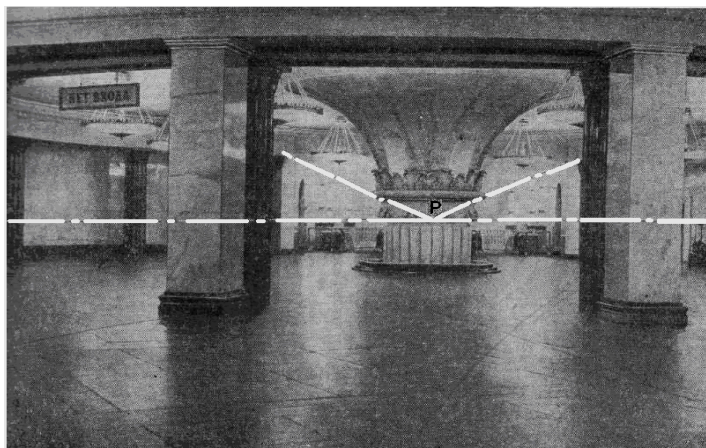


Рис. 3.12. Станция Московского метрополитена «Курская-кольцевая»

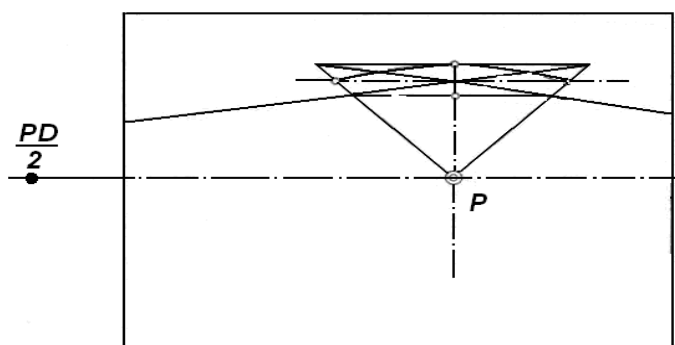


Рис. 3.13. Станция Московского метрополитена «Курская-кольцевая». Фронтальное построение перспективного изображения

Известно, что художники эпохи Возрождения часто использовали направление в точку схода прямых линий архитектурных фрагментов картины как средство направить внимание зрителя на ее композиционный центр.

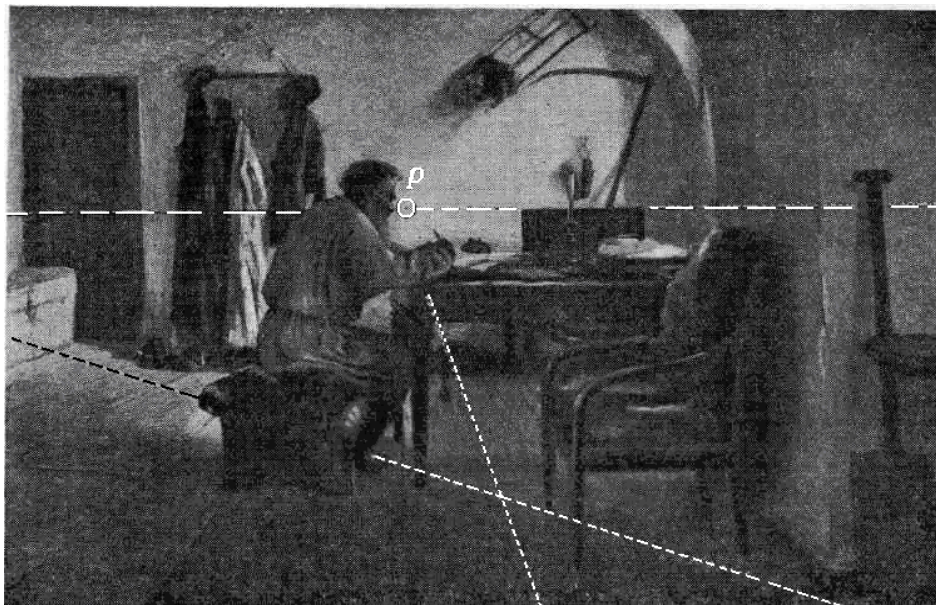


Рис. 3.14. И. Репин «Л. Н. Толстой в кабинете»

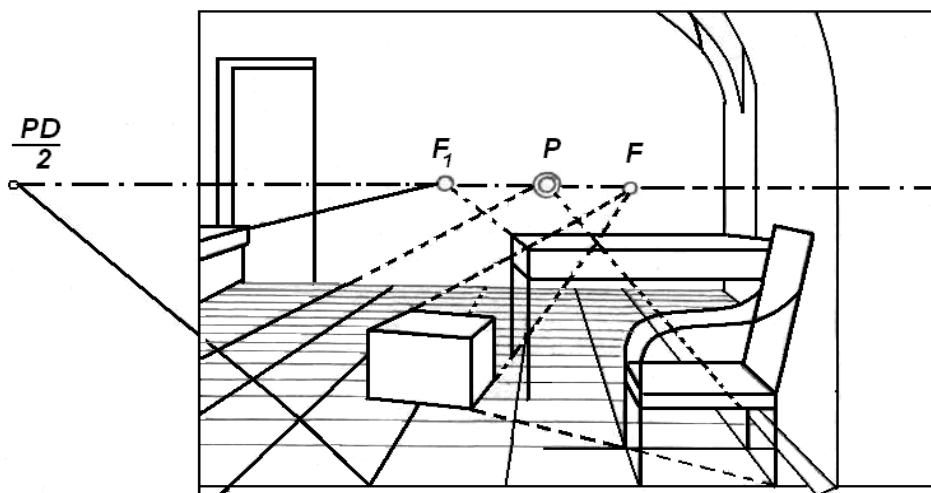


Рис. 3.15. Перспективный анализ картины И. Репина «Л. Н. Толстой в кабинете»

Примеры построения перспективы объектов, не имеющих прямолинейных участков, а также движущихся объектов приведены на рис. 3.16 и 3.17.

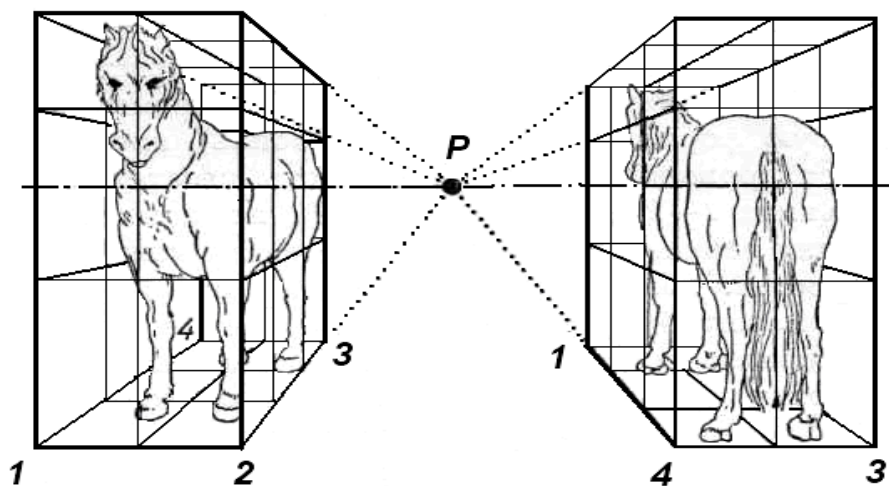


Рис. 3.16. Применение обертывающей поверхности для изображения лошади

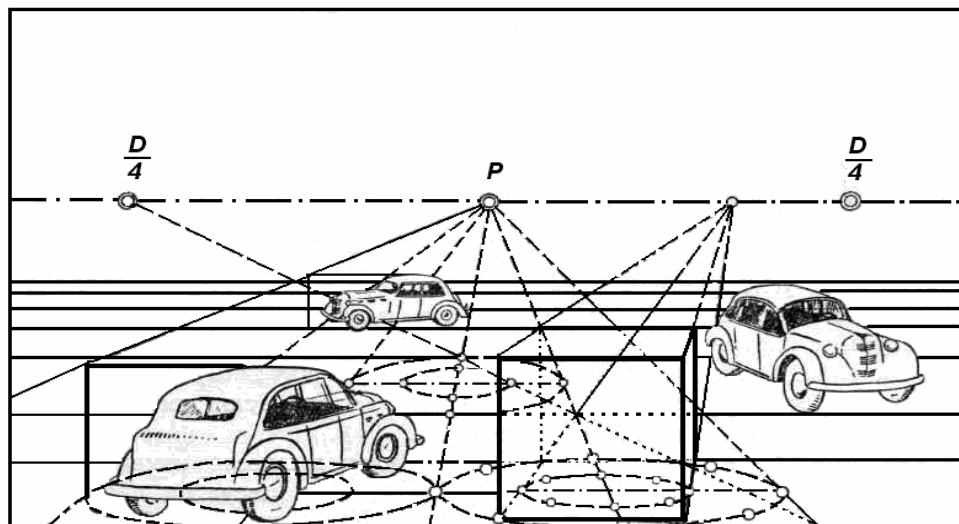


Рис. 3.17. Перспективное изображение движущихся автомобилей

Перспектива – это учение о методах изображения, соответствующих зрительному восприятию окружающего пространства.

Перспектива изучает кажущиеся изменения очертаний и размеров предметов, наблюдаемых зрителем. Изучение перспективы помогает изображать предметы на плоскости таким образом, как они наблюдаются в натуре.

При построении линейных перспективных изображений в теории перспективы используется следующая терминология.

Предметная плоскость – горизонтальная плоскость, на которой располагаются рассматриваемые объекты и наблюдатель.

Картинная плоскость (картина) – плоскость проекций, на которой строится перспектива (располагается вертикально).

Плоскость горизонта – горизонтальная плоскость, проходящая через центр проектирования и параллельная предметной плоскости.

Центр проектирования – положение глаз наблюдателя.

Основание картинной плоскости – линия пересечения картинной и предметной плоскостей.

Линия горизонта – линия пересечения картинной плоскости с плоскостью горизонта.

Главный луч – перпендикуляр, опущенный из центра проектирования на картинную плоскость. Точка P – главная точка картины (центральная точка схода).

Процесс построения перспективного изображения представляется в следующем виде: между зрителем и рассматриваемым предметом помещается прозрачная плоскость, называемая картинной плоскостью, или просто картиной; лучи света, направляясь от рассматриваемого предмета к глазу зрителя, проходят через картинную плоскость и точками пересечения с ней намечают на этой плоскости изображение рассматриваемого предмета таким, каким он воспринимается зрителем. Уточняя эту схему, для построения перспективных изображений пользуются вышеприведенной системой плоскостей, линий и точек, называемой системой перспективных координат (рис. 3.18).

Условимся называть фронтальным построение перспективного изображения в случае преимущественного применения плоскостей, параллельных картине, а угловым назовем перспективное изображение вертикальных плоскостей, расположенных под случайным углом к картине.

На рис. 3.18 изображены все линии и точки, определяющие условия получения перспективного изображения с точки зрения O стола ab на вертикальной прозрачной плоскости картины.

При рисовании с натуры место расположения картины надо представить себе там, где рисующий начинает видеть часть пола, находящуюся перед столом.

На рисунке показано, как на картине линией горизонта указывают высоту точки зрения, точку P , против которой находилась точка зрения O , и расстояние от нее до картины – $PD_1 = PD_2 = OP$. Взгляды рисующего на отдельные углы и ножки стола – лучи зрения, которые представлены прямыми линиями Oa , Ob . Там, где эти лучи зрения пересекаются с картиной в точках a' , b' , получают перспективные

изображения двух углов стола, все другие точки изображения стола найдены в пересечении с картиной лучей зрения, направленных ко всем видимым для рисующего точкам стола.

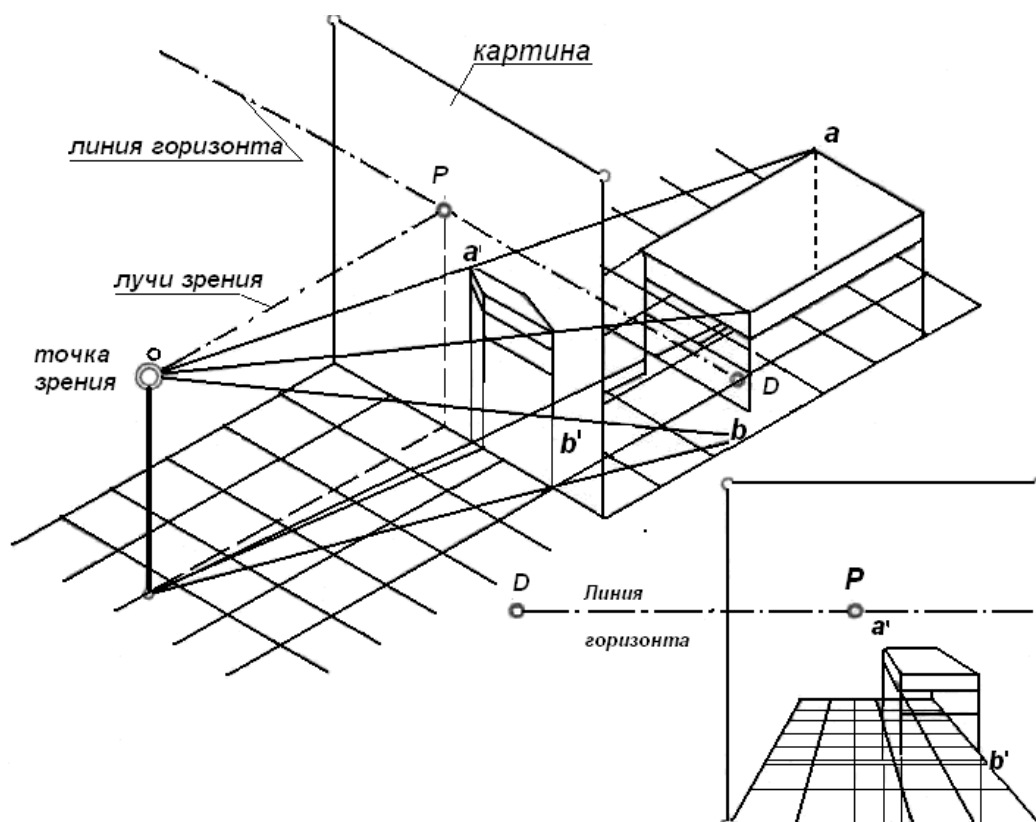


Рис. 3.18. Схематическое изображение получения перспективного изображения

При построении перспективного изображения необходимо учитывать особенности зрительного восприятия пространства человеком.

Сколько изображений и с каких точек зрения достаточно построить для того, чтобы у зрителя сложилось полное представление о проектируемом объекте? Опыты показывают, что при повороте макета на $30\text{--}35^\circ$ форма воспринимается точно такой же, как и при фронтальном восприятии – зона точного восприятия. Зона восприятия в пределах от $30\text{--}35^\circ$ до $75\text{--}85^\circ$ оценивается как зона затруднительного восприятия, так как форма рассматриваемого объекта сужается. Начиная с 85° правильное восприятие нарушается у всех.

Оценка точности восприятия показала, что наблюдатели не замечают смещения выбранной ими новой точки зрения на $20\text{--}25^\circ$. Эта величина называется угловым интервалом безразличия.

Если проектируется сложная асимметричная машина, то необходимо дать решение этой машины с четырех точек зрения, увязав их в единое целое.

Поэтому выбирают сдвинутые точки зрения под углами $40\text{--}45^\circ$, $130\text{--}135^\circ$, $230\text{--}235^\circ$, $310\text{--}315^\circ$, лежащие в зонах безразличия. Рисунки, выполненные с этих точек зрения, дадут действительное соотношение площадей, цветов, окраски.

Только при определенных условиях можно увидеть весь объект с одной неподвижной точки зрения. С более коротких расстояний мы будем рассматривать предмет по частям. Работая над картиной (объектом), необходимо рассчитывать изображение на охват всей картины с одной неподвижной точки зрения, это обеспечит наибольшую реальность зрительного восприятия (рис. 3.19).

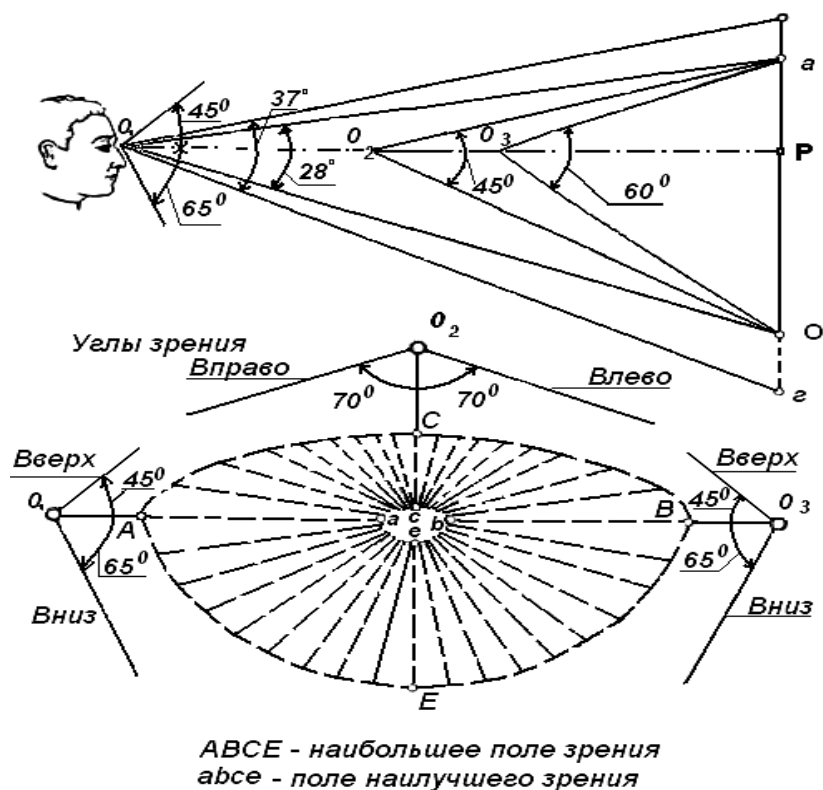


Рис. 3.19. Поле зрения

В пределах поля зрения картине может быть придана любая форма: прямоугольника с любым отношением сторон, круга, овала и т. п. Выбор точки зрения определяется композиционным замыслом конструктора: очевидно, при низком горизонте крупные фигуры первого плана будут закрывать фигуры и предметы, помещенные в глубине пространства. Следовательно, если сюжет картины развертыва-

ется в глубину, высокий горизонт обеспечит более выразительное изображение, чем низкий. Наоборот, если сюжет картины развернут фронтально, т. е. параллельно плоскости картины, а композиция построена на фигурах первого плана, применение низкого горизонта может вызвать у зрителя ощущение монументальности фигур, изображенных на картине.

Построение перспективы начинается с построения перспективного изображения точки, линий вертикальной и горизонтальной и далее целого изображения.

Для построения перспективы заданной точки пространства A (рис. 3.20) следует через точку зрения S провести проецирующий луч SA , который пересечет картину в точке A_k . Точка A_k является перспективой точки A . Положение точки A в пространстве невозможно определить только по заданной ее перспективе A_k , так как одна проекция не определяет положение точки в пространстве. Необходимо из точки A опустить перпендикуляр на предметную плоскость. Основание этого перпендикуляра – точка a – является ортогональной проекцией точки A на предметную плоскость. Далее следует построить перспективу точки a . Проводят луч Sa и в пересечении его с картиной получают точку a_k , которая и будет перспективой основания точки a (вторичной проекцией точки A). Построение перспективы точки следует начинать с построения перспективы ее основания (вторичной проекции).

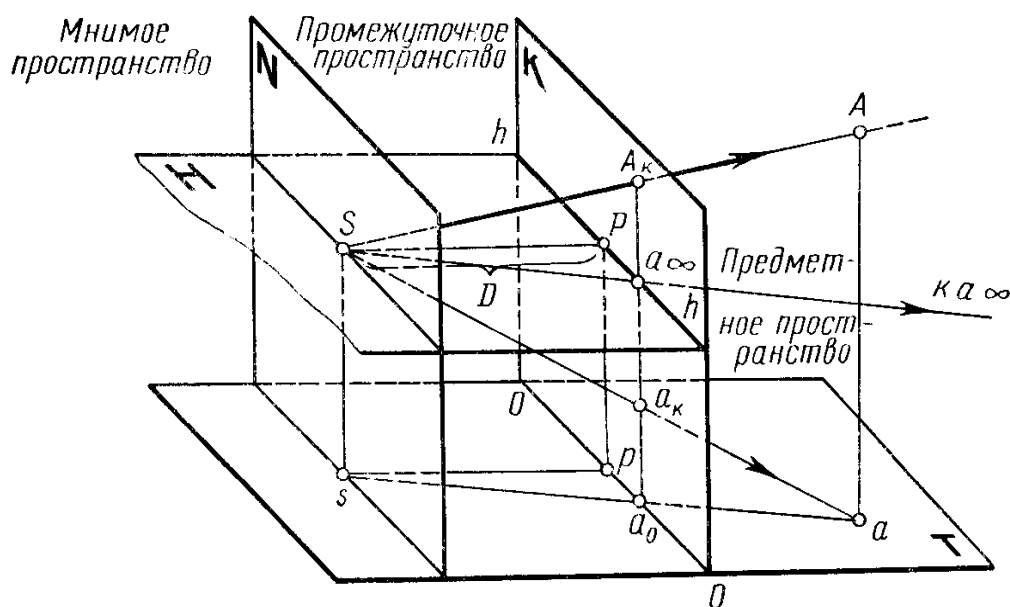


Рис. 3.20. Элементы линейной перспективы (точки)

Перспектива A_k точки A и ее вторичная проекция a_k всегда располагаются на картинной плоскости на одном перпендикуляре $A_k a_k$ к основанию картины OO .

При выполнении построения перспективы линии необходимо учитывать правила построения линейной перспективы.

1. Параллельные линии объекта, идущие под прямым углом к картинной плоскости, изображаются сходящимися в центральной точке схода P (рис. 3.21).

2. Параллельные линии натуры, идущие под углом к картинной плоскости, изображаются сходящимися в одной точке схода (рис. 3.22), если:

- они горизонтальные – точка схода лежит на линии горизонта;
- они наклонные – точка схода лежит выше или ниже линии горизонта.

3. Вертикальные линии объекта изображаются без искажений – вертикально (рис. 3.23).

4. Линии натуры, параллельные картинной плоскости, изображаются без искажений – параллельно друг другу.

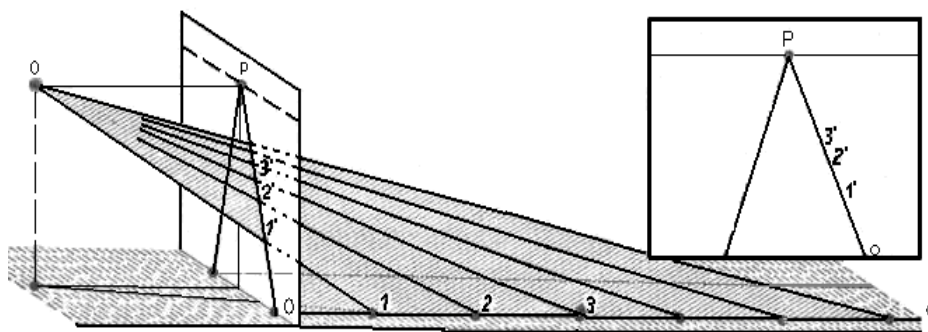


Рис. 3.21. Перспектива горизонтальных прямых, перпендикулярных к картине

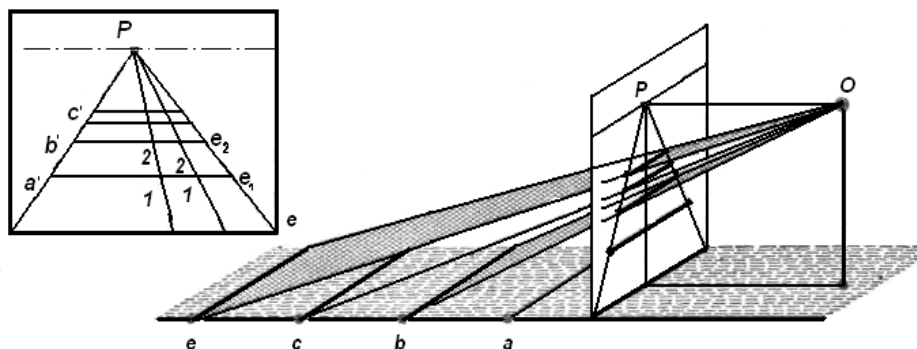


Рис. 3.22. Перспектива горизонтальных прямых линий, параллельных к картине

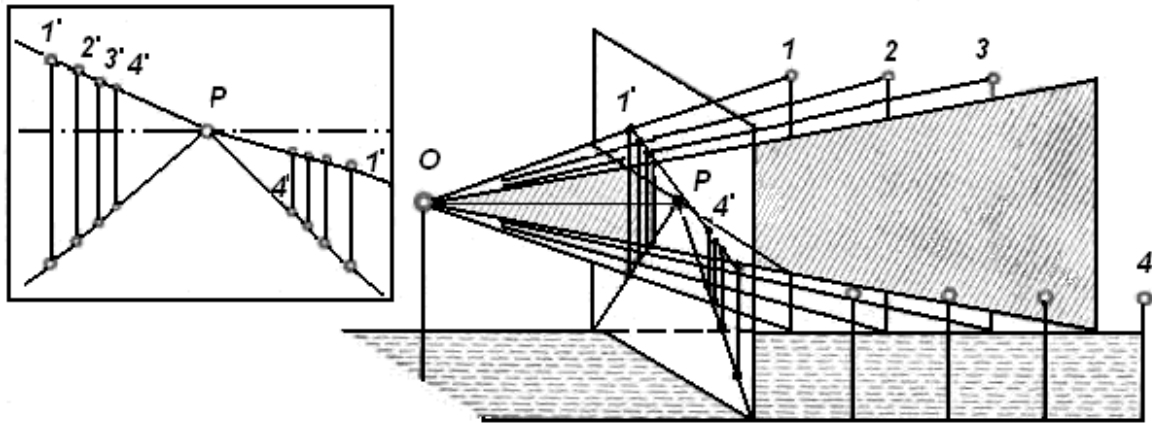


Рис. 3.23. Перспектива вертикальных прямых линий

Кривые линии и сложные поверхности предварительно вписываются в простейшие прямоугольные фигуры и строятся по общим точкам.

Для построения перспективы окружности предварительно строят квадрат, описанный вокруг окружности, со сторонами, параллельными и перпендикулярными к основанию картины (рис. 3.24). Затем находят перспективу этого квадрата. Проводя через центр окружности C прямые, параллельные сторонам квадрата, находим точки касания $1, 3, 5$ и 7 . Точки окружности $2, 4, 6$ и 8 расположены на диагоналях квадрата. Проведем перпендикулярные к картине прямые $6-8, 4-2$ и найдем начало этих прямых – точки n и n_1 . В перспективе эти прямые будут сходиться в точке P и пересекут диагонали квадрата в точках $6, 8$ и $4, 2$, принадлежащих перспективе окружности.

Для построения окружности небольшого размера достаточно полученных восьми точек. При построении окружностей больших размеров строят дополнительные точки.

Линейная перспектива может быть построена с одной точкой схода (фронтальная перспектива) (рис. 3.25, а). На рис. 3.25, а и б изображена перспектива одной и той же компоновки станка с различным расположением линии горизонта и одной точкой. Эта же компоновка с двумя точками схода изображена на рис. 3.25, б. С тремя точками схода (выполняется по рекомендациям некоторых художников-конструкторов, она считается наиболее выразительной) представлена перспектива на рис. 3.26.

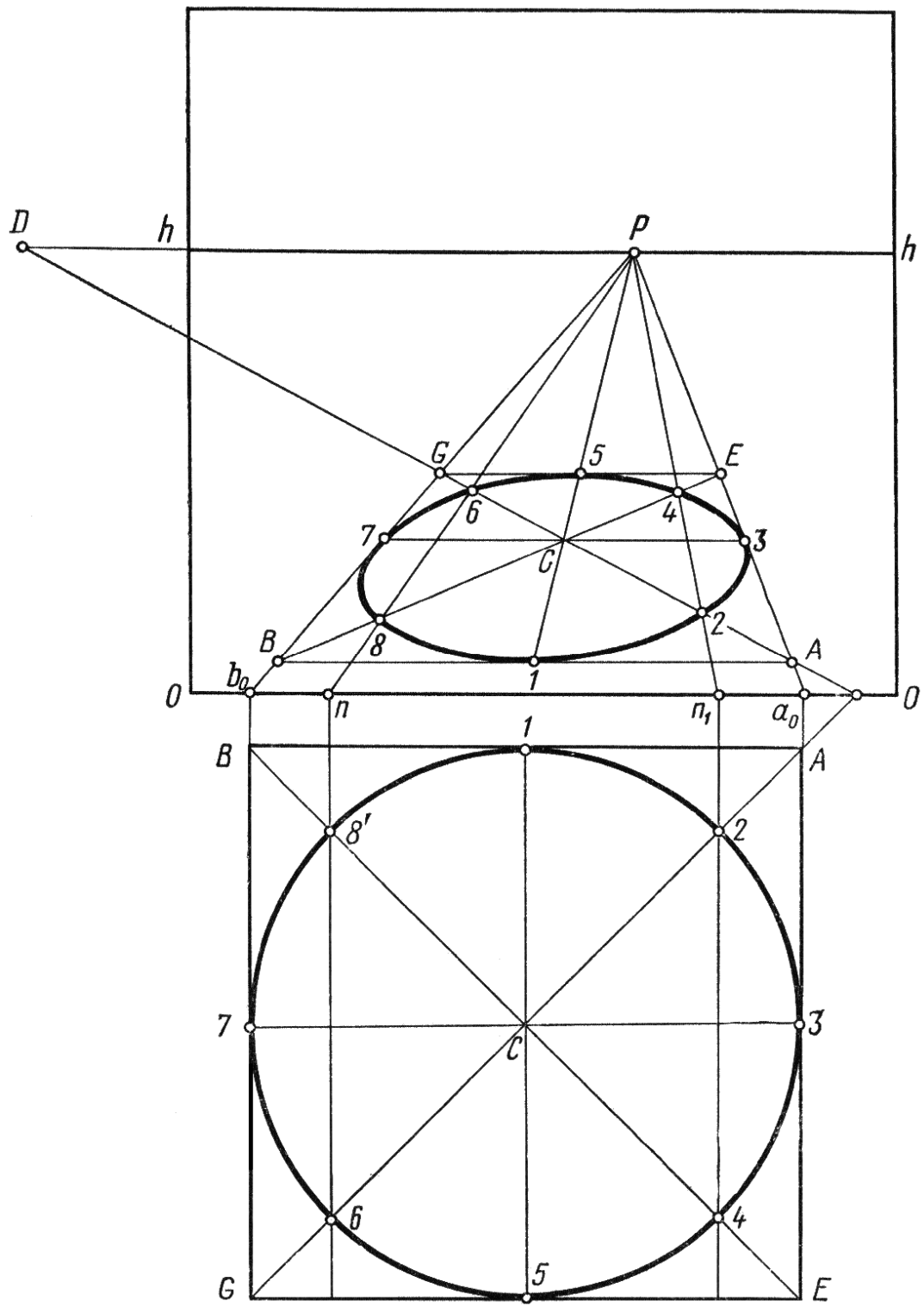
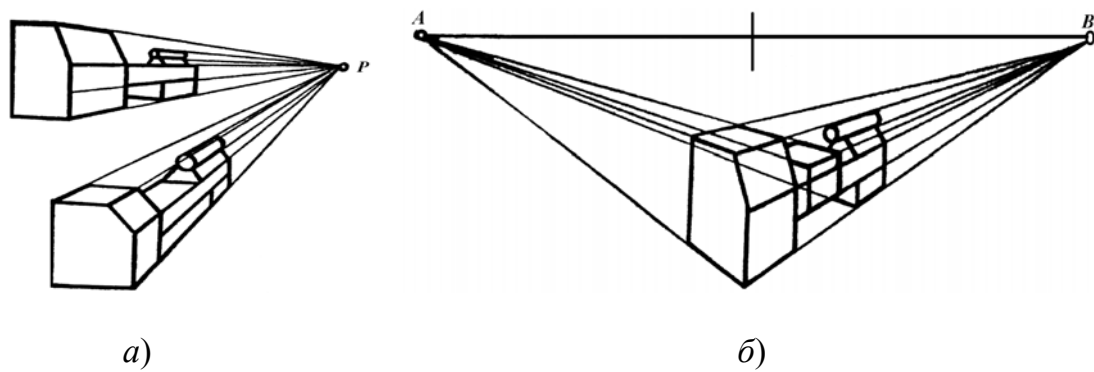


Рис. 3.24. Построение перспективы окружности



в)

Рис. 3.25. Перспективные изображения станка:
 а – с одной точкой схода лучей зрения P ;
 б, в – с двумя точками схода лучей зрения A и B

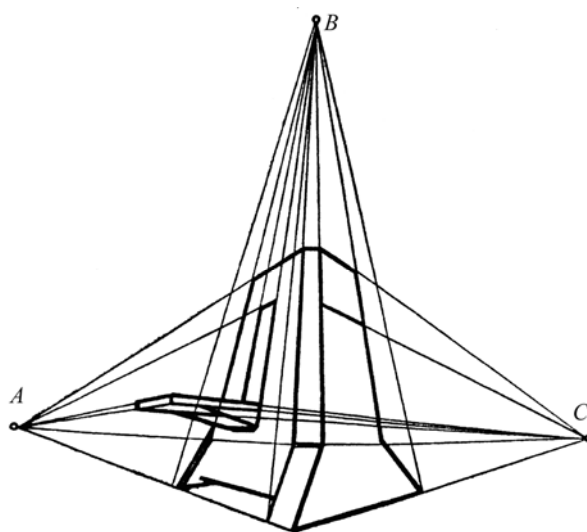


Рис. 3.26. Перспективное изображение с тремя точками схода лучей зрения A , B , C

При построении перспективного изображения предмета по двум проекциям основание картинной плоскости $O-O$ совмещается с основанием предмета. Линию горизонта $h-h$ располагают над верхней плоскостью предмета. Рассматриваемый предмет разворачивают на угол 45° (вид сверху) и одну из граней предмета совмещают с картинной плоскостью (ребро AB). Точка зрения C выбирается таким образом, чтобы угол зрения был в пределах $27-30^\circ$.

Рассмотрим методику построения перспективы по исходным проекциям детали (рис. 3.27).

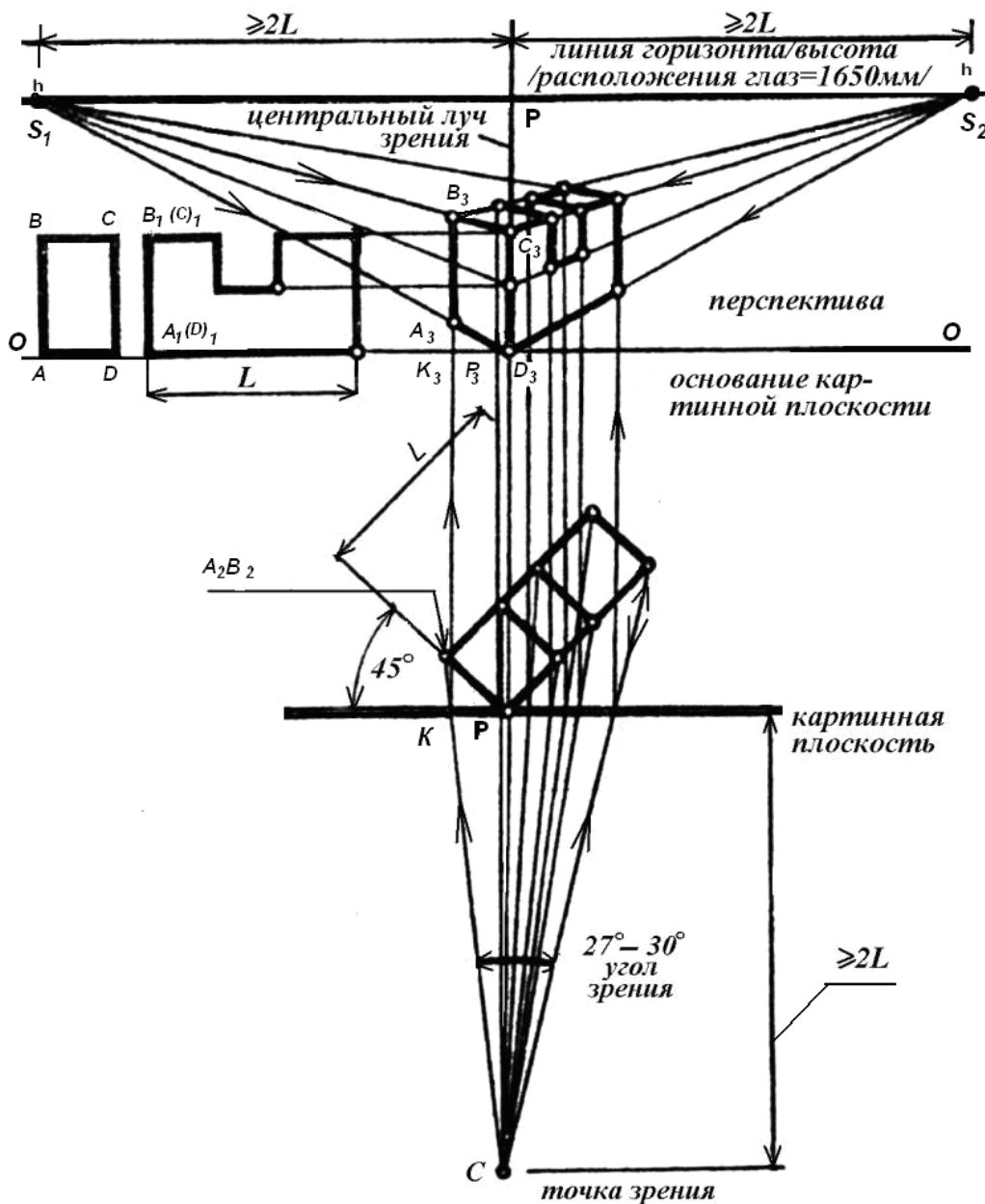


Рис. 3.27. Построение перспективного изображения с двумя точками схода

Выбираем точки схода S_1 и S_2 на расстоянии $\geq 2L$ и точку зрения так, чтобы угол зрения был $27\text{--}30^\circ$ относительно крайних точек проекции детали.

Из точки зрения проводится главный луч CP (рис. 3.27) до пересечения с линией горизонта $h-h$. От главной центральной точки схода P по обе стороны откладываются расстояния $S_1P = S_2P = CP$, которые определяют дополнительные точки схода S_1 и S_2 .

Необходимо также, чтобы перспективные изображения сбоку, сверху и сзади были увязаны с видом сверху. Для этой цели две основные точки зрения поднимают над плоскостью в плане на угол $40\text{--}45^\circ$.

Ребро располагается в картинной плоскости, следовательно, наблюдатель видит его в натуральную величину и без искажений – вертикально.

Величина ребра AD , определяющего положение точки A , определяется отрезком PK (вид сверху). Отложив величину отрезка PK на основании картинной плоскости (отрезок P_3K_3) и проведя через точку K вертикаль, получим направление ребра $CD-C_3D_3$. Его величина определится точками пересечения лучей A_3S_1 и B_3S_1 с C_3D_3 . Аналогично строятся и все остальные плоскости.

На рис. 3.28 приведен пример построения перспективы металлорежущего станка.

Построение собственных и падающих теней в перспективе. Когда световые лучи параллельны плоскости картины, построение падающих теней в перспективе значительно легче выполнить, так как вторичные проекции таких лучей параллельны основанию картины, а перспективы лучей параллельны между собой. Для удобства построения рекомендуется угол наклона лучей к предметной плоскости принимать равным 45° .

Принцип построения теней в перспективе такой же, как в ортогональных проекциях и в аксонометрии. Тень от точки, падающая на поверхность, будет в точке пересечения луча света с поверхностью.

Пусть A – перспектива точки, a – ее вторичная проекция (рис. 3.29). Чтобы построить тень от A на предметную плоскость T , через A проводим луч света, а через a – вторичную проекцию луча. Место пересечения луча и его вторичной проекции определит тень A_T на предметную плоскость.

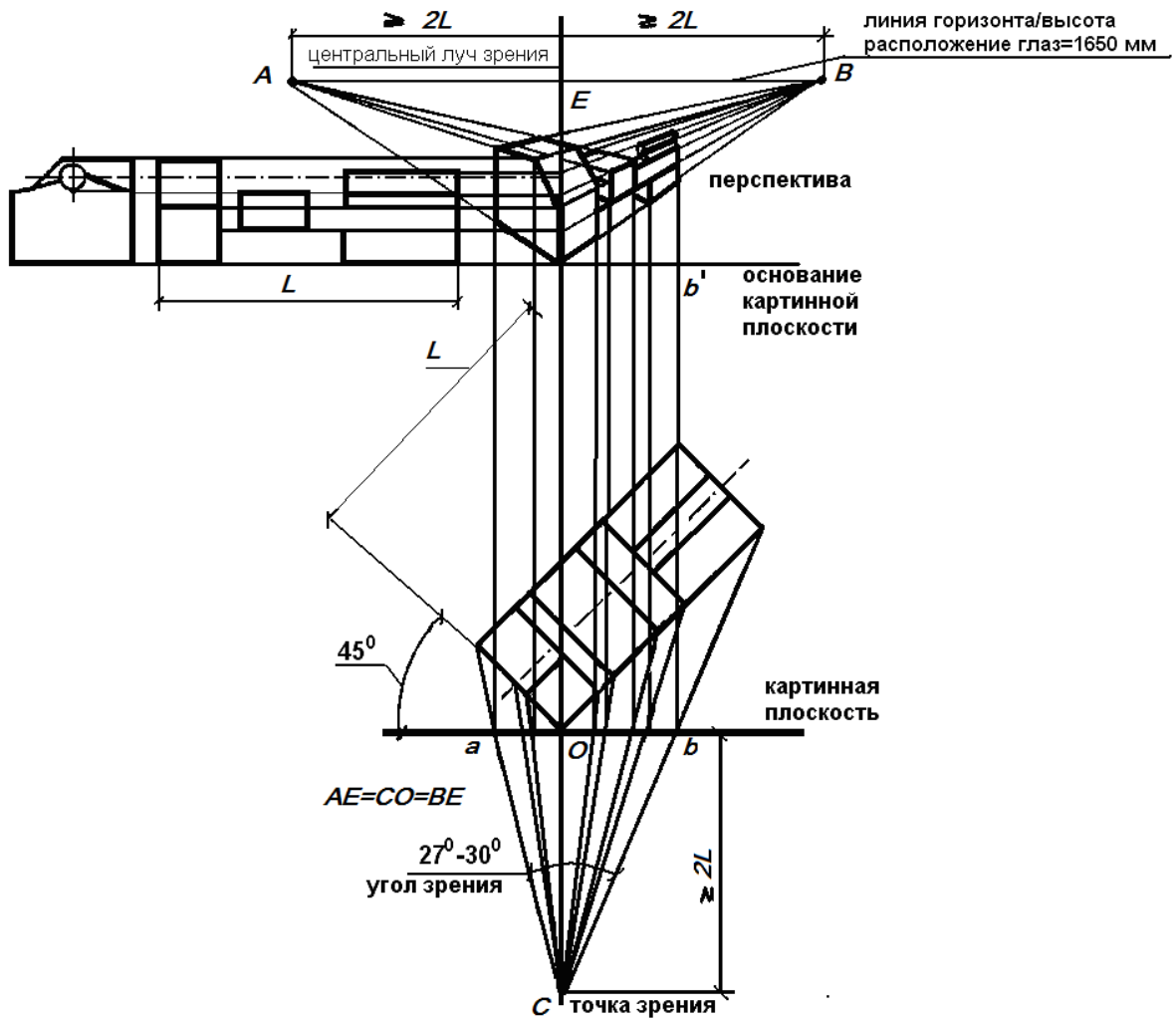


Рис. 3.28. Пример построения перспективы станка

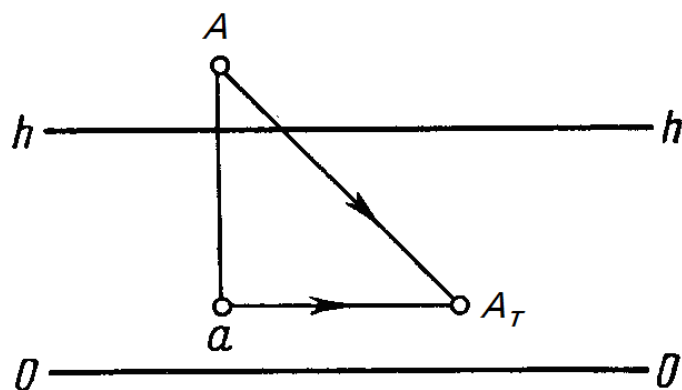


Рис. 3.29. Тень от точки в перспективе

На рис. 3.30 приведен пример построения тени от точки A на наклонную плоскость P четырехугольника $BKED$. Задача сводится к определению точки пересечения луча света (прямой, проведенной

через точку A) с плоскостью четырехугольника, т. е. к определению точки встречи прямой с плоскостью. Для этого через луч света и его вторичную проекцию проводят вспомогательную плоскость Q . Строят линию пересечения плоскости Q с данной плоскостью P (четыреугольником) – прямую MN . В пересечении MN и луча света лежит искомая точка A_p – тень от точки A на плоскость P .

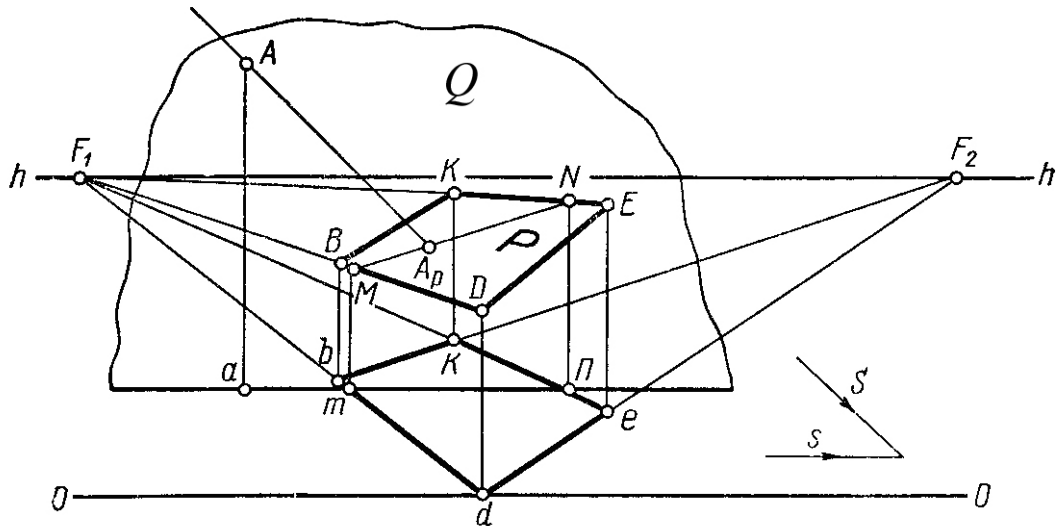


Рис. 3.30. Тень от точки на плоскости общего положения

Чтобы построить тень от отрезка прямой AB (рис. 3.31), достаточно построить тени от точек A и B .

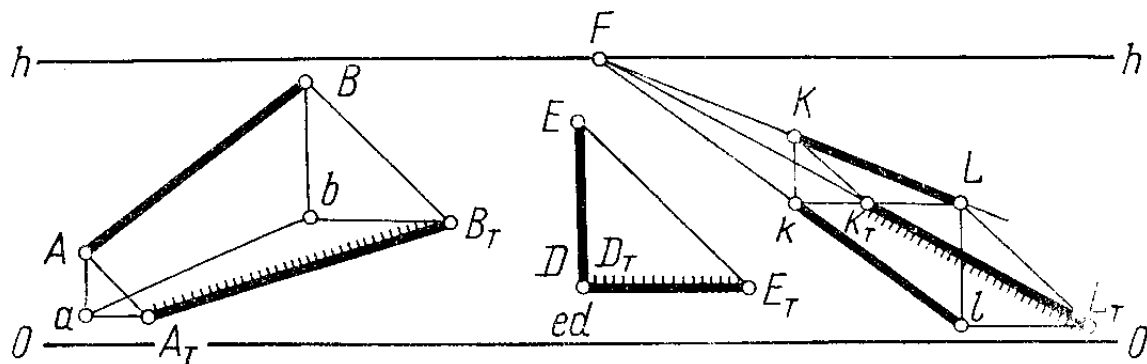


Рис. 3.31. Тень прямых линий

Тень от прямой ED , перпендикулярной к предметной плоскости, совпадает со вторичной проекцией луча, проведенного через вторичную проекцию прямой ed .

Если прямая KL горизонтальна, то тень от нее на предметную плоскость будет параллельна данной прямой и в перспективе будет направлена в общую точку схода F . Тень от вертикальной прямой на вертикальную плоскость вертикальна.

Чтобы построить тень от кривой линии, строят тень от ряда точек этой кривой и полученные тени от точек соединяют плавной кривой линией.

Рассмотрим несколько примеров построения теней от отдельных частей зданий и сооружений.

На рис. 3.32, *а* приведен пример построения тени от выступающей части здания на вертикальную стену, а также тени в нише. Порядок построения виден из рисунка.

На рис. 3.32, *б* построена тень от козырька на вертикальную стену.

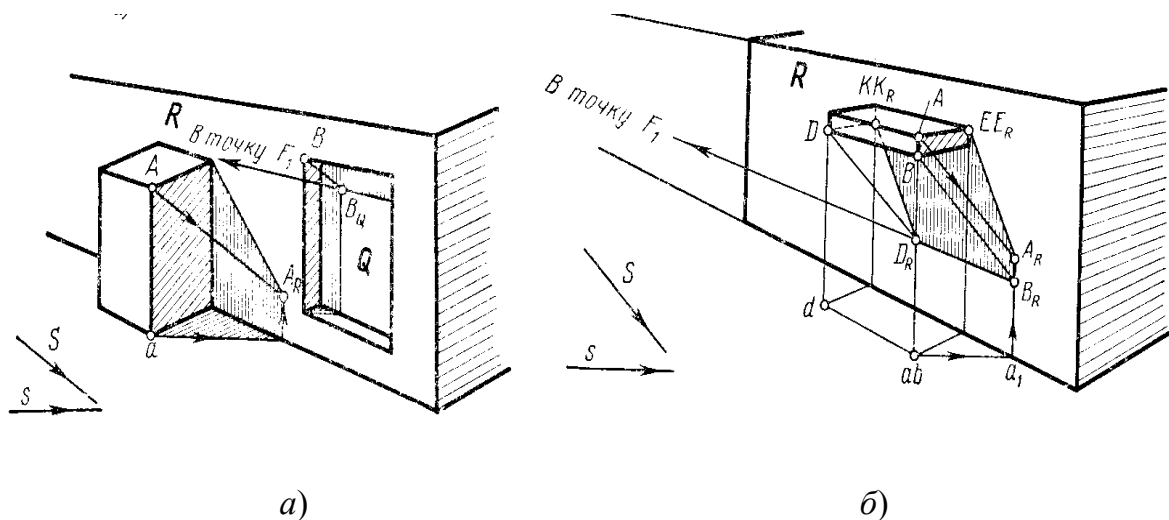


Рис. 3.32. Тени элементов строения

Построение начинают с определения тени от точки A на стену здания. Для этого через точку A проводят луч света, через вторичную проекцию a – вторичную проекцию луча; последняя пересечет стену в точке a_1 . Тень A_R будет в точке пересечения перспективы луча света и вертикали, проведенной по стене через точку a_1 . Тень от отрезка AE пойдет через A_R в точку E_R , совпадающую с точкой E . Тень от отрезка $AB-A_R B_R$ будет параллельна отрезку AB , так же как и тень $B_R D_R$ параллельна отрезку BD , поскольку указанные отрезки параллельны плоскости стены R . Тень от отрезка $DK-D_R K_R$ проходит через точку K .

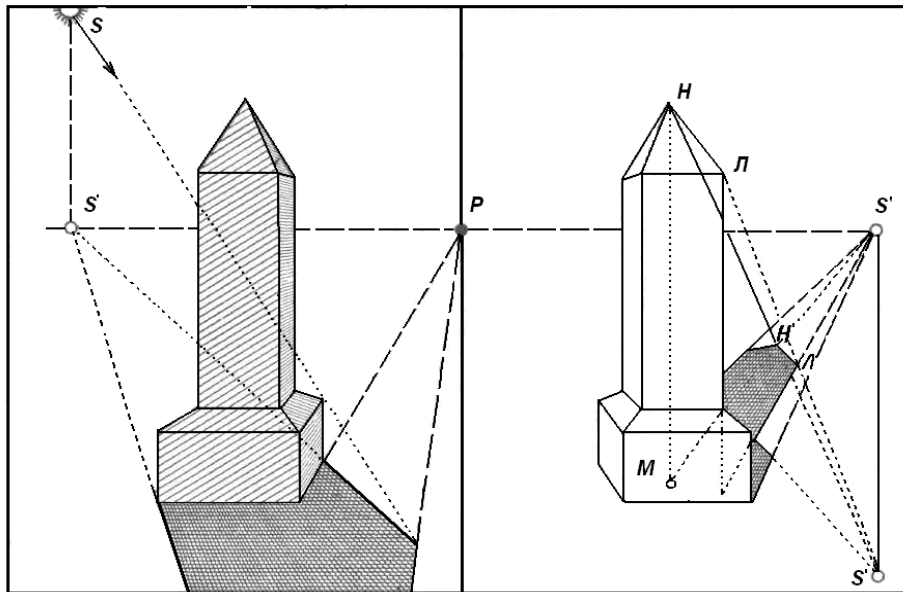


Рис. 3.33. Тени, падающие от геометрических тел в условиях дневного света

На рис. 3.33 представлен пример построения объекта с учетом падающих теней в условиях дневного света.

3.5. Художественный образ машины. Процесс становления зрительного образа формы машины. Правило Миллера

Хотя восприятие человеком образа машины имеет много положительных моментов, оно же все-таки имеет ограниченные возможности. Исходя из того, что оценка машины связана на первых фазах восприятия с мгновенным «схватыванием» форм машины в целом, количество основных объемов машины не должно превышать величину 7 ± 2 (правило Миллера), которое говорит о том, что человек одновременно может воспринимать, различать и оценивать не более 9 объектов.

Ориентировочно можно считать, что если количество основных объемов машины в пределах от 5 до 7, то архитектурно-художественная оценка и отработка ее форм как визуально связанного целого возможна и справедлива. Если количество основных объемов 7–9, то оценка по меньшей мере затруднительна. При большом числе объемов взгляд схватывает попеременно только часть объемов группами не более 7 ± 2 . Цельный охват, восприятие и оценка архитектурно-художественных форм машины становятся затруднительными, а при значительном количестве основных объемов в пределах 25–30 становятся практически

невозможными. В этом случае весьма трудно признать за машиной серьезные архитектурно-художественные достоинства.

В качестве примера проанализируем токарно-винторезный станок мод. 16К20.

Формы этого станка складываются из следующих основных объемов:

- 1) передняя бабка, коробка скоростей и коробка подач;
- 2) резцедержатель, обрабатываемая деталь и люнет, охватываемые поверху в целом защитным экраном;
- 3) суппорт (фартук суппорта);
- 4) задняя бабка (находящаяся при обработке деталей, как правило, не в крайнем правом положении над задней тумбой станка);
- 5) коробчатая часть станины прямоугольной формы между тумбами станка;
- 6) корыто для стружки и эмульсии;
- 7) задняя тумба;
- 8) шкаф с электрооборудованием.

Так как задняя бабка может смотреться иногда не как основной объем, а совместно с задней тумбой или с большой обрабатываемой деталью при широком защитном кожухе, а в отсутствии обрабатываемой детали смотрятся заодно фартук суппорта, резцедержатель и защитный экран, то количество основных объемов станка можно оценивать 6–8. Характерно, что перечень основных объемов и основных узлов станка почти совпадает. Этот факт может быть отмечен как правильное художественно-конструкторское решение формы станка.

Парк станков в цехе и отдельные станки могут восприниматься с трех качественно отличных точек зрения:

1. С точки зрения оператора (станочника), ведущего непосредственно обработку изделий. Причем эта точка зрения относительно неподвижная и на восприятие станков и производственного интерьера в целом откладывает отпечаток: напряженность в работе, степень утомления, загроможденность пространства заготовками и деталями и т. д.

2. С точки зрения пешехода, это могут быть мастера, наладчики и вспомогательные рабочие.

3. С «транспортной» точки зрения, т. е. с точки зрения водителей автокаров, кранов и т. п.

Каждая из выделенных точек зрения отличается друг от друга набором ракурсов (изменением размеров частей изделия) и скоростью их смены. Чем больше скорость передвижения наблюдателя, тем форма, чтобы быть воспринимаемой, должна быть крупнее и должен

быть крупнее масштаб деталей. Поэтому внимание наблюдателя переключается в этом случае на второй и третий планы производственного интерьера. Все это говорит о том, что для рабочего в цехе существуют определенные оптимальные условия видимости, которые определяют направленность восприятия, размер поля зрения и т. д.

Если для восприятия с «транспортной» точки зрения важны объекты второго плана, то для медленно идущего или стоящего человека наибольшее значение приобретает первый план фактуры станков, качество их отделки, предупреждающие сигналы и т. п.

При работе на станке восприятие станка оператором резко отличается от того, как воспринимается станок в проекте на листе ватмана. Для относительно небольшого станка зрительный образ его в представлении станочника складывается из пяти основных категорий:

- 1) системы управления;
- 2) основных узлов (шпиндель, деталь, суппорт и т. д.);
- 3) наиболее важных узлов (шпиндель, деталь, инструмент, рычаги и кнопки управления);
- 4) границ между узлами (явных и условных);
- 5) информационных ориентиров (знаки, сигналы и т. д.).

При работе же на среднем и особенно тяжелом станках охватить одним взглядом объем станка невозможно, а поэтому станок воспринимается по частям. Степень точности восприятия колеблется при этом в довольно широких пределах $\pm 10-15\%$.

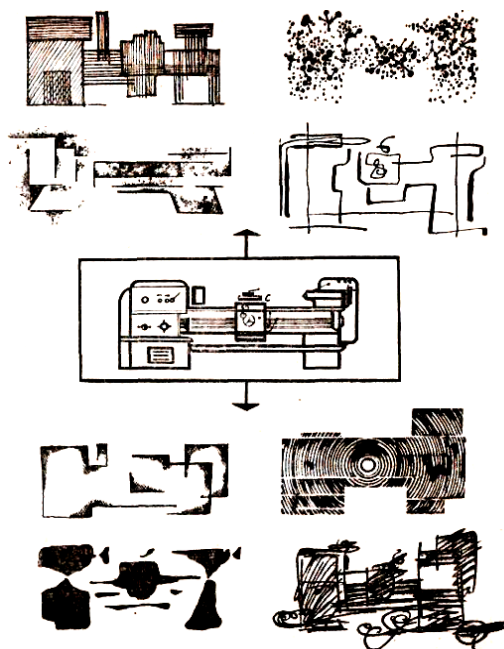


Рис. 3.34. Образ станка, выраженный в различном художественном исполнении

Восприятие форм станка станочником и инженером не всегда соответствует замыслу художника-конструктора. Как правило, станочниками и инженерами воспринимаются не те элементы «новизны», которые ввел художник-конструктор, а лишь те, которые в первую очередь отвечают и подчеркивают функциональное назначение машины. Функция, и прежде всего функция оказывается наиболее сильным фактором при характеристике машины, которая отражается в ее форме (рис. 3.34).

3.6. Зрительная организация пространства

Чтобы создать изделие целостное, которое человек воспринимал бы легко и правильно, необходимо организовывать это изделие, т. е. создать такую форму, которая вызвала бы у человека воспоминания, представление о взаимосвязи всех его частей.





Форма изделий образуется при помощи следующих элементов:

- 1) отрезка линии;
- 2) участка плоскости;
- 3) ограниченного в пространстве объема.

Рассмотрение этих элементов обычно сводится к рассмотрению линейных размеров. Такими элементами являются элементы, представленные в табл. 3.1: горизонтальный, вертикальный, наклонный, изогнутый.

Таблица 3.1

Элементы, с помощью которых образуется форма

Вид элемента	Изображение элемента
Горизонтальный	
Вертикальный	
Наклонный	
Изогнутый	

Наклонный элемент имеет две системы координат. Требуется больших усилий при восприятии, нежели два предыдущих, и эмоциональнее воздействует на наши органы чувств.

В художественном конструировании горизонтальный элемент принимается за норму, его рассмотрение требует небольших усилий; чувственная реакция при его восприятии наиболее слабая и создает впечатление устойчивости, стабильности.

Вертикальный элемент более эмоционален и воспринимается как нарушение нормы, он требует больших усилий при восприятии, действует возбуждающе.

Время считывания элементов (фигуры), расположенных вертикально (рис. 3.35, а), на $1/3$ больше, чем элементов, расположенных горизонтально при одинаковых размерах (рис. 3.35, б).

Психологически длина вертикального отрезка (рис. 3.35, в) кажется длиннее вертикального в соотношении $3/4$.

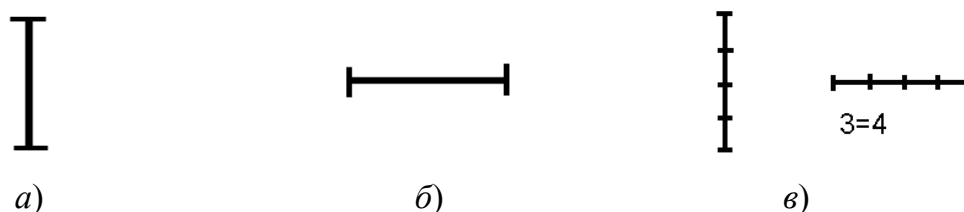


Рис. 3.35. Примеры считывания вертикальных и горизонтальных элементов (линий)

Форма на рис. 3.36, а с таким соотношением обладает наибольшей простотой, цельностью, конкретностью и законченностью, но и очень легко забывается, так как и легко считывается. Форма (квадрат) является аксиомой. Форма, приведенная на рис. 3.36, в, обладает повышенной стабильностью, а форма на рис. 3.36, г требует большего времени для распознавания, но и дольше удерживается в памяти.

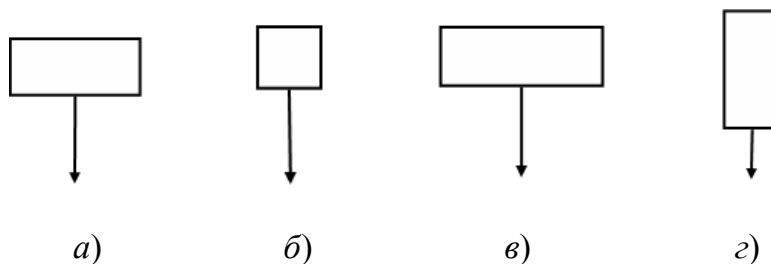






Рис. 3.36. Примеры считывания различных форм

В табл. 3.2. представлено время считывание элементов разных видов. Прерывистые линии воспринимаются по времени больше, чем не прерывистая линия.

Время считывания элементов, представленных прерывистыми линиями

	t – время считывания
	$t + 1$
	$t + 2$
	$t + 3$

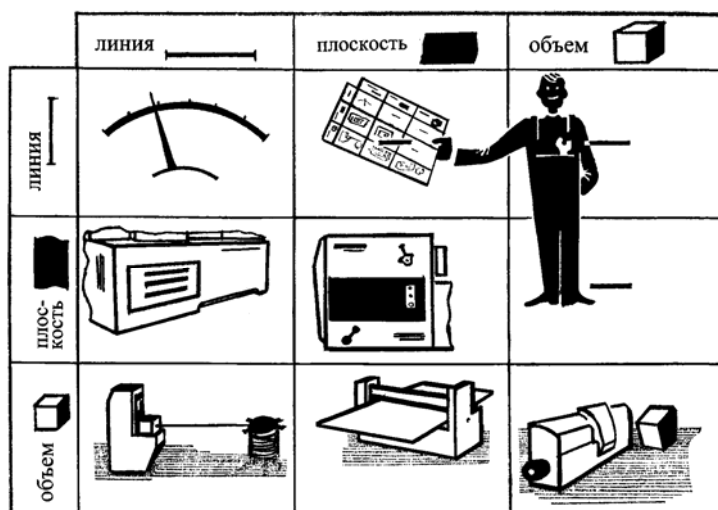


Рис. 3.37. Система пропорциональных связей

На рис. 3.37 приведены примеры сочетания трех исходных элементов из соответствующих пропорциональных элементов (отрезок линии, участка плоскости, ограниченного в пространстве объема), используемых для создания целостного изделия, позволяющего человеку правильно и легко воспринимать для изучения и последующего использования.

Глава 4

ОСНОВНЫЕ СРЕДСТВА КОМПОЗИЦИИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

4.1. Основные категории композиции

Композиционное формообразование (в дизайне) – процесс структурной организации элементов объекта дизайна, средства и методы которого соотносятся с задачей привнесения в объект гармонии

между ним и человеком. Объектами композиционного формообразования для дизайнера и архитектора-дизайнера являются визуальная, антропометрическая и материальная структура объекта.

В профессиональных высказываниях дизайнеров и архитекторов встречается непосредственное соединение понятий «эстетическое воздействие» и «эмоциональность» с понятиями «порядок», «организованность», «метр», «ритм» и другими, характеризующими различные стороны структурной организации проектируемых объектов. Роль этих средств в построении формы бесспорна. Но если особенности структурной организации объекта рассматриваются вне связи с его общей художественной идеей или с его символическим содержанием, то это значит, что пропорциональные системы самостоятельны по отношению к художественному образу и содержанию. Тогда задачи формообразования предстают лишь как гармонизация внешних форм, достижение их соразмерности. Эстетическая организация дизайнерской и архитектурной формы в этом случае оказывается независимой от того, какую образно-смысловую нагрузку несет объект, а композиция – лишь как средство, вносящее в форму элементарную организованность.

Средства композиционного формообразования – приемы и методы, соотносимые с задачей привнесения человеческой меры в объекты, достижения гармонии структурных связей между человеком и вещью, оборудованием, сооружениями и предметно-пространственной средой в целом.

Главное в композиции – решение задач, связанных с соподчинением как соразмерностью и согласованностью пространства, массы и светового потока отдельных элементов композиционной структуры. С помощью этих основных категорий композиции организованные пространства, массы конструкций и материала и их световые характеристики объединяются в единое целое. Используя средства композиции, мы и создаем не только функционирующий архитектурный или дизайнерский объект, но и его художественный образ.

За каждой из этих категорий стоят конкретные средства композиции:

– за соподчиненностью – выявление характера объемно-пространственной структуры и тектонических отношений;

– за соразмерностью – нахождение необходимых пропорций, метроритмических, масштабных и других характеристик реальных архитектурных и дизайнерских структур, способствующих оптимальной организации форм, в том числе с точки зрения их гармонизации;

– за согласованностью – уточнение пластических характеристик этих форм с учетом свето-цветовой среды и условий восприятия объекта или комплекса.

Композиция – это взаимосвязь важнейших элементов проектируемого изделия, раскрывающая его идейный замысел.

Композиция (лат. *compositio* – составление, соединение) – изучает закономерности и раскрывает специфические приемы и средства, используемые в процессе работы над художественным образом.

Вопросы теории композиции в технике еще полностью не отработаны. Значительный вклад в ее развитие внес советский искусствовед Ю. С. Сомов. Он предложил общую структуру теории композиции в технике и, что особенно важно, связал ее отдельные проблемы в единое целое.

Теория композиции базируется на категориях, которые выражают наиболее общие и существенные связи и отношения рассматриваемых явлений. Такими категориями являются тектоника и объемно-пространственная структура.

Тектоника (греч. *tektonikes* – относящийся к строительству) в широком смысле слова означает построение, структуру любого произведения. Тектоника в технике означает зримое отражение в форме работы конструкции и организации материала (рис. 4.1, а).

Понятие тектоника связывает две важные характеристики промышленного изделия: форму и ее конструктивную основу, под которой понимается работа несущей части конструкции, характер распределения главных усилий, соотношение масс и т. д. Все эти особенности конструктивной основы должны правдиво отражаться в форме. Токарный станок на рис. 4.1, б подчеркнуто сочлененного, составного характера формы. Тектонически ясная основа находит выражение в несколько жестком геометризме формы (рис. 4.1, б), в сквозных горизонтальных и вертикальных членениях, образованных плоскостями разъемов.

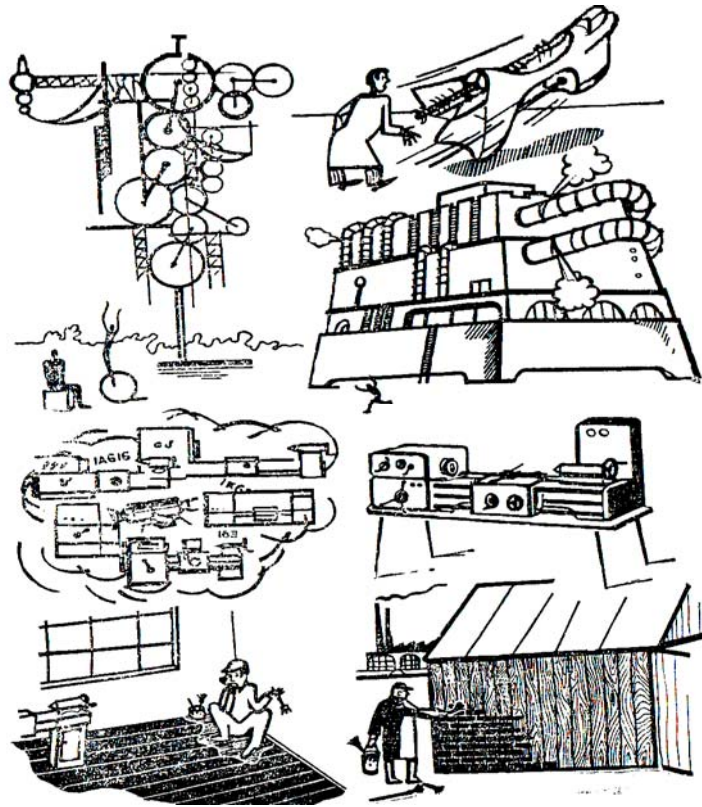
Тектоническая форма способна в технике выразить следующее (рис. 4.1):

- 1) машинную абстракцию (архитектурно-машинные фантазии, часто без малейшего намека на реальную функцию изображаемой формы);
- 2) мощь (представление о большой мощи, как правило, ассоциируется с большими габаритами машин);
- 3) функционально-отраслевую принадлежность машины (станок для обработки резанием, давлением и т. д.);

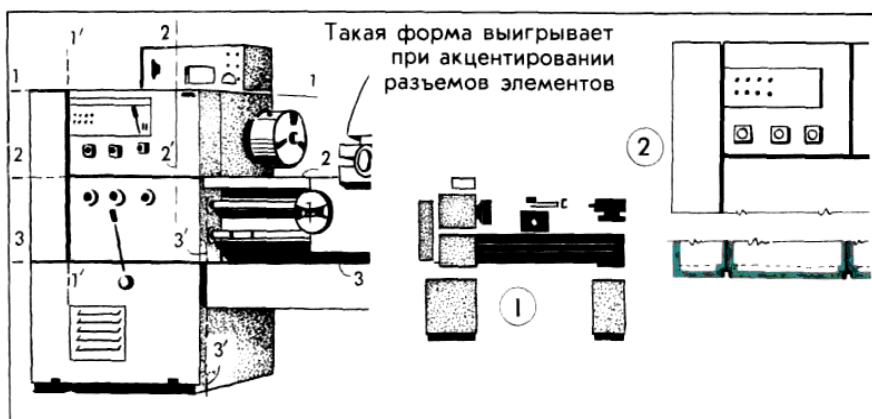
4) основные элементы конструктивной схемы и их взаимосвязь (несущие или ненесущие элементы крупных станков, подвижные и неподвижные узлы и др.);

5) технологические приемы изготовления и сборки элементов конструкции (разъемные, неразъемные, сварные соединения, литые и др.);

б) основные использованные материалы и их качество.



а)



б)

Рис. 4.1. Тектоническая форма

В идеале все эти взаимосвязанные особенности должны быть выявлены в форме любой конструкции. Но на практике это редко удается по многим причинам, как объективным (требования стандартов, конструкторско-технологические, уровень технической культуры предприятия), так и субъективным (уровень таланта художника).

Закономерности тектоники отражают в форме изделия, характера работы конструкции и материалов прочность, устойчивость, равновесие, распределение и погашение усилий, которые возникают при воздействии силы тяжести, взаимодействии элементов конструкции и преодолении сопротивления окружающей среды при движении.

Тектоническая форма вертикально-фрезерного станка (рис. 4.2) определяется рациональностью связей между технической структурой и корпусными элементами во всех точках их взаимодействия.

Тектоническая структура находит простое и логическое отражение в форме. Это создает ясный тектонический характер.

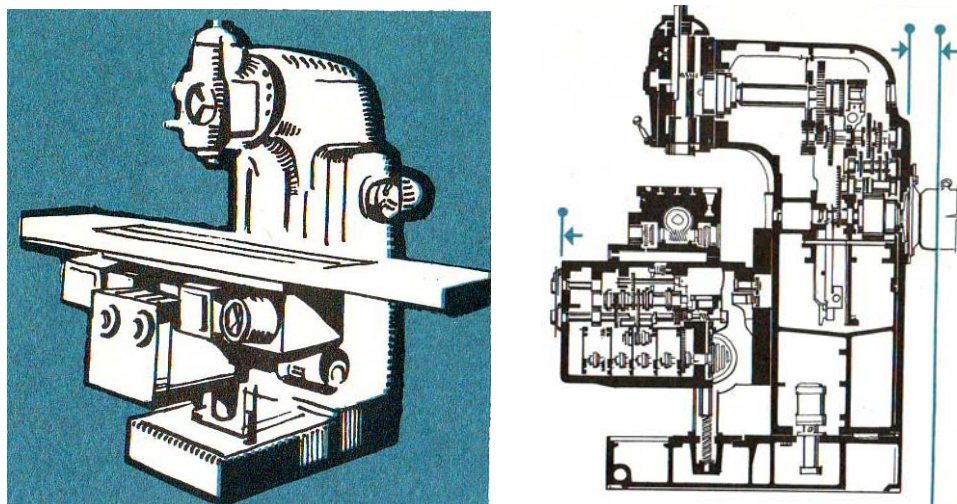


Рис. 4.2. Вертикально-фрезерный станок – пример тектонической структуры

Скульптурность формы корпуса аналогичного станка (рис. 4.3), в известной мере независимой от его технической структуры, вызывает необходимость в развитии дополнительных литых приливов корпусных элементов формы в местах взаимодействия корпуса с механизмом (узлы 1, 2, 3). Появление наклонных линий влечет за собой неоправданное усложнение конструкции.

Заштрихованные участки показывают увеличение габаритов станка. Несколько нарочитая пластичность приводит к заметным противоречиям между формой и конструкцией.

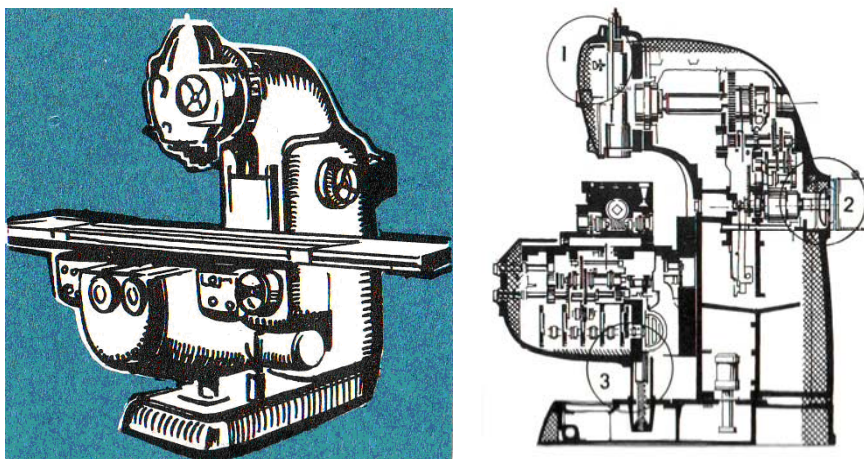


Рис. 4.3. Вертикально-фрезерный станок – пример нарушения тектоники

Скульптурность формы станков с развитием кинематической системы по вертикали в принципе возможна, но она должна быть подчинена этой системе, чтобы не увеличивать металлоемкость станка, не нарушать чистоту конструкции и тектоники.

4.2. Объемно-пространственная структура

Форма любого изделия так или иначе взаимодействует с пространством, поэтому в отношении любой формы можно говорить о двух компонентах структуры – объеме и пространстве. Как бы ни была построена форма, можно с полным правом говорить о двух основных компонентах ее структуры – объеме и пространстве. Конечно, само понятие «объемно-пространственная структура» только условно применимо ко всякой форме. Гладко обкатанный морем камень – это форма, но пространственно, строго говоря, не является структурой; пчелиные соты – наиболее характерный пример закономерно построенной объемно-пространственной структуры, а в прозрачной сетке, сотканной пауком, материала уже так мало, что об объемно-пространственной структуре опять-таки можно говорить лишь условно.

По признаку объемно-пространственного строения промышленные изделия условно можно разделить на 3 группы:

- 1) с открытыми технологическими структурами действующих механизмов или несущих конструкций;
- 2) относительно просто организованные моноблочные структуры со скрытым механизмом, размещенном в корпусе;
- 3) сложные объемно-пространственные структуры, сочетающие элементы первых групп.

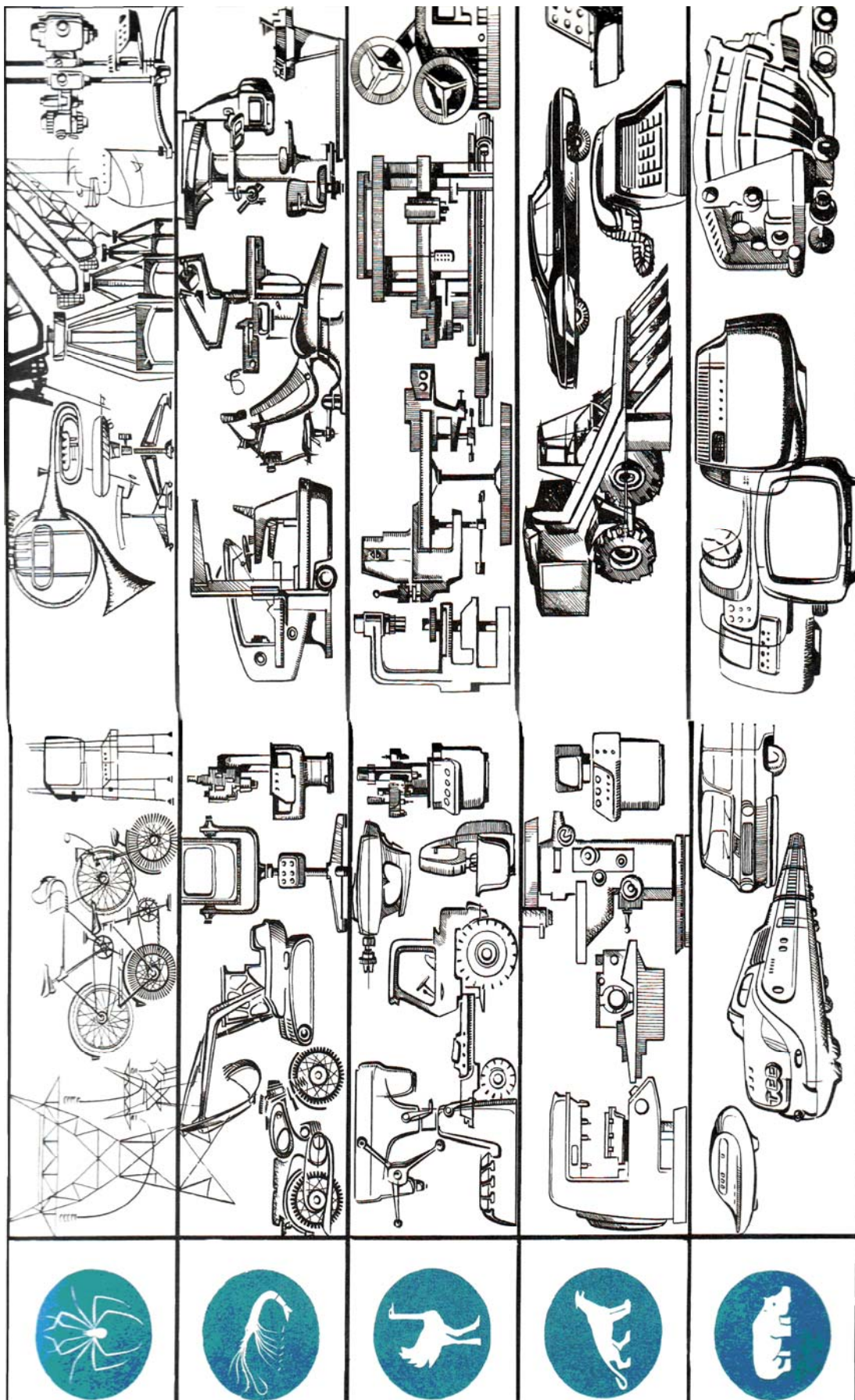


Рис. 4.4. Объемно-пространственная структура

Постепенное нарастание плотности объемно-пространственных структур показано на рис. 4.4. От самых тонких, ажурных конструкций до плотных, словно «сбитых» форм – таково разнообразие проявлений отношения объема в пространстве как в природе, так и в технике.

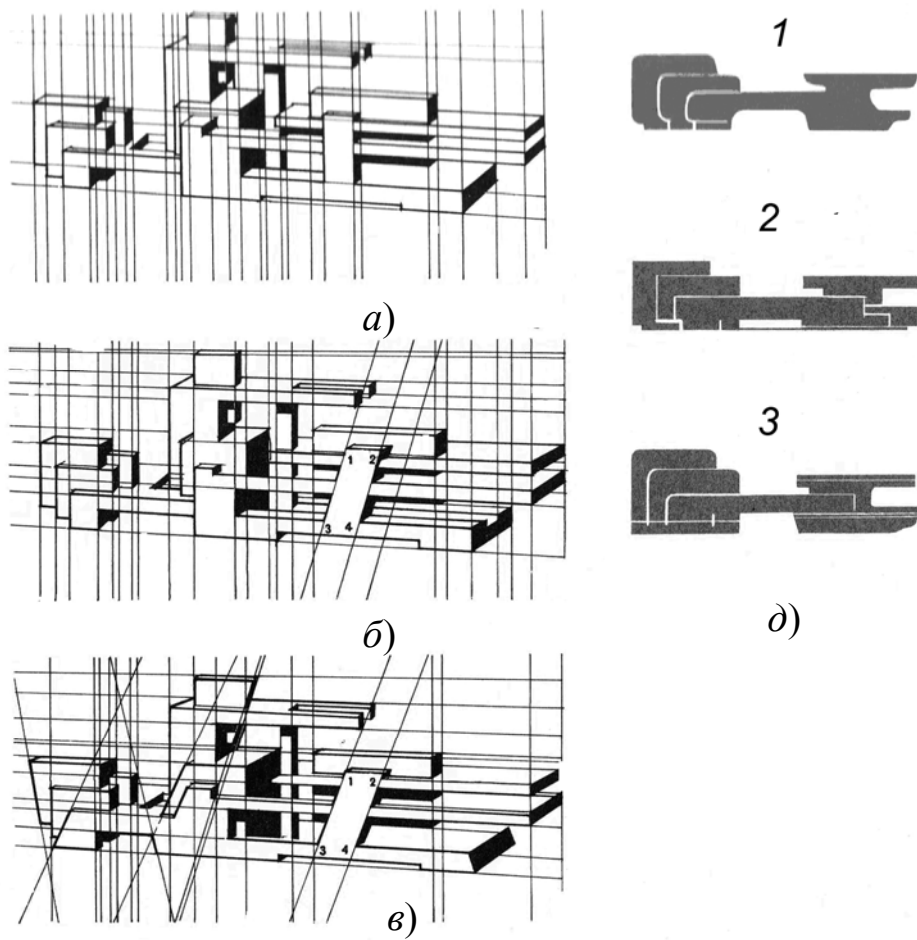
Занятый сложными вопросами воплощения разрабатываемой им конструкции в материале, инженер большей частью просто не думает о «нематериальном» компоненте – пространстве. Психологически это вполне можно понять, однако для создания эстетически полноценного промышленного изделия совершенно необходимо иметь в виду характер взаимодействия пространства с объемом.

Ведь независимо от своего желания конструктор организует не только материально осязаемую субстанцию, но и пространство, входящее с нею в контакт. Шар, куб, пирамида или цилиндр наиболее просто взаимодействуют с пространством. Простота объема позволяет отчетливо представить невидимые его части, т. е. форму в целом. Но главное, что позволяет это сделать, – не столько простота объема, сколько закономерность, лежащая в основе строения формы, – принцип ее развития. Важнейшей из закономерностей хорошо организованной объемно-пространственной структуры является органичность связей между отдельными элементами или частями структуры.

На рис. 4.5, *а* приведен пример сложной объемно-пространственной структуры, построенной в виде системы ряда основных и сопутствующих элементов. Своеобразным законом этой структуры является связь всех ее элементов, основанная на прямоугольной пространственной сетке. Какой бы из фрагментов мы ни рассматривали, отношения между объемами и пространством как в глубине структуры, так и ближе к наружным элементам определяет прямой угол. Представим теперь, что изменился характер лишь одной связи и в прямоугольной сетке неожиданно появились тупые и острые углы (рис. 4.5, *б*). Такое изменение структуры связей неизбежно для всей композиции. Наклонный элемент в контуре игнорирует весь ее строй – он не вписывается в геометрическую систему данной структуры. Чужеродная наклонная связь вызвала острые противоречия во всей системе «окон».

Если наклон в одном из важных элементов структуры по каким-либо соображениям неизбежен, для достижения целостности композиции необходимо найти ответные наклоны хотя бы во второстепенных элементах, причем возможны и наклоны обратные (рис. 4.5, *в*). Тогда возникает взаимодействие двух скоординированных систем.

Типичным примером сложной объемно-пространственной структуры, организованной многократно повторяющимися горизонталями, скоординированными с наклонными линиями, может служить гидравлический пресс (рис. 4.5, з).



Связи элементов объемно-пространственной структуры должны носить не случайный, а закономерный характер

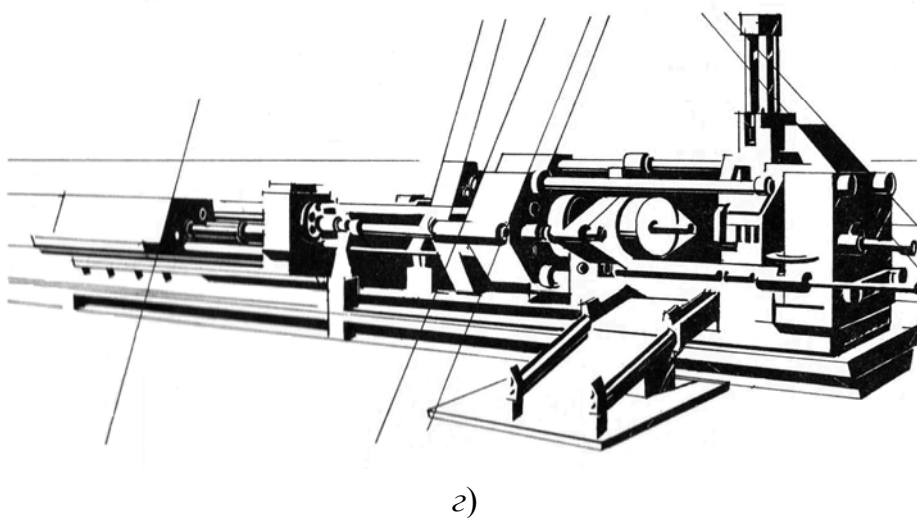


Рис. 4.5. Сложная объемно-пространственная структура

При проектировании необходимо учитывать также зависимость характера связующих элементов от тектоники формы (рис. 4.5, д, позиции 1–3). Работа дизайнера над открытыми объемно-пространственными структурами имеет ряд существенных особенностей, и главная из них в том, что необходимо до тонкостей понять их тектоническую основу.

Форма и конструкция в таких структурах становятся понятиями действительно адекватными.

4.3. Основные элементы композиции, применяемые в технологических системах

К основным элементам композиции можно отнести:

- 1) пропорции;
- 2) симметрию и асимметрию;
- 3) метр и ритм;
- 4) контраст и нюанс;
- 5) статичность, динамичность;
- 6) тяжесть, легкость, сила и др.

Пропорции могут быть определены как соразмерность, определенное соотношение частей между собой и в целом.

В художественном конструировании пропорция выступает в виде различных математических отношений, выражающих правильность геометрического строения форм в строгом соблюдении единой пропорции.

Пропорции тесно связаны с характером взаимоотношений элементов формы – их пространственных расположений, соподчиненностью в композиции.

Построение пропорций связано с законами механики, зрительного восприятия, рационального строения форм природы и человеческого тела.

Различают арифметическую и геометрическую пропорции.

В арифметической пропорции (рис. 4.6) проявляется взаимосвязь частей и целого, обеспечиваемая путем повторения одного заданного размера.

$b - a = d - c = e - f = m$ } арифметические или модульные пропорции.

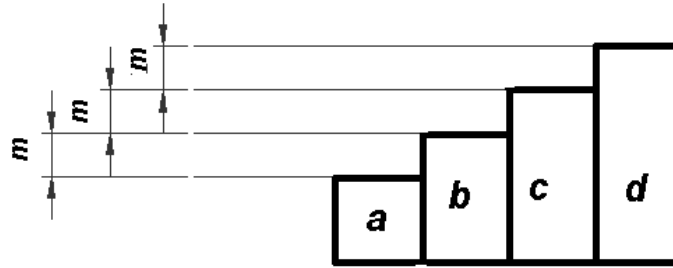


Рис. 4.6. Пример арифметических пропорций

Арифметические пропорции имеют большое значение в сфере техники. Это объясняется прежде всего тем, что многие современные изделия представляют собой своеобразные системы многократно повторяющихся унифицированных элементов. А при унификации и стандартизации размеров промышленных изделий применяются арифметические прогрессии.

Более сложной является геометрическая пропорция. Она основывается на равенстве отношений и проявляется в геометрическом подобии элементов и форм:

$$a : b = b : c.$$

Среди геометрических пропорций имеется и ряд гармонических пропорций:

$$a : c = (a - b) : (b - c).$$

Сложными также являются геометрические пропорции, которые основываются на равенстве отношений и проявляются в геометрическом подобии элементов и форм (рис. 4.7).

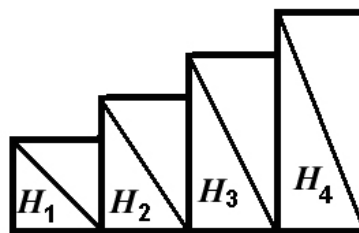


Рис. 4.7. Пример сложных геометрических пропорций

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

Птолемей (II в. до н. э.) отметил, что высоту человеческой фигуры можно условно разделить на 21 часть. Причем большая часть от пупа до низа составляет 13, а меньшая – от пупа вверх – составляет 8 частей. Дальнейшие исследования, проведенные Леонардо да Винчи, подтвердили это (большая часть к меньшей как их сумма к большей). Такая пропорция человека была названа «Закон золотого сечения», или «Божественная пропорция». Математически золотое сечение получается следующим образом (рис. 4.8):

$$\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a}; \quad \text{обозначим } \frac{a}{b} = x;$$

$$x = 1 + \frac{1}{x}; \quad x^2 = 1 + x; \quad x^2 - x - 1 = 0;$$

$$x_{1,2} = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + 1} = \frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{1}{2}(1 \pm \sqrt{5});$$

$$\frac{a}{b} = 1,618; \quad a = 1,618; \quad b = 1,0;$$

$$a + b = 2,618; \quad a = 0,618; \quad b = 0,382; \quad a + b = 1.$$



Рис. 4.8. Схема для математического расчета «Закона золотого сечения»

При проектировании технологических систем используется система предпочтительных пропорций, которая является прямым развитием и продолжением международной системы предпочтительных чисел. Она основана на том, что какие бы размеры конструкций ни получились в результате расчетов, в проекте они должны быть откорректированы (уменьшены или, что более вероятно, увеличены) так, чтобы совпадали с членами одного из рядов предпочтительных чисел.

В системе пять основных рядов геометрических прогрессий: $R5$, $R10$, $R20$, $R40$, $R80$, имеющих, соответственно, 5, 10, 20, 40, 80 членов и знаменателей прогрессий.

Для каждого из членов рядов подобраны соответствующие отношения из ряда натуральных чисел от 1 до 50, образующие систему предпочтительных пропорций с соответствующими рядами П5, П10, П20, П40 и П80 (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Система предпочтительных пропорций

Ряды системы					Пропорции				
П5	П10	П20	П40	П80					
+	+	+	+	+	1/1	8/5	5/2	4/1	19/3
				+	35/34*	13/8	13/5	41/10*	13/2
			+	+	18/17	5/3	8/3	17/4	20/3
				+	12/11	7/4	11/4	13/3	34/5*
		+	+	+	9/8	9/5	14/5	9/2	7/1
				+	15/13	11/6	29/10	14/3	22/3*
			+	+	13/11	15/8	3/1	19/4	15/2
				+	11/9	25/13*	31/10*	24/5*	31/4*
	+	+	+	+	5/4	2/1	19/6	5/1	8/1
				+	9/7	35/17*	13/4	26/5*	33/4*
			+	+	4/3	15/7	10/3	16/3	17/2
				+	11/8	11/5	17/5	11/2	35/4*
		+	+	+	7/5	9/4	7/2	17/3	9/1
				+	10/7	7/3	11/3	29/5*	37/4
			+	+	3/2	19/8	15/4	6/1	19/2
				+	11/7	17/7	27/7*	31/5*	39/4*

* Члены ряда использовать не рекомендуется.

При проектировании станка необходимо соблюдать следующий порядок использования системы предпочтительных пропорций:

– на основании технико-экономических расчетов и компоновочных прикидок устанавливают габаритные пропорции конструкции, откорректированные по таблице предпочтительных пропорций (по возможности выбирают ряды П5, П10); по таблице предпочтительных пропорций подбирают семейство отношений, кратных этой пропорции, например, если габаритные пропорции составляют на главном виде 3 : 1, то выписывают отношения 3 : 1, 3 : 2, 4 : 3, 5 : 3, 8 : 3 и т. д., семейство подбирают так, чтобы его охватывал также возможно меньший по численности ряд членов предпочтительных пропорций (П5 лучше, чем П10; П10 лучше, чем П20, и т. д.);

– в соответствии с принятым семейством предпочтительных пропорций прорабатывают все элементы, которые определяют внешний вид станка.

При композиционном построении формы станка необходимо в первую очередь устанавливать группу размеров, определяющую конструктивно-технологические и эксплуатационные характеристики станка, например:

- размеры, связанные с антропометрическими данными оператора;
- размеры основных функциональных узлов;
- размеры применяемых стандартных и унифицированных деталей, узлов и блоков;
- соединительные размеры;
- размеры, определяющие стилевые признаки оборудования.

Пропорции в композиции станков и других промышленных изделий выступают в неразрывном единстве с другим важнейшим средством гармонизации формы промышленных изделий – масштабностью.

Пропорциональные связи необходимо представить сочетанием трех исходных элементов, пропорциональных соотношений – отрезка линии, участка плоскости, ограниченного в пространстве объема. Например, токарный станок (рис. 4.9, а) с ясной и четкой организацией объемно-пространственной структуры. Этим же путем можно пропорционировать и другие токарно-винторезные, шлифовальные станки, объемно-пространственную структуру которых можно представить как ряд относительно легко воспринимаемых условных планов (рис. 4.9, б; 4.10).

К наиболее действенным средствам композиции, поддающимся математической обработке, относится ритм. Сущность ритма заключается в движении.

Ритм – (греч. *rhythmos* – размеренность, упорядоченность) – это повторение одних и тех же элементов, объемов, чередование, уменьшение или увеличение размеров, расстояний, площадей.

Различают метрический и прогрессивный ритмы.

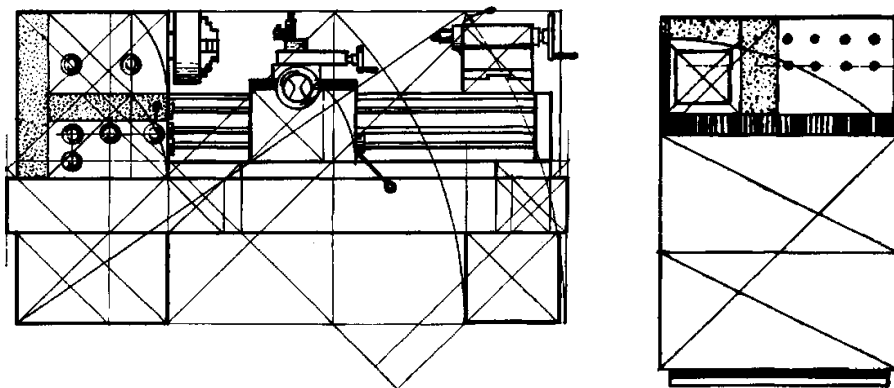
Метрический ритм (менер) – равное постепенное чередование одного или нескольких элементов.

Менер не обладает динамичностью и служит для связи элементов в целое.

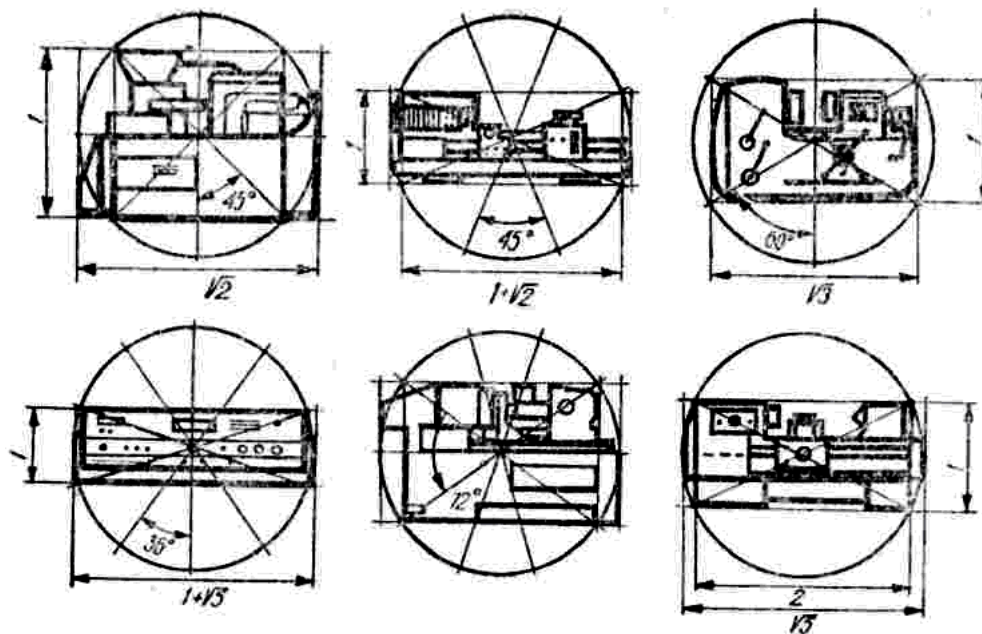
Прогрессивный ритм – закономерное изменение размеров, площадей, объемов.

Большинство станков и сложных приборов проектируется с учетом прогрессивного ритма.

Простейший ритмический ряд ($A + A + A \dots$) выражает покой, равновесие. Пример (пчелиные соты) метрического ряда – повторение таких однородных элементов, как клавиши компьютера, кнопки управления телевизора, магнитофона; на закономерностях метрических рядов основывается структура пространства автобусов, вагонов, слагаемая из рядов мест для пассажиров.



a)



b)

Рис. 4.9. Методы пропорционирования токарного станка

Сложный ритм включает систему элементов, объясняемых пропорциональной зависимостью нарастания или убывания: $A + (A + B) + (A + B + C) + \dots$; $A + \kappa A + \kappa^2 A + \kappa^3 A + \dots$. Он выражает динамику,

внутреннюю напряженность движения элементов. Примером прогрессивного ритма служит кривая, построенная по закону геометрической прогрессии: a , ag^2 , ag^3 . Гармонизированный ее вариант, названный Гёте «кривой жизни», изображен на рис. 4.11.

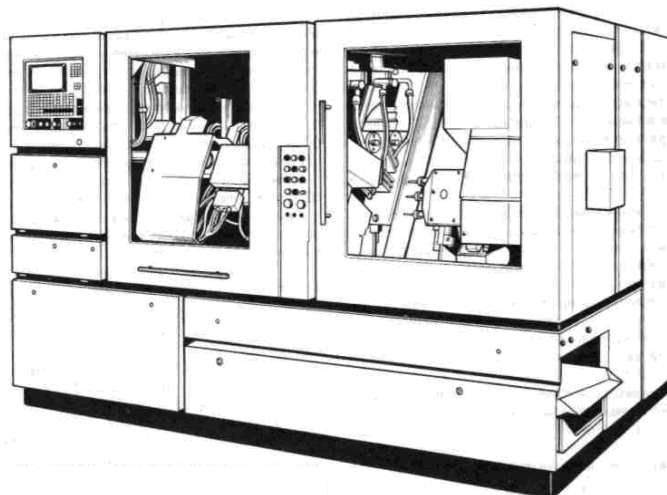


Рис. 4.10. Пропорционирование станка с ЧПУ

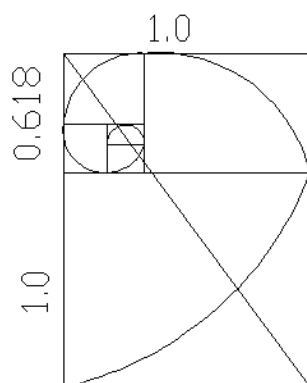


Рис. 4.11. Пример ритма

На рис. 4.12, *a–г* показаны закономерности или их нарушения в ритмических системах. Организующая роль ритма в композиции тем активнее, чем сильнее само проявление этой закономерности. Ритм может быть выражен слабо, когда изменения чередований или самих элементов едва заметны, но он может быть и настолько сильным, мощным, что становится ведущим началом композиции. Слишком короткий ряд не в состоянии взять на себя организующую роль. Ритмический ряд предполагает наличие по крайней мере четырех-пяти элементов.

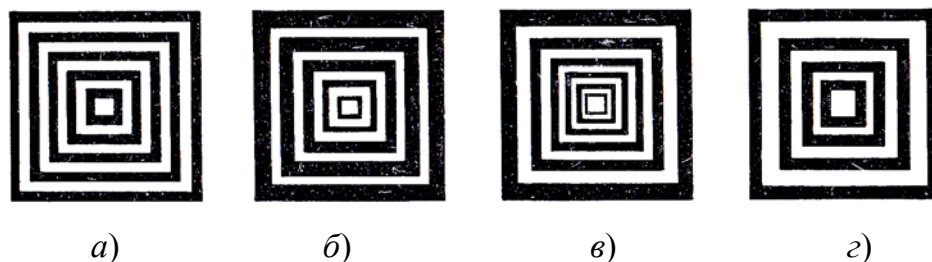


Рис. 4.12. Примеры ритмических рядов

Само понятие ряда предполагает многократную повторяемость элемента, а три элемента, будь они одинаковыми или изменяющимися, еще не создают впечатления закономерного повтора. На рис. 4.12, *а* ритм проявляется только в закономерном сокращении величины квадратов, на рис. 4.12, *б* активность ритма возрастает с убыванием толщин решетки к центру. Предельно активен ритм при одновременном изменении промежутков и толщин (рис. 4.12, *в*), а на рис. 4.12, *г* ритм нарушен вследствие изменения интервала при неизменных толщинах решетки.

Признаки ритма наблюдаются в любой организованной форме, а следовательно, в любом станке, узле, детали.

Ритмический комплекс рабочей среды включает в порядке постепенного укрепления следующие основные ряды:

- а) ритм органов управления и индикаторов;
- б) ритм более крупных членений станка;
- в) ритм элементов рабочего места (станок, шкаф электрооборудования, пульт управления, тумбочка, стеллаж с обработанными деталями);
- г) ритм группы оборудования (рис. 4.13).

Так как подавляющая часть станков и приборов komponуется как параллелепипеды или легко вписывается в него, то ритм объемов в технике – это ритм параллелепипедов. Плоские элементы станков являются прямоугольниками или кругами (приборы с циферблатами), поэтому ритм плоскостей в технике – это ритм прямоугольников и кругов.

Простейшим видом ритма является метрический ритм, образующийся повторением равных форм на равных интервалах – ряд кнопок, рукояток (рис. 4.14). Метрический ряд, состоящий из двух и более простых метрических рядов, является сложным (закономерное чередование в одном ряду кнопок и тумблеров, имеющих к тому же разную отличительную окраску). Метрический и ритмический ряды создают впечатление организованности и порядка.

Метрический и ритмический ряды воспринимаются в том случае, если число элементов ряда не менее 3–4. Если элементов более 10–15, во избежание впечатления монотонности и однообразия рекомендуется группировать их в группы по 7 ± 2 элемента, выделять некоторые элементы цветом, вводить увеличенные по размерам или отличающиеся по форме элементы. Хорошо выраженная метрическая или ритмическая структура при расположении, например, на пультах управления органов управления и средств индикации значительно увеличивает скорость реакции и время нахождения требуемого элемента.

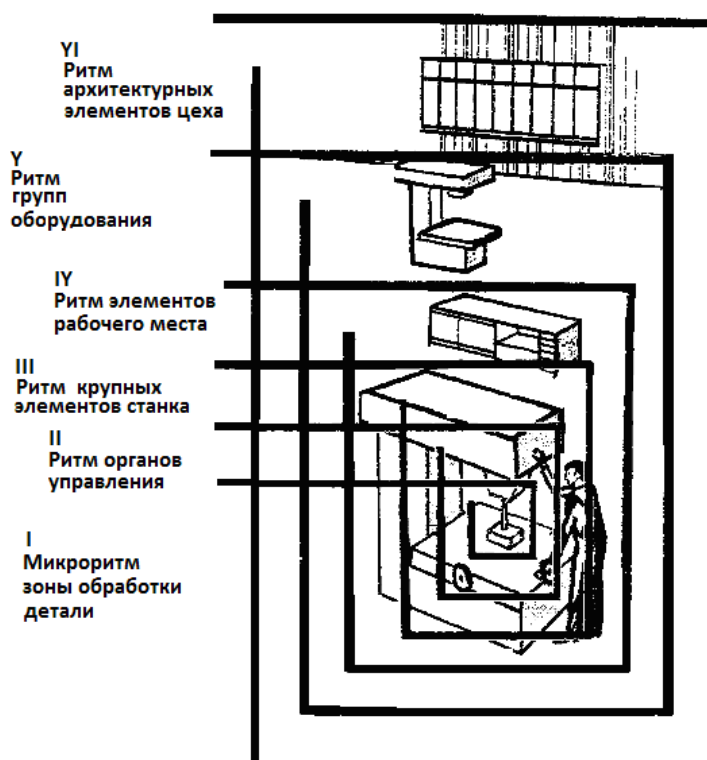


Рис. 4.13. Ритм рабочей зоны

Последовательное закономерное изменение форм или интервалов определяет собой аметрический ряд, убывающий или нарастающий (профили кулачков, конструкции конических и плоских спиральных пружин).

Аметрический ряд позволяет направить восприятие в нужном направлении, причем обычно аметрический ряд в образной форме (спиралевидная шкала) дает представление о количественных величинах и направлении их возрастания. Для того чтобы работа на станке производилась максимально быстро и безошибочно, чтобы внимание

оператора привлекалось прежде всего к рабочему процессу, проектируемая конструкция должна быть пронизана симметрией и единым ритмом от компоновки в целом до мельчайшей, различимой с рабочего места детали.

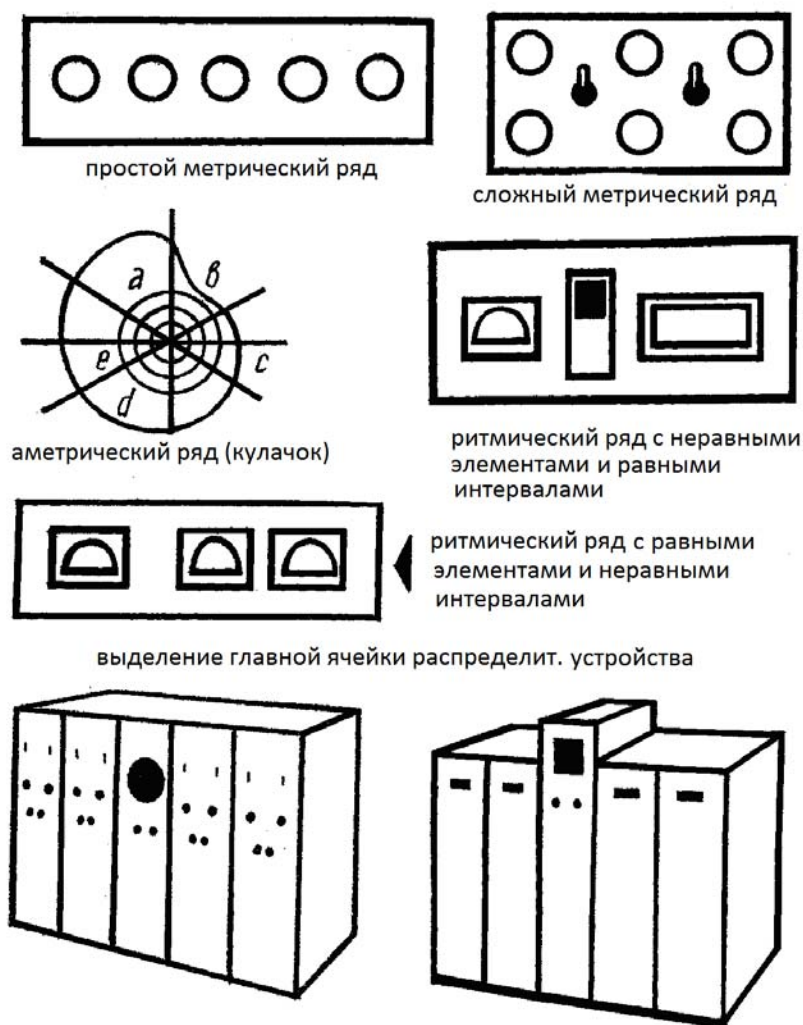


Рис. 4.14. Ритмические ряды в различных конструкциях

Например, при компоновке горизонтально-расточного станка вводится плоскость симметрии, причем геометрическая плоскость симметрии должна совпадать с весовой (рис. 4.15). Реже возможна компоновка станка вокруг оси симметрии (вертикальные многошпиндельные автоматы). Там, где невозможно компоновать станок целиком вокруг оси симметрии или вдоль ее плоскости, с учетом этих элементов симметрично компонуется часть станка. В этих случаях за ось неполной симметрии берется ось вращения инструмента или обрабатываемой детали.

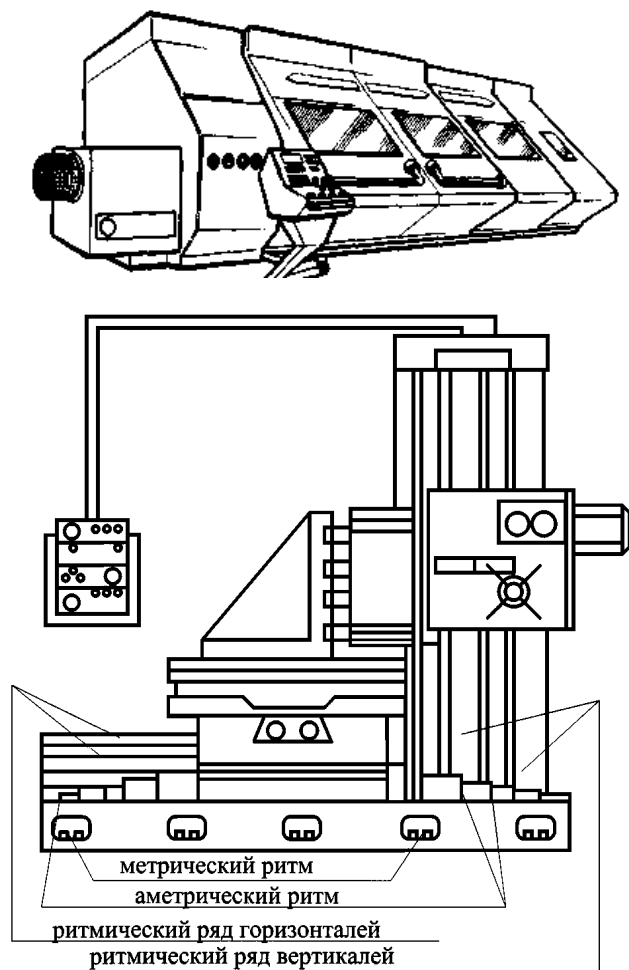


Рис. 4.15. Композиция станков, построенная с использованием метрического ряда

Контраст – одно из важнейших средств композиции, это резко выраженное противопоставление элементов целого по объему, форме, расположению, которое позволит ярче выделить функциональные и конструктивные особенности сопоставляемых элементов.

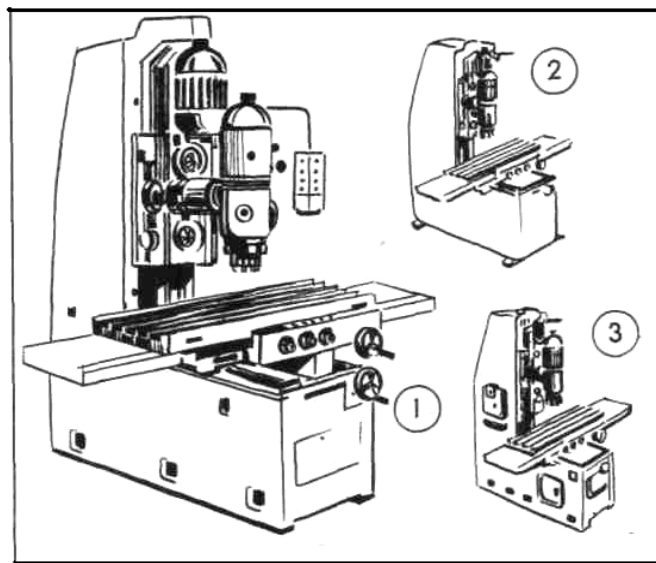
Контрастные формы служат для выделения главного функционального центра изделия для привлечения к наиболее важным органам станка или изделия.

Приемы использования контраста в технике разнообразны и разделяются на две большие группы:

1) связанные с использованием в композиции объективного контраста, который обусловлен объемно-пространственной структурой, или тектоникой;

2) в значительной мере зависящие от художника-конструктора (контрасты в отделочных материалах, обработке поверхности, окраске, декоративных элементах и т. д.).

На рис. 4.16 приведен пример композиционного решения станка с использованием контраста.



а)

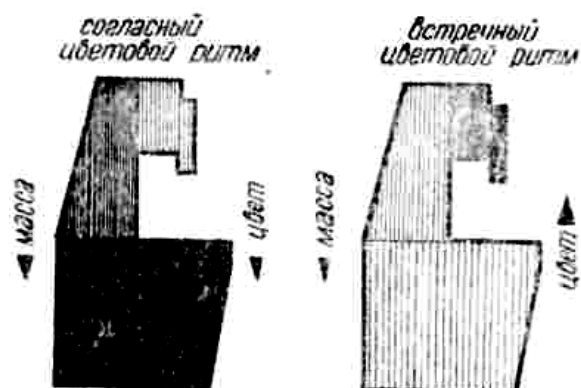


б)

Рис. 4.16. Эскиз композиционного решения станка с использованием контраста:
а – графического; б – светового

Металлорежущий станок в позиции 1 построен на контрасте сложной структуры рабочей зоны и простого объема станины. Даже заглабления внизу у основания на чистой поверхности станины (для доступа к анкерным болтам), в которых появляются сильные тени, играют здесь немалую роль, позволяя связать контрастирующие начала и являясь как бы композиционными мостиками между ними. Без этих заглаблений контраст будет огрублен (рис. 4.16, позиция 2). Если на

чистой поверхности станины разместить слишком много теней мелких элементов, это ослабит эффект контраста (рис. 4.16, позиция 3).



а)



б)

Рис. 4.17. Эскиз композиционного решения станка с использованием:
а – ритма; б – цвета

Нюанс обычно применяется для дополнения контраста. Нюанс – прием композиции, заключающийся в незначительном различии однородных элементов по форме, размерам, цвету и т. д.

В отличие от контраста нюанс как средство композиции служит для создания зрительной связи между различными элементами, для объединения их в единое целое.

Симметрия – одно из наиболее ярких наглядно проявляющихся свойств композиции. Это свойство – состояние формы и средство, с помощью которого организуется форма. Противостоит симметрии *асимметрия*. Симметричная композиция показывает оператору, что конструкция состоит из идентичных частей и обеспечивает формирование представления об их сходстве.

Симметрия (греч. *symmetria*) – означает однородность, соразмерность, гармонию.

Симметрия – основывается на равенстве двух частей фигуры, расположенных одна относительно другой по отношению к плоскости или линии.

Примером абсолютной симметрии могут служить геометрические фигуры: равнобедренный треугольник (одна ось симметрии), прямоугольный треугольник (две оси симметрии), равносторонний треугольник (три оси симметрии), квадрат (четыре оси симметрии), куб (девять плоскостей симметрии) и т. д.

Зеркальная симметрия основывается на равенстве двух частей фигуры (элемента), расположенных одна относительно другой как предмет и его отражение в зеркале.

Асимметрия – неравномерное распределение элементов. В отличие от симметрии, используя асимметрию, художник-конструктор выражает в форме ее динамичность и направленность.

Симметрия помогает достичь зрительного равновесия статичных композиций.

Между присутствием симметрии и отсутствием ее, т. е. асимметрией, наблюдается частичное нарушение симметрии идеальной – дисимметрия.

Следует различать симметрию математически идеальную от зрительно идеальной, которая допускает приближенное соблюдение симметрии в пределах ошибок восприятия и устойчивых зрительных иллюзий.

Симметрия широко распространена в живой природе. Она характерна для внешнего строения тела человека, птиц, земноводных, рыб и т. д. В живой природе распространена преимущественно зеркальная симметрия. Редко встречается среди организмов осевая симметрия (колесо, пропеллер самолета и т. д.).

Хорошо известно, что идеально симметричных людей не существует. И по форме тела, и по функциям, им выполняемым, человек асимметричен, или, говоря точнее, дисимметричен. Дисимметрично лицо человека.

Абсолютной симметрии практически не существует в природе. Что касается техники, то форма станков, машин, различного оборудования, как правило, тоже имеет отступления от симметрии, вызванные условиями их функционирования, а следовательно, и особенностями конструкции (рис. 4.17, а, б).

В современном технологическом оборудовании наблюдаются три формы нарушения симметрии: весовая асимметрия E_B , геометрическая E_G (масса распределена симметрично, но отдельные объемы неоправданно раздуты контурами накладных кожухов), зрительная E_Z (геометрически и по весу уравновешенные конструкции имеют зрительно неуравновешенные фасады) (рис. 4.18).

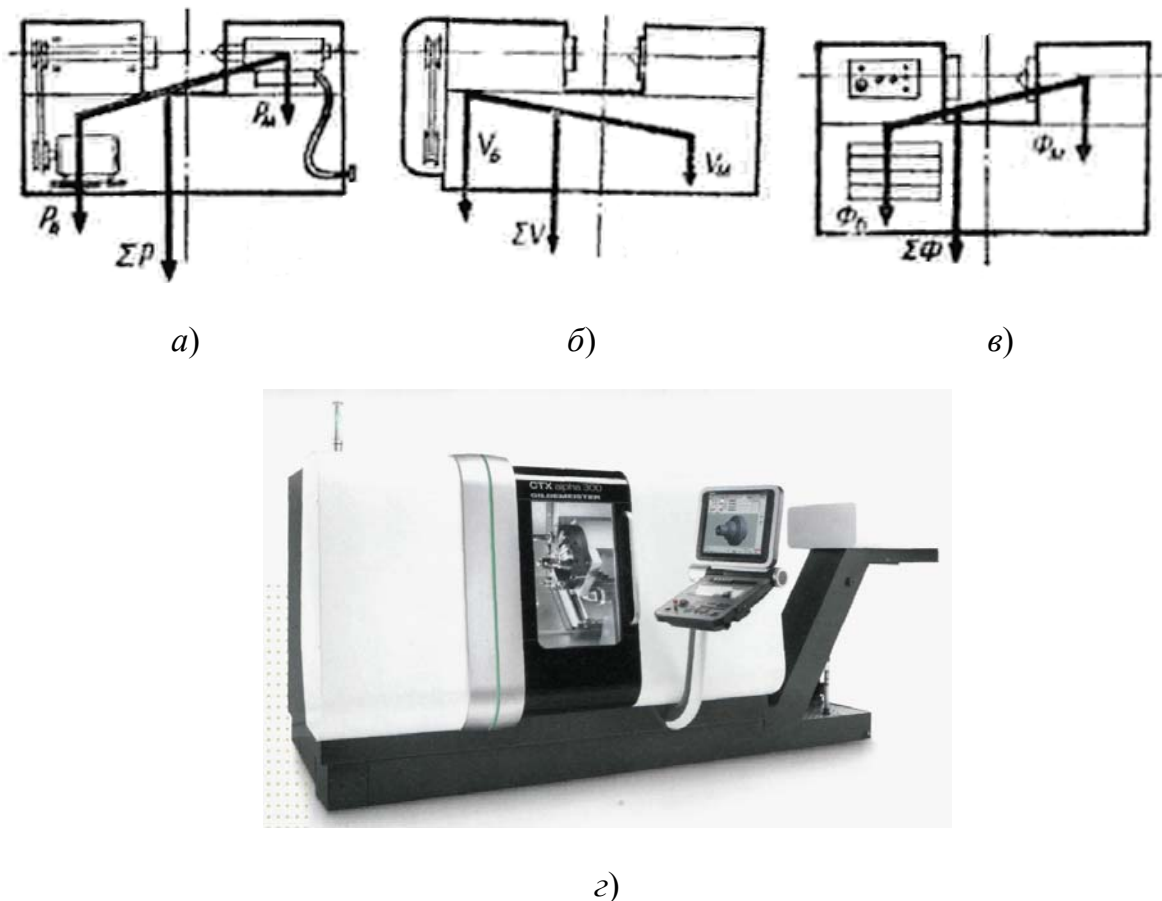


Рис. 4.18. Виды асимметрии:
 а – весовая асимметрия E_B ; б – геометрическая асимметрия E_G ;
 в, г – зрительная асимметрия E_Z

Величина E_B характеризует станки, формы которых геометрически симметричны и зрительно уравновешены, но центр тяжести смещен в пространстве от точки пересечения трех плоскостей симметрии описываемого параллелепипеда:

$$E_B = 1 - \frac{P_M}{P_6},$$

где P_M – меньший объем из весов, характеризующих геометрически симметричные половины, P_6 – больший из весов.

Величина E_{Γ} определяется по формуле

$$E_{\Gamma} = 1 - \frac{V_{\text{м}}}{V_{\text{б}}},$$

где $V_{\text{м}}$ – меньший из объемов, характеризующих симметричные по весу половины; $V_{\text{б}}$ – больший из объемов.

Величина E_3 – определяется по формуле

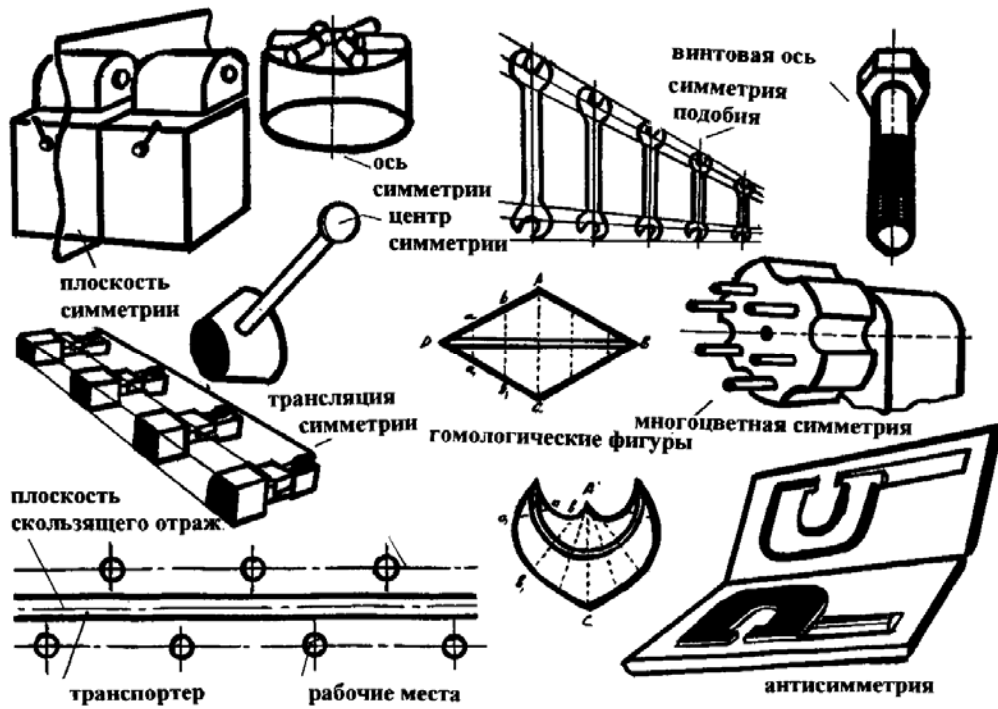
$$E_3 = 1 - \frac{\Phi_{\text{м}}}{\Phi_{\text{б}}},$$

где $\Phi_{\text{м}}$ – количество узлов зрительного напряжения (из числа фиксаций, т. е. остановок взгляда), характеризующих ту из геометрических симметричных половин, которая привлекает меньше внимания оператора; $\Phi_{\text{б}}$ – количество узлов зрительного напряжения, характеризующих ту из геометрически симметричных половин, которая привлекает больше внимание оператора.

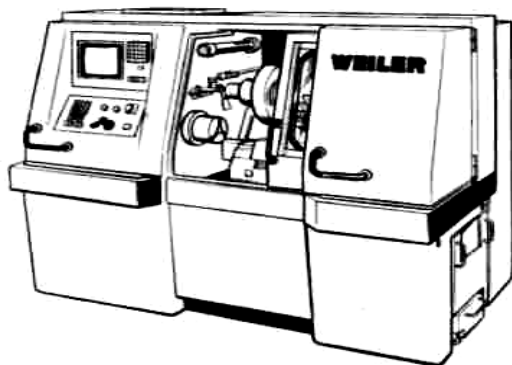
Работа над изделием асимметричной формы сложнее – она требует развитой интуиции и тонкого чувства композиционного равновесия. Особенно сложна работа над многоэлементными изделиями со сложной объемно-пространственной структурой, отдельные части которой могут иметь свои частные оси симметрии.

На рис. 4.19 показаны примеры симметрии форм. Различают плоскость, ось и центр симметрии (рис. 4.19, а).

Плоскостью симметрии является плоскость, которая делит фигуру на две зеркальные равные части, расположенные друг относительно друга. Осью симметрии является прямая линия, вокруг которой несколько раз повторяются равные части симметричной фигуры, а центром симметрии – особая точка внутри фигуры, характеризующаяся тем, что любая проведенная через нее прямая, по обе стороны от нее и на равных расстояниях, встречает одинаковые точки фигуры. Асимметричное начало в симметрии может выражаться весьма различно. В одних случаях это асимметрия технической структуры, не находящая отражения во внешнем виде изделия. Однако нет оснований причислять к асимметрии форму промышленного изделия, если в ней нет математической симметрии, а на глаз она воспринимается как симметричная (рис. 4.19, б–г).



a)



б)



в)



г)

з)

Рис. 4.19. Примеры симметрии

Если появление асимметричного элемента является результатом рациональной компоновки и этот элемент органически связан с остальным объемом и достигнуто композиционное равновесие, то симметричная в целом композиция может получиться оригинальной и интересной.

Конкретные проявления асимметрии в симметричной системе разнообразны, и для выяснения некоторых ее особенностей рассмотрим примеры, приведенные на рис. 4.20.

Чтобы можно было говорить о заметной симметрии формы станка или его компоновки (рис. 4.20, *а*), приходится вводить в эту форму элементы, которые обозначили бы левое и правое (рис. 4.20, *б*). Чем сильнее выявление оси, тем активнее симметрия. Глубокий запад по рис. 4.20, *в* акцентирует ось. Ее влияние усиливается при глубинном развитии формы (рис. 4.20, *з*). При ослаблении влияния оси ослабевает и эффект симметрии. С развитием асимметричного начала в рамках симметрии может наступить такой момент, когда предмет перестает быть симметричным. Всякое отступление от закономерного в форме возможно лишь в некоторых пределах: за этими пределами наступает дезорганизация формы. Один из композиционных недостатков в конструкции промышленных изделий – это нарушение предела допустимых отклонений от симметричной основы, когда изделие уже не симметрично, но еще не полностью асимметрично.

На рис. 4.20, *д* – симметричная и направленная форма с акцентированной осью симметрии. Какие-либо изменения размеров возможны лишь с учетом оси симметрии. Небольшое изменение размеров одного из изменяемых объемов без параллельных изменений другого ($l_1 > l$), как на рис. 4.20, *е*, приведет к весьма нежелательным для формы последствиям. Одностороннее изменение в подчеркнута симметричной форме совершенно недопустимо. Конечно, и в такой позиции возможны отсутствия от строгого зеркального повторения левого в правом, но они могут касаться лишь деталей, а не геометрической основы формы.

Иначе выглядит форма на рисунке 4.20, *ж*. Объем 3 увеличен по фронту уже значительно. Здесь разница между объемом 2 и 3 настолько очевидна, что симметрия почти утрачивает значение и форма воспринимается скорее как асимметричная. Однако она все же кажется незавершенной, это результат ее неуравновешенности.

Нарушение закономерностей симметрии очевидно на рис. 4.20, *з*, где незначительное увеличение высоты объема 3 ($h_1 > h$) вызывает

деформацию модели. Если еще больше увеличить размер объекта 3 по фронту (рис. 4.20, *u*), то форма станет явно асимметричной, хотя гармония еще не достигнута. Сдвигая один объем и выдвигая другой, изменяя их по высоте или по фронту (рис. 4.20, *к-м*), можно найти немало приемлемых вариантов, если, конечно, задать одну из величин (например, неизменный по размерам центральный объем 1).

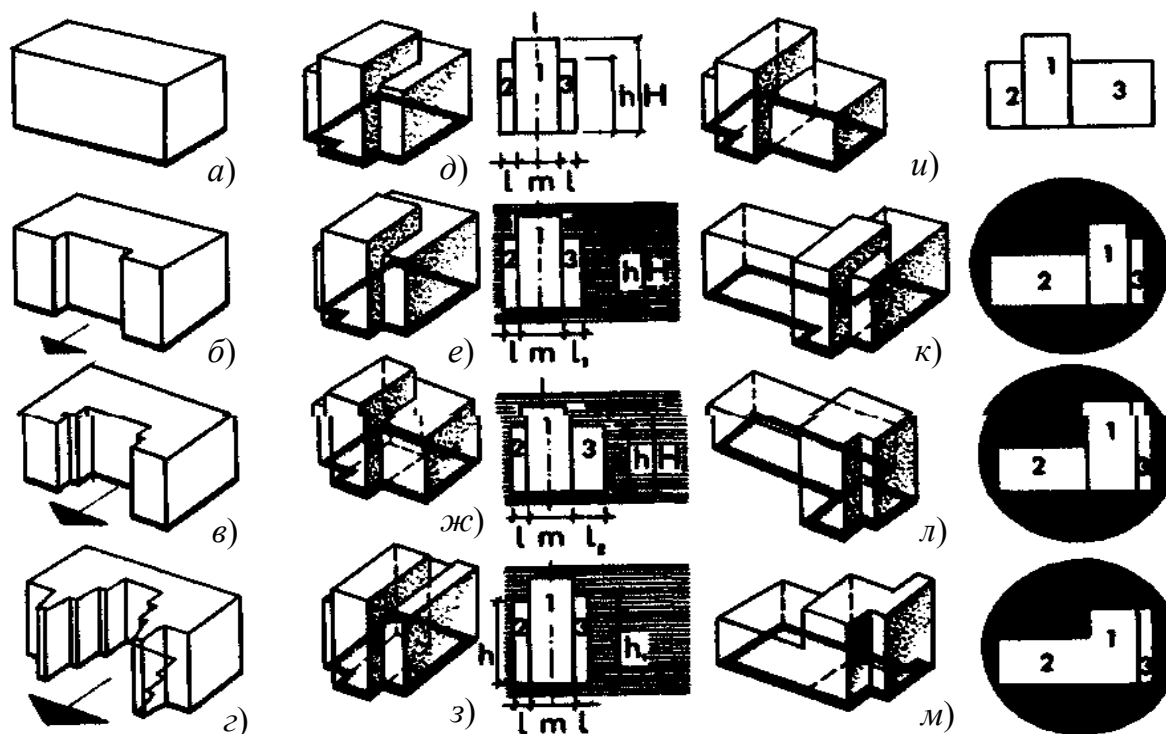


Рис. 4.20. Эскизы компоновок с проявлением асимметрии в симметричных формах

На рис. 4.21 приведен еще один пример сосуществования в форме компоновки станка элементов симметрии и асимметрии. В круге (рис. 4.21, *а*) – условная модель, типичная для формы многих станков с несущей колонной, консолью на ней и развитым основанием. Как показывают стрелки, внизу расположены модели с развитием исходной симметричной основы (*а₁*, *а₂*, *а₃*), вправо от круга вплоть до рис. 4.21, *б₄* – форма с постепенным усилением асимметричного начала в пределах симметричной композиции, а далее следуют уже модели с асимметричного начала в пределах симметричной композиции, а далее следуют уже модели с асимметричной основой композиции (рис. 4.21, *б₅–б₈*). Как видно, в данном случае асимметрия в симметрии может развиваться только до определенного предела.

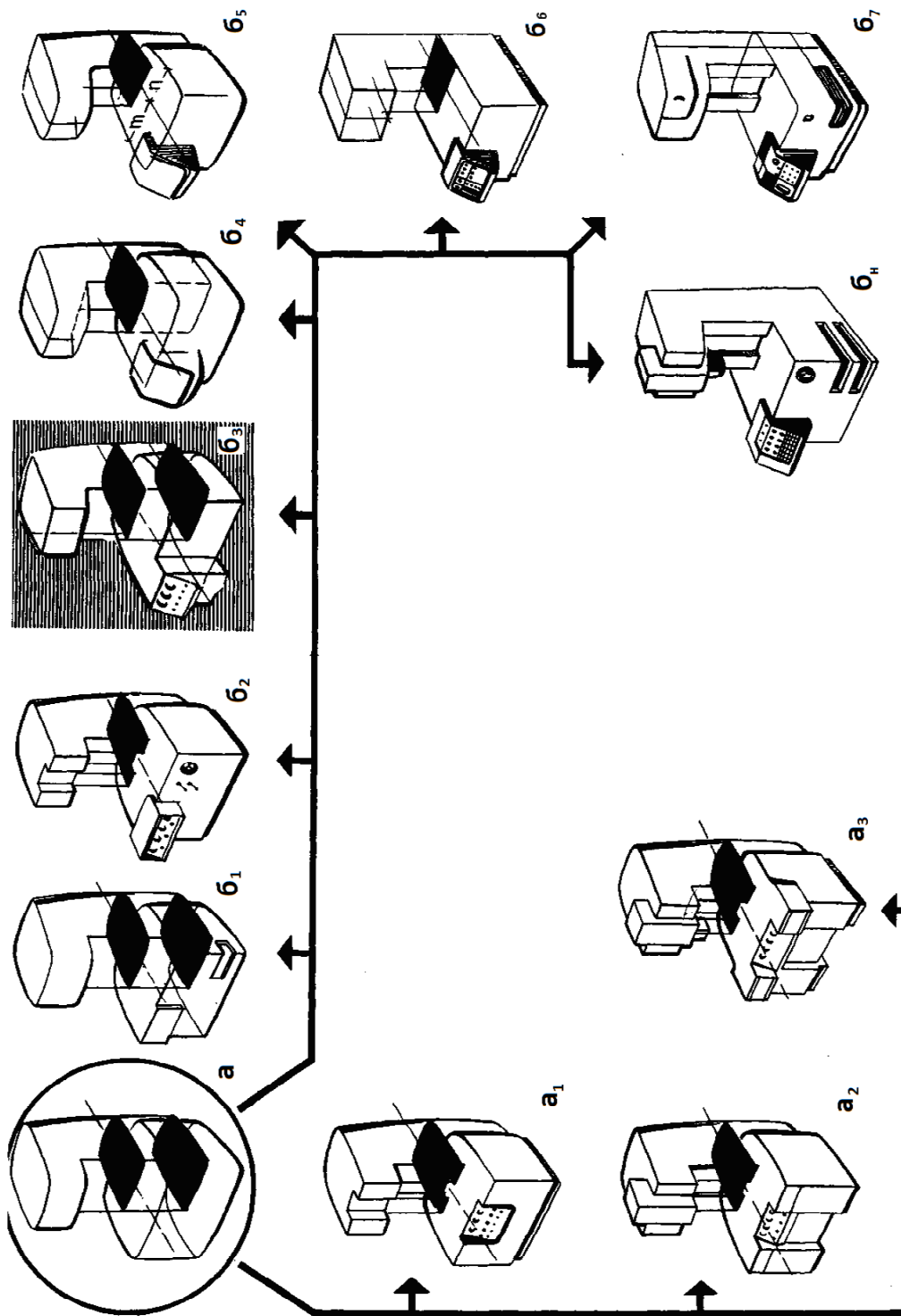


Рис. 4.21. Эскизы симметрии и асимметрии в форме компонентов станков

В модели на рис. 4.21, b_3 этот предел нарушен – активный односторонний выступ низа при симметричной основе формы нарушает композиционное равновесие. Чтобы в пределах симметрии был допустим односторонний развитой объем, его следует уменьшить, хотя этого еще недостаточно, – композиция модели на рис. 4.21, b_4 остается все-таки неуравновешенной.

Смещение колонны немного вправо, чтобы не было явной оси, проходящей через основание (рис. 4.21, b_5), не приводит к равновесию. Ведь «захват» колонны нижним объемом сохранил здесь все черты старой симметричной формы, и смещение воспринимается как случайное, неясен характер взаимодействия колонны и основания. Необходимо смещение колонны настолько, чтобы ее боковая вертикальная плоскость совпала с вертикальной стенкой основания (рис. 4.21, b_6). Теперь форма стала явно асимметричной. После этого можно продолжать работу над композицией, уже в деталях выявляя идею асимметричной формы, усиливая асимметрию или ослабляя ее, как этого требует компоновка (рис. 4.21, b_7 , b_8).

Выше были рассмотрены особенности композиционного равновесия симметричных форм при развитии в них асимметричного начала. Проанализируем теперь особенности композиции асимметричных форм и выявим закономерности, лежащие в основе их гармонии.

На рис. 4.22 показаны асимметричные модели, созданные на основе единой исходной формы – прямоугольного параллелепипеда. Однако то, что объединяет модель a с моделями e и u , в композиционном отношении менее существенно, нежели то, что их разъединяет.

Модель a , хотя и асимметричная, выглядит тяжелой и устойчивой. В модели b эти свойства выражены еще резче благодаря большой высоте нависающей части: мы видим грузный и тем не менее пространственно активный моноблок. Модель v близка по форме модели b , но это уже форма легкая и гораздо более динамичная. Ее легкость – результат изменившихся отношений между нависающим объемом и пустотой под ним. Таким образом, три как будто очень близкие по проявлению асимметрии модели существенно отличаются одна от другой. Оказывается, асимметрия весьма чутка к изменению пропорций.

В асимметричных композициях большое значение имеет и прочность, органичность связей между частями формы, например, модели g и d .

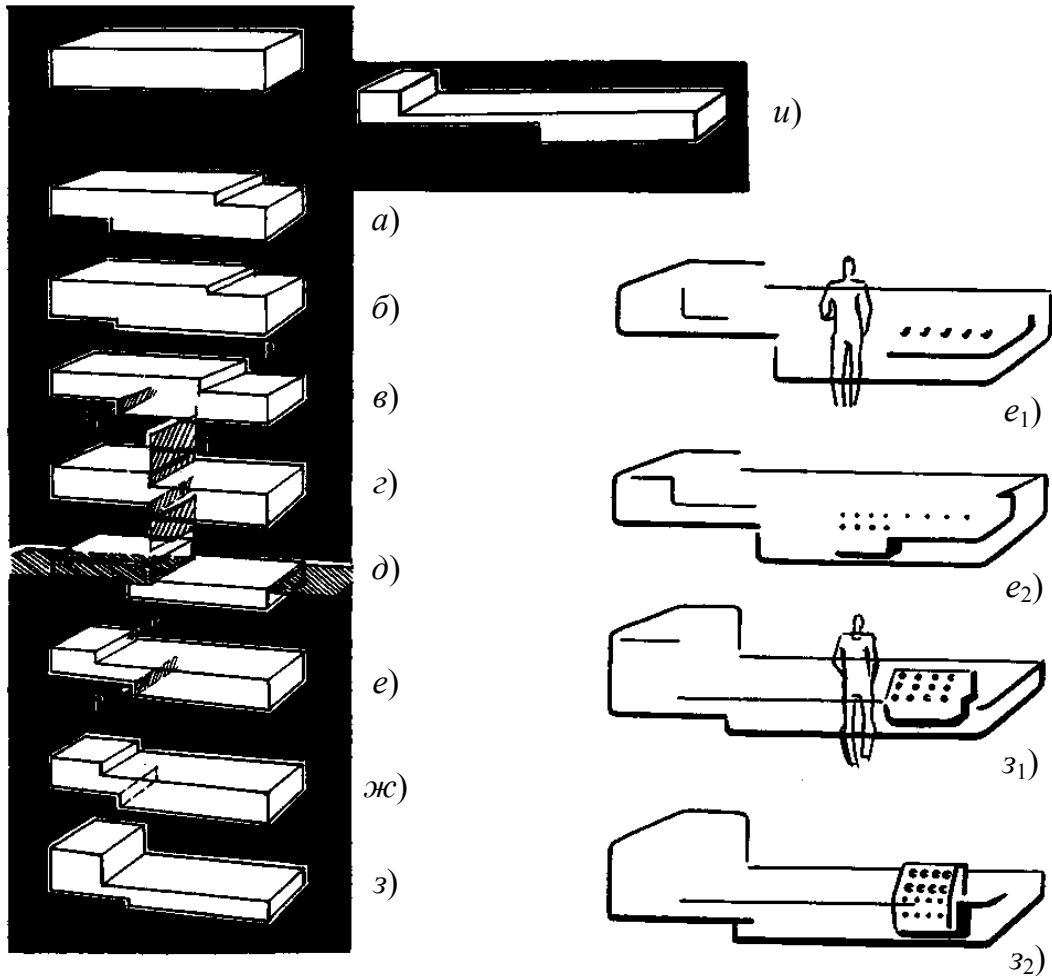


Рис. 4.22. Асимметричные композиции формы

Модель *г* выглядит так, как будто две части ее формы явно обособились. Если модели *а–в* воспринимаются как одноэлементные, то форма модели *г* подсознательно прочитывается как двухэлементная. Конечно, особенность элементов само по себе еще не означает ни утраты целостности, ни нарушения композиционного равновесия. Многое зависит от того, как взаимодействуют элементы, какова связь между ними, отношение объемов. Плоскости P и P_1 у моделей *в* или *е*, например, разнесены, а у модели *г* они совпадают по вертикали. Это делает зрительно слабым местом связи двух частей формы – они как бы сдвигаются по плоскости P , в результате чего целостность нарушается. Причина дисгармонии в том, что объемы опоры и консоли близки по размерам; чем крупнее свешивающаяся часть, тем визуальнее активнее ее роль в композиции. Она всегда привлекает внимание в первую очередь, что вызывает определенное осуществление неуравновешенности. Форме модели *д*, хотя в меньшей мере, свойст-

венны по существу те же недостатки. Связь и здесь слаба, так как обособившиеся элементы, напротив, сближены, а плоскости P и P_1 совпадают по горизонтали.

Модели e , где две части определенно обособились и соединяются длинной перемычкой, которая составляет как бы третий элемент. Несмотря на разобщение двух основных частей формы, их композиционная связь крепче, чем в моделях z и d , обуславливает целостность модели e . Причина прочности связи – в удалении по вертикали одного перепада от другого, как, впрочем, и в явном подчинении меньшего верха большему низу. Если сближать плоскости вертикальных перепадов P и P_1 , композиционная связь будет ослабевать по мере приближения к единой вертикальной плоскости. Модель $ж$ свидетельствует именно об этом. Но и разобщение основных объемов при такой связи тоже имеет предел. Неизбежно наступит момент, когда связующий композиционный мостик станет слишком слабым, как в модели $и$: связка чрезмерно длинна, а связуемого материала мало. При таком разнесении двух основных объемов необходимы более сложные связи и более сложная общая объемно-пространственная структура, чтобы форма приобрела композиционное равновесие и целостность.

Сравним модели e , z , $и$, построенные на том же принципе асимметричной организации формы – консольно высеченная часть с удерживающим ее основанием. Эти модели существенно отличаются одна от другой, как и модель $a-v$.

Асимметрия модели e – результат определенного пространственного взаимодействия большого основания и легкой консоли. Композиционное равновесие такой формы может быть подчеркнуто с помощью пластических средств или тональных отношений. Модель z несет иную визуальную информацию. Вынесенная на консоли часть значительно больше по объему, чем у модели e , а основание превратилось в плоскую плиту. Форма стала более динамичной и по-своему напряженной.

Совсем по-другому воспринимается асимметрия модели $и$, где мостик-связка так остро выражен, что, по сути дела, сам стал активным элементом этой формы.

Рассуждения о композиционном равновесии асимметричных форм не затрагивали таких вопросов, как абсолютные размеры модели, тектоническая основа. Конкретизируем хотя бы некоторые из этих параметров рассматриваемой формы и зададимся пока ее размерами, а тем самым соотнесем объем с человеком (рис. 4.22, e_1 , e_2 , z_1 , z_2). Поя-

вился масштаб, а вместе с ним ощущение легкости и тяжести. О моделях z_1 и z_2 можно сказать, что они зрительно тяжелые, у них напряженная асимметричная форма, которая уравнивается длинной опорной частью и дополнительным объемом, а о моделях e_1 и e_2 можно сказать, что это формы с легкой, большого выноса консолью и здесь нет такой остроты отношений.

Появление масштаба позволило конкретизировать представление о композиционном равновесии изделия. Чтобы уравновесить композицию на рис. 4.22, e_1 и e_2 , достаточно чисто пластически поработать над формой. В натуре это могут быть, например, приливы в литье с расположенными на обработанной поверхности ручками управления.

Что же касается композиционного равновесия моделей z_1 и z_2 , то крупный и активный объем по консоли требует ответного объемного акцента в правой части. Асимметрия проявляется по-разному даже в станках одного назначения.

На рис. 4.23 приведены примеры решения задачи равновесия элементов компоновки станков.

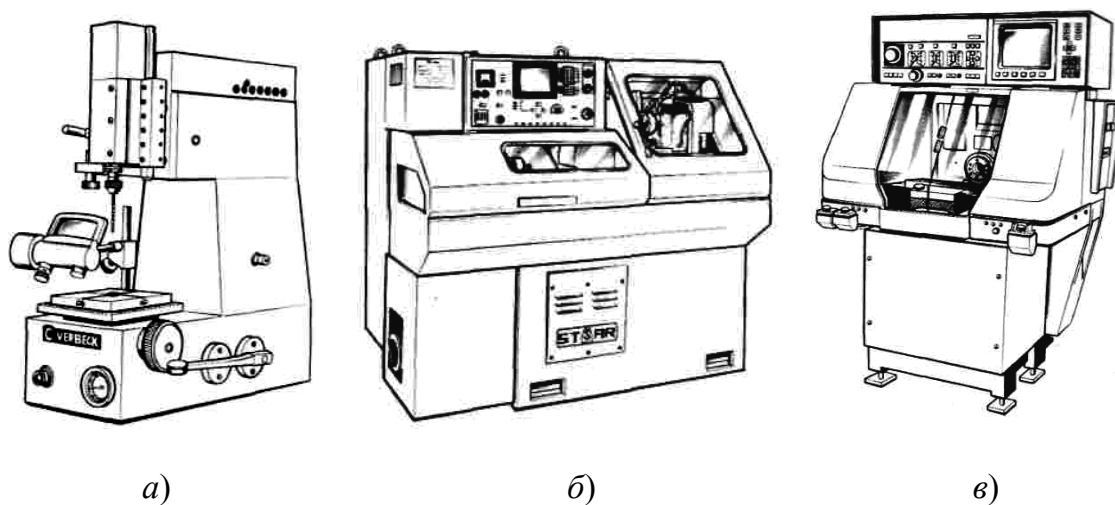
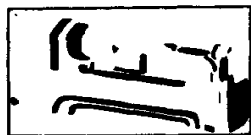


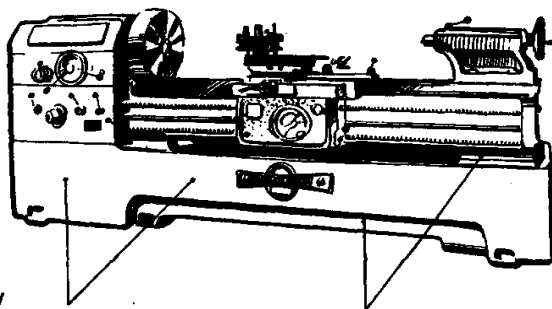
Рис. 4.23. Примеры решения задачи равновесия элементов компоновки станков:

- a* – равновесие по вертикали достигается уменьшением четко выраженной верхней части станка;
- б* – равновесие элементов компоновки по фронту достигается их формой и размером;
- в* – равновесие верха и низа полностью не достигнуто (вертикальная часть перегружена)

Примеры асимметрии формы станков токарной группы приведены на рис. 4.24, где даны удачные и менее удачные композиционные решения.

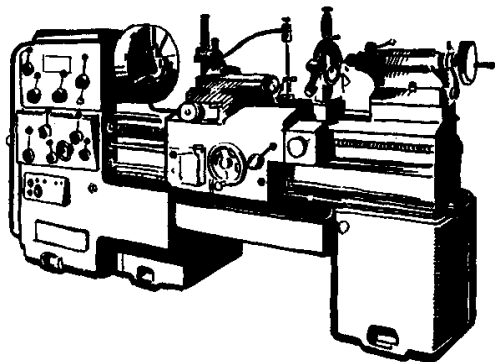


Асимметрия формы. Типичная пластика литья. Характерно появление разных планов лицевых плоскостей, образующих целостную форму



Первый план

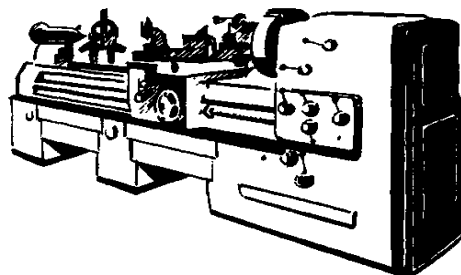
Второй план



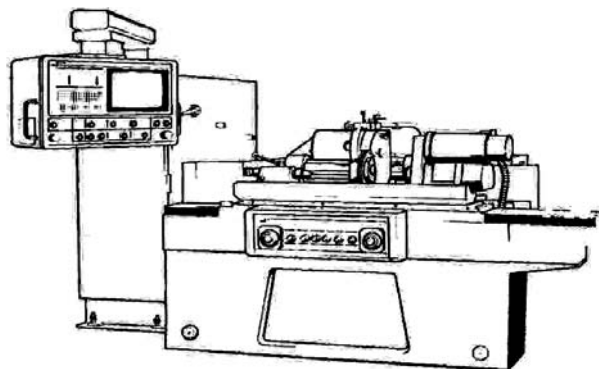
Сильная горизонталь неожиданно обрывается. Дробность формы — результат отсутствия четкости членений станка

а)

Асимметрия сочлененной конструкции. Хорошо выявлены все места сочленений. Четкий строй горизонталей, завязывающих всю форму, придает ей большую целостность



б)



в)

Рис. 4.24. Асимметричные композиции: а, б — токарных станков; в — шлифовального станка

Здесь целостность во многом зависит от умения связать многочисленные элементы формы в единую систему. Конструируя асимметричный по форме станок, важно найти такой композиционный прием, который с учетом технологичности конструкции способствовал бы достижению целостности формы. В технике очень редко встречается идеально симметричная машина, прибор, инструмент. Как правило, все они дисимметричны или асимметричны в целом, а в каждом узле, нарушающем в той или иной степени симметрию машин, можно найти детали, нарушающие в свою очередь симметрию узла.

Если рассматривать особенности асимметрии на плоскости, связанные с композицией лицевых панелей приборов (рис. 4.25), то иногда наблюдается нарушение метрического строя повторяющихся элементов, что можно объяснить соотношением планов – верхнего, т. е. рельефа, который приподнят над панелью элементов, и нижнего – фона самой панели.

На рис. 4.25 показаны три варианта компоновки панели прибора, как будто незначительно отличающиеся один от другого. Если же присмотреться внимательно, то можно заметить, что наиболее четко организована панель на рис. 4.25, *а*, где совпадают оси крупного нижнего и верхнего обрамлений приборных шкал. Композиция уравновешена благодаря четкому соподчинению всех элементов панели.

Несколько слабее в композиционном отношении панель на рис. 4.25, *б*, хотя в целом этот вариант удовлетворителен: ось нижнего элемента связана с запасом между обрамлениями двух верхних шкал. Но из-за композиционной перегрузки угла справа панель все же недостаточно уравновешена – здесь нет композиционной чистоты панели.

Вариант на рис. 4.25, *в* – неудовлетворителен, так как его организацию нарушает случайная группировка элементов нижнего ряда.

К важнейшим средствам композиции относятся представления о легкости и тяжести, динамичности и статичности.

Динамичностью принято считать односторонне активно направленную форму.

Статичность – это подчеркнутое выражение состояния покоя, устойчивости формы во всем ее строе. Статичны предметы, которые имеют явный центр и у которых ось симметрии является главной организующей форму ось.

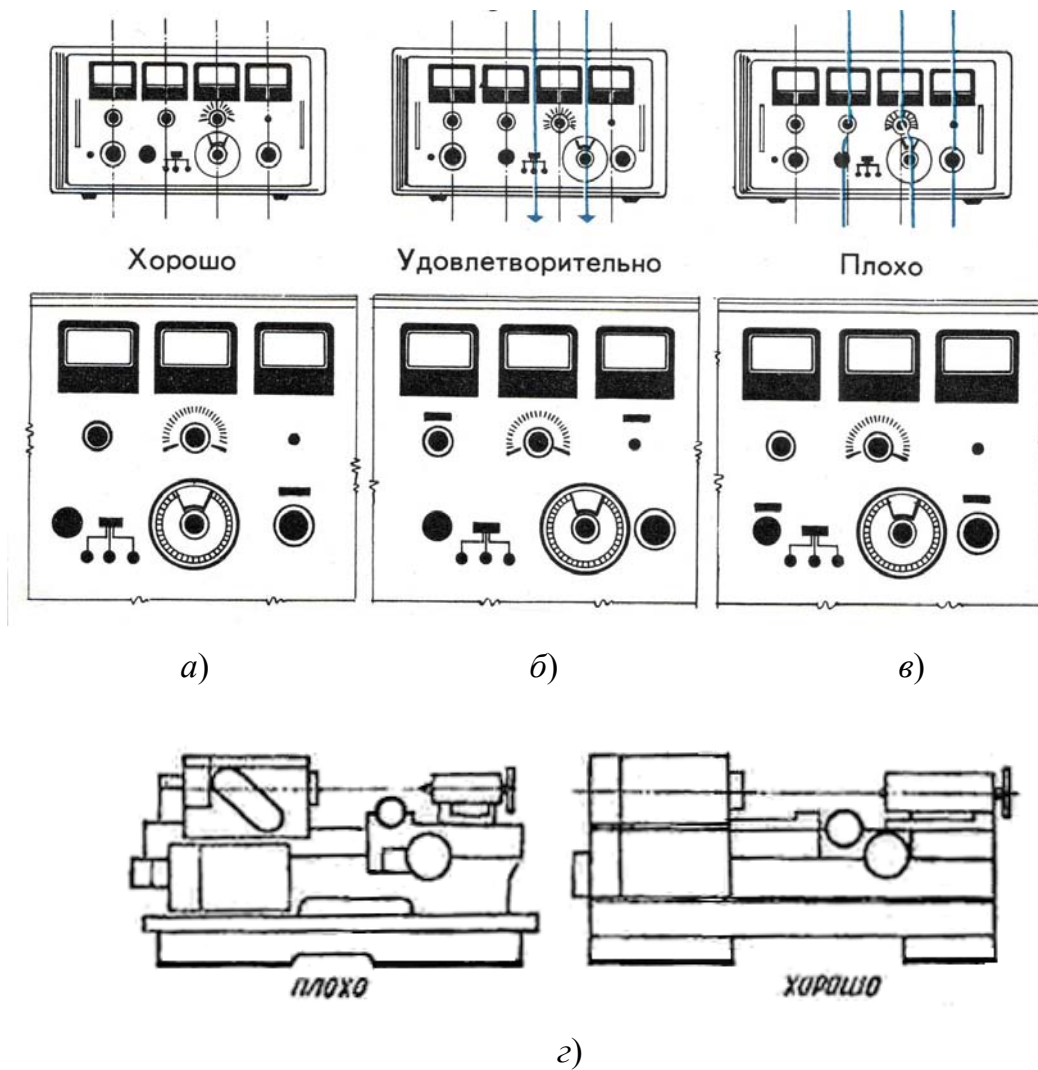


Рис. 4.25. компоновки панели управления и станка

Все элементы композиции станка должны быть расположены так, чтобы достигался эффект зрительного равновесия всех его частей. При этом следует учитывать особенности зрительного восприятия. Так, при равных объемах больший «зрительный вес» имеют элементы, в которых отношение размеров по трем координатам приближается к единице или равно ей (куб, шар), меньший – элементы, которые по соотношению размеров приближаются к линейным.

Зрительный вес каждого элемента возрастает с увеличением расстояния от центра композиции. Вертикальные формы воспринимаются тяжелее горизонтальных и наклонных. При равенстве объемов или площадей элементы, расположенные справа, кажутся тяжелее элементов, расположенных слева, элементы, расположенные выше, кажутся тяжелее элементов, расположенных внизу. Зрительный вес элемента композиции постепенно увеличивается в зависимости от его окраски

в соответствии со следующим цветовым рядом: голубой–желтый–красный–оранжевый–зеленый–синий–фиолетовый. Большой вес элементам придают цвета насыщенные и с большей степенью ахроматизма. При несоблюдении принципа равновесия элементов композиции последняя кажется неустойчивой, случайной и вид ее раздражает наблюдателя. Композиционное равновесие достигается при художественно-конструкторской проработке станка на чертежах, макетах, эскизах.

Шар статичен во всех направлениях, куб и параллелепипед тоже. Но конус уже нет. Он статичен относительно оси симметрии, а относительно горизонтальной оси он динамичен, так как вдоль нее происходит асимметричное изменение формы, дающее направленность всей фигуре.

Динамичность, направленность, движение можно создать и в статичной по форме фигуре за счет членения ее в определенном убывающем или возрастающем ритме, углублениями, покраской, за счет ритмического расположения на ней отдельных деталей (рис. 4.26).

В настоящее время имеется тенденция придания динамичных и обтекаемых внешних форм у неподвижных или малоподвижных предметов. Это, якобы, модно. Значит и станки должны иметь такие же формы. Это формалистически неверный подход, разрыв содержания и формы. Зачем, например, прессу в десятки тонн иметь динамичную, олицетворяющую движение форму или иметь легкие, изящные линии. Чем больше его формы будут выражать статичность, силу, тяжесть – тем лучше, это будет соответствовать его назначению, содержанию.

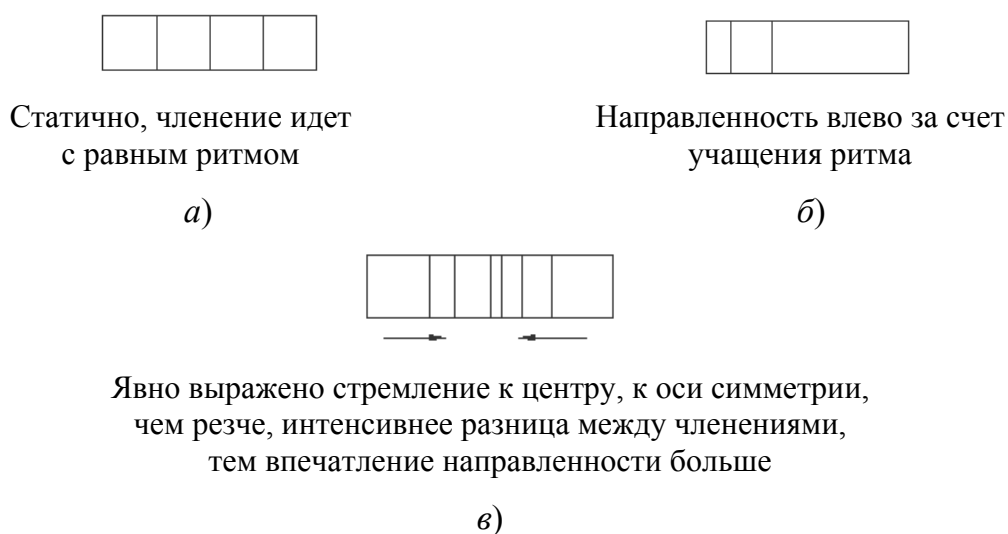


Рис. 4.26. Пример статичной и динамичной форм

На рис. 4.27 приведены примеры статичной (б, г) и динамичной (а, в) форм токарного станка.

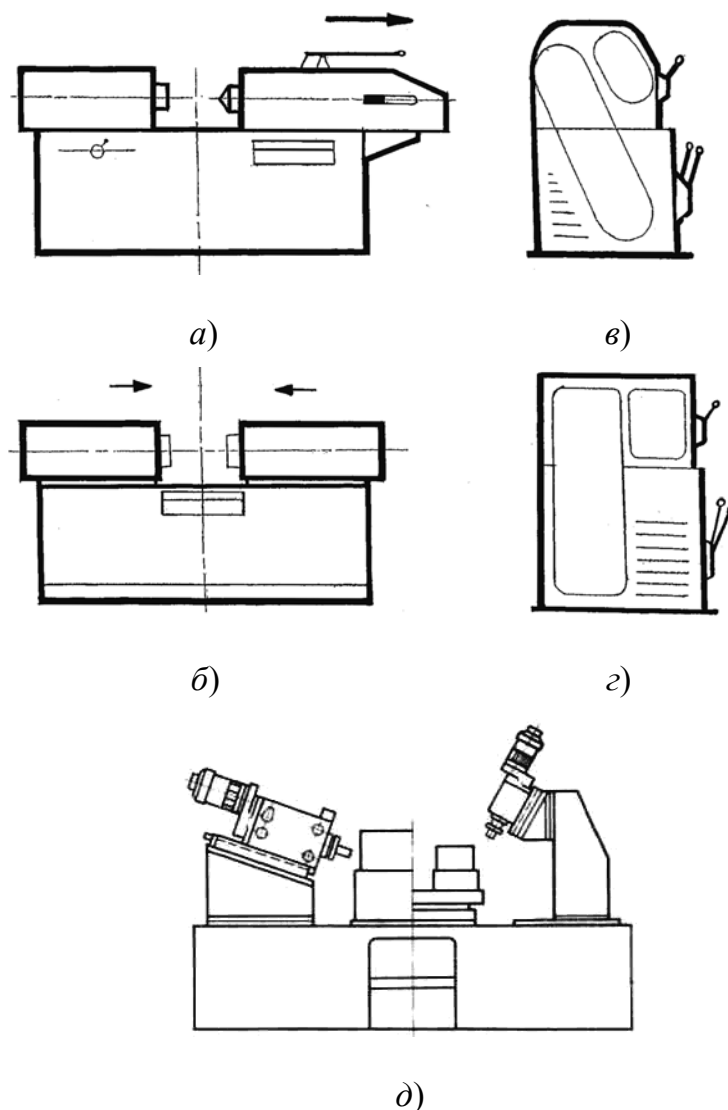


Рис. 4.27. Примеры статичной и динамичной форм:
а-г – токарного и д – агрегатного станков

Понятие силы и тяжести в художественном конструировании различны: сила – это способность нести, тяжесть – масса, инерция.

Древние греки говорили, что, если хочешь сделать вещь сильной, поступай, как в природе, делай последующую тяжесть менее предыдущей. То, что несет, должно быть сильным, то, что несут – легким. Ребенок на плечах у отца – легко его нести, наоборот – впечатление тяжести, раздавленности. Чем более легко несет, тем впечатление большей силы. Пример различных конструкций молота и наковальни и консоли на рис. 4.28.

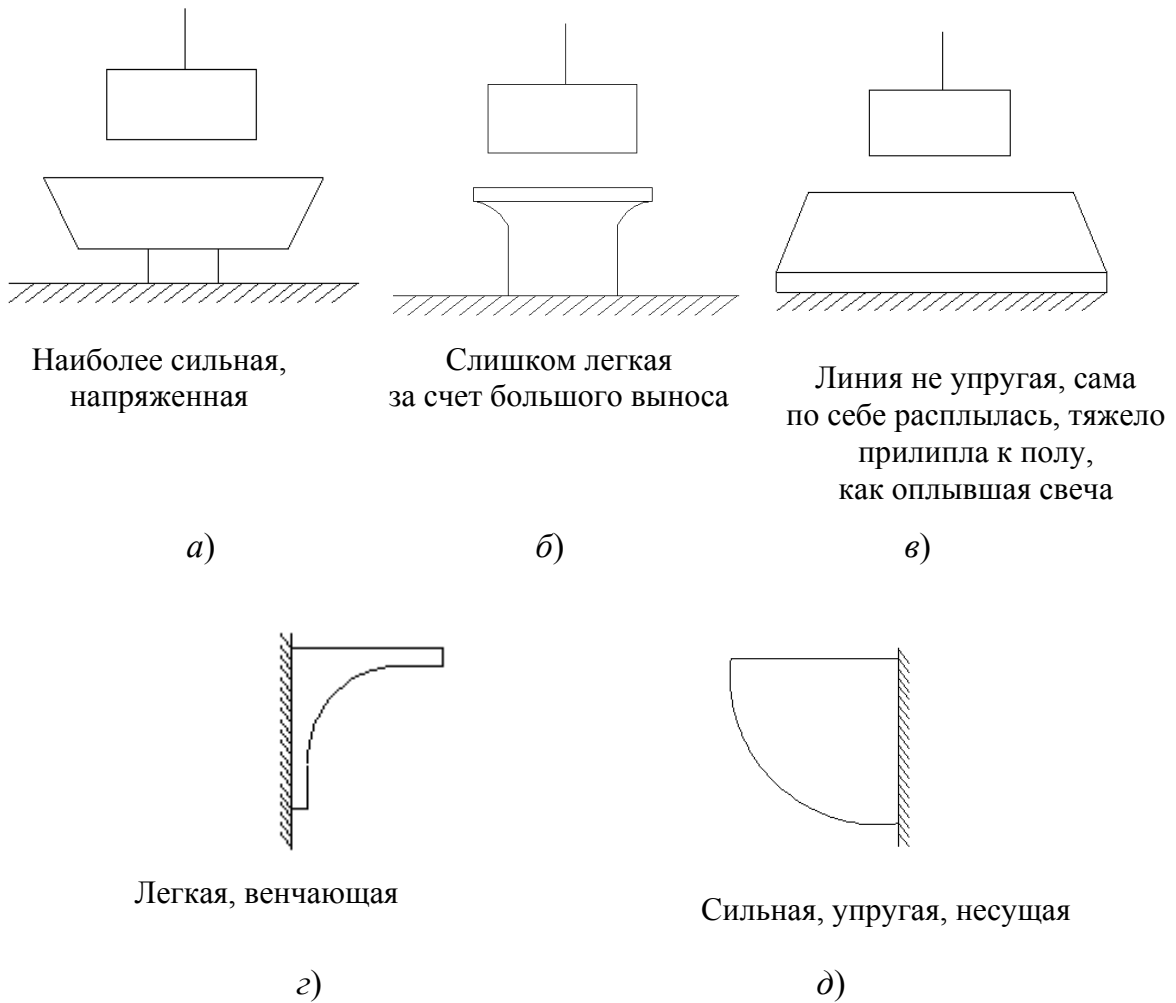


Рис. 4.28. Примеры силы легкости и тяжести форм

Когда плоскость надо укрепить, то в элемент надо включить больше материальности, массы, плотности, когда объект надо облегчить, использование материального необходимо уменьшить, дать больше воздуха (пример: рис. 4.29).

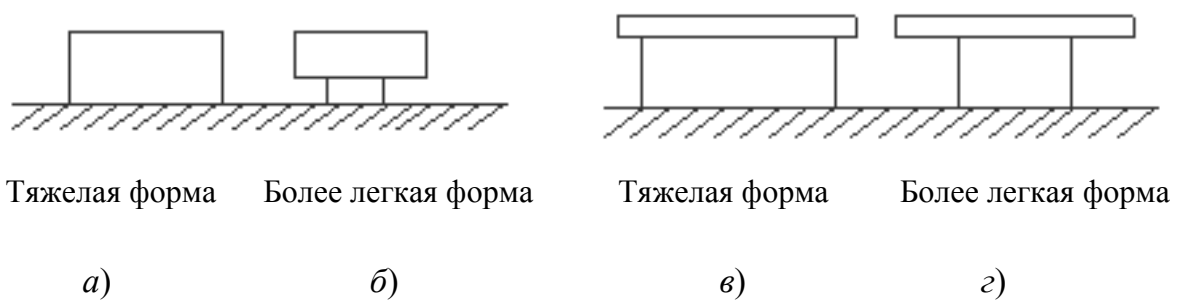


Рис. 4.29. Примеры тяжести и легкости форм

Масштабность в технике. «Человек есть мера всех вещей», – эти слова, высеченные на мраморе Дельфийского храма, афористически точно выражают масштабность предметного мира – всего, что человек создает для себя.

Под масштабностью предметного мира понимается соразмерность или относительное соответствие формы размерам человека, соответствие назначения предмета его действительной величине и окружающему пространству.

Масштаб архитектурного сооружения, так же как и любого другого технического объекта, не определяется его абсолютной величиной. Маленькое здание может иметь крупный масштаб и наоборот. Поэтому архитектор, проектируя здание, около его фасадов изображает фигуру человека в масштабе чертежа, и она выступает как архитектурная мера и заставляет соотносить с собой все элементы здания. К сожалению, в технике это не практикуется. Масштаб механизмов как будто бы не может быть избран, так как скорее сам задается техническими условиями, кинематикой, конструкцией и т. д.

Промышленное изделие масштабно, если оно соотносено с человеком, и немасштабно, когда в нем отсутствуют элементы, по которым можно судить о незримом присутствии человека.

Немасштабность – один из распространенных недостатков многих промышленных изделий.

Оценка масштабных связей машины с человеком проводится в четыре основных этапа, которым соответствуют следующие вопросы (ответы на эти вопросы должны быть заложены в самой конструкции машины):

1. Присутствует ли человек у машины в процессе ее работы вообще?

2. Если присутствует, то насколько длительным по времени оценивается его присутствие?

3. Если он обслуживает оборудование всю рабочую смену, то насколько тесны связи оператора с машиной (подает заготовки в загрузочное устройство, постоянно наблюдает за ходом работы, управляет оборудованием)?

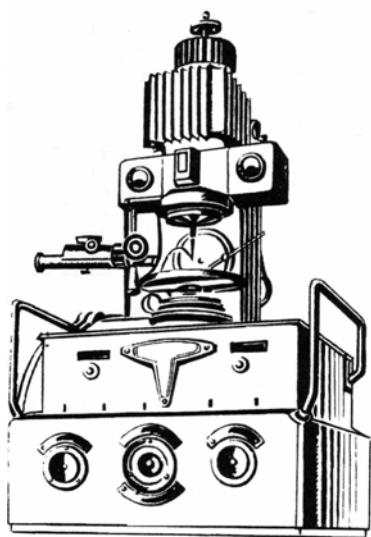
4. Если он управляет ходом технологического процесса, то насколько точно соблюдение антропометрических и психологических требований оператора к машине и ее элементам отражает истинную масштабность человека и машины?

Рассмотрение рабочей зоны и основных управляющих элементов машины над уровнем пола, а также их размеры по отношению к самой машине являются простейшими из факторов, выявляющих масштаб машины.

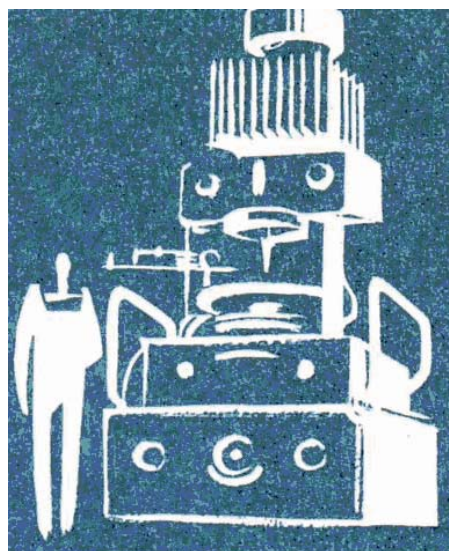
При проектировании изделий масштабность является гуманизирующим фактором. Возрастающие мощности станков и машин, увеличение их размеров не должно привести к затерянности человека в мире техники. Многотонный станок с крупными членениями нельзя лишать «человеческого» масштаба. Его огромную конструкцию необходимо соотносить с человеком. В то же время нелепо выглядят и малые вещи, желающие походить на большие.

На рис. 4.30 показаны предметы, не известные нам пока ни по назначению, ни по размерам. Если же попытаться как-то определить величину первого из них (рис. 4.30, а), то, руководствуясь нам самим пока неясным соображениям, мы нарисовали бы рядом с ним человека таким, как на рис. 4.30, б. Высота этого предмета, по-видимому, около двух с половиной–трех метров. Но такое мнение ошибочно. На самом деле это всего лишь настольный прибор высотой не более полуметра.

В другом случае мы почти не ошибаемся, определяя истинные размеры предмета. Это действительно небольшой настольный прибор (рис. 4.30, а). Значит, что-то в этой форме позволяет определить его настоящую величину (рис. 4.30, б).



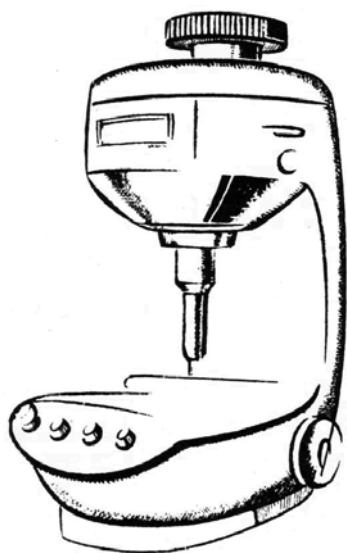
а)



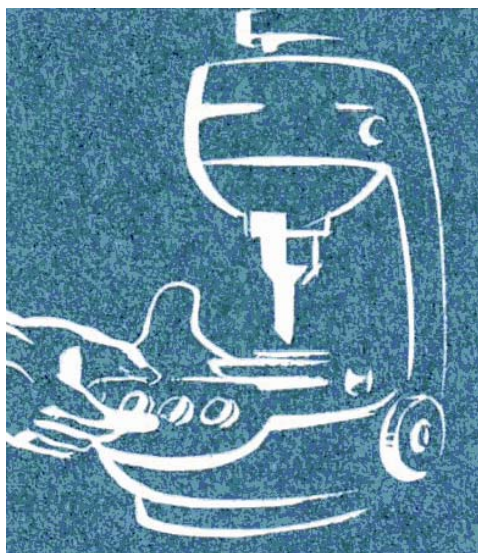
б)

Рис. 4.30. Визуальная масштабность

И, наконец, еще один предмет, (рис. 4.31, *а*), если в первом случае, определяя размеры, мы ошиблись в семь–восемь раз, а во втором были близки к истине, то здесь возникает двойственное впечатление. Если прикрыть рукой лишь одну деталь – крупную ручку с тыльной стороны стойки, то кажется, что это модель большого станка (рис. 4.31, *б*). Возвращение ручки на место вновь делает предмет маленьким.



а)

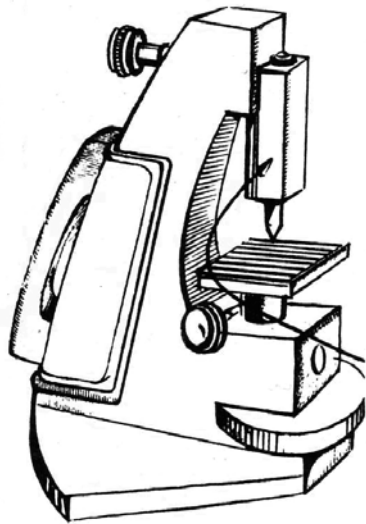


б)

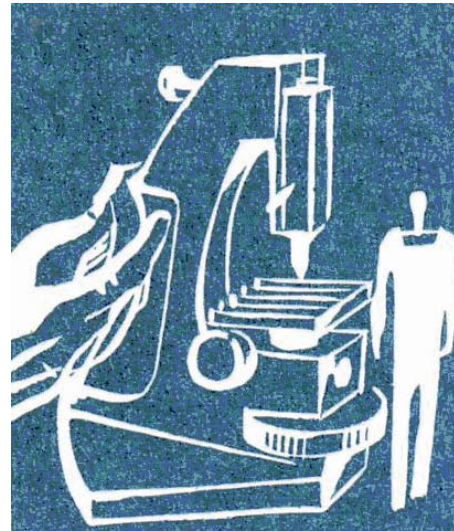
Рис. 4.31. Предметная масштабность

На деле все три предмета – настольные приборы различного назначения, но примерно одного небольшого размера. Почему же они воспринимаются столь различно? В первом случае форма дробная, переусложненная. Верхняя часть изрезана множеством вертикальных членений, а весь прибор имеет ряд сильных горизонтальных ступенчатых перепадов. Такой строй композиции как в характере членений, так и в пропорциях типичен для организации формы крупного станка. Мелкие выступы еще больше усложняют объем, а совсем маленькие детали регулировки и настройки ассоциируются с элементами управления станком.

Немасштабность усугубляется трактовкой подчеркнута массивного ступенчатого основания – оно словно предназначено воспринимать значительные нагрузки. И это ложное тектоническое выражение, и проработка «колонны» влияют на масштаб предмета, заставляя малое воспринимать как уменьшенное большое.



a)



б)

Рис. 4.32. Масштабность пропорций

Немасштабность усугубляется трактовкой подчеркнута. Прибор на рис. 4.31, *a* никого не обманывает своей формой. Это не уменьшенная во много раз модель, а действительно маленькая вещь. Форма максимально обобщена, композиционный строй соответствует величине предмета. Крупная головка на относительно легкой стойке, не копирующей колонну металлорежущего станка, задает определенный масштаб. Хорошо найден масштаб и в характере деталей. Например, верхняя регулировочная головка прорисована точно по руке, а не копирует, как в игрушках, форму маховиков или рукояток. Именно такие детали прежде всего и придают предмету масштабность, так как позволяют непосредственно соотнести его с человеком. Вещь приобретает необходимую зрительную весомость.

Прибор на рис. 4.32, *a* опять-таки кажется крупнее своих истинных размеров. Напряженная форма стойки заставляет думать, что консоль на ней предназначена нести значительные нагрузки от работы фрезы или сверла большого диаметра. Это впечатление усугубляется и трактовкой столика, и формой основания в передней части подставки (снова «силовой» мотив). Да и остальные детали нарисованы так, словно это части станка. Но пластмассовая накладная ручка явно противоречит принятому масштабу, неожиданно возвращая нас к истинным размерам предмета. Столкнулись два разных масштаба, которые не могут примириться.

На примере трех приборов мы видим, что масштабность им придают элементы, соотносимые с человеком.

Однако в технике масштабность достигается не только этим. Ведь даже высота, на которой расположены те или другие органы управления машиной, сама по себе есть своего рода знак, дающий возможность увидеть за ним человека, почувствовать масштаб.

Таким образом, все те размерные величины, которые в станке, машине, приборе, транспортных средствах как-то связаны с человеком, определяя удобство пользования ими, оказывают прямое влияние на масштабность. Отступления от требований, связанных с антропометрией, могут оказаться причиной немасштабности изделия.

4.4. Свойства и качество композиции

Композиция отлично спроектированного промышленного изделия обладает многими специфическими свойствами и качествами, характерными для высокоорганизованной формы. Такая форма целостна, все ее элементы соподчинены между собой, уравновешены, едины по характеру формы, пропорциональны, масштабны, что в совокупности дает определенную образную информацию.

Целостность формы – понятие, родившееся в сфере искусства, для которого естествен образный, метафорический язык. В художественном конструировании, лежащем как бы на стыке искусства и техники, целостность формы промышленного изделия отражает логику и органичность связи конструктивного решения с его композиционным воплощением. Анализ ряда станков и приборов показывает, сколь важно объединить множество конструктивных элементов не только технически (с помощью болтов, сварки и т. п.), но и композиционно, представив сложную структуру машины как гармоничную целостность. Целостность связана с другим важнейшим свойством композиции, таким как соподчиненность, подобно следствию с причиной: первая является результатом умелого, основанного на соблюдении закономерностей соподчинения элементов.

Любая композиция может рассматриваться как определенная система, основанная на соподчинении элементов главных, менее значимых и второстепенных.

В станкостроении встречается разнохарактерность форм. Бывает, что несущая колонна имеет большие радиусы скругления, в то время как стол или консоль тяготеют к формам с прямыми углами. На рис. 4.33 приведены четыре варианта форм горизонтально-фрезерных станков, разных по характеру формы, что отражается не только на форме в целом, но и на многих деталях (элементы: a_1 , b_1 , v_1 , z_1).

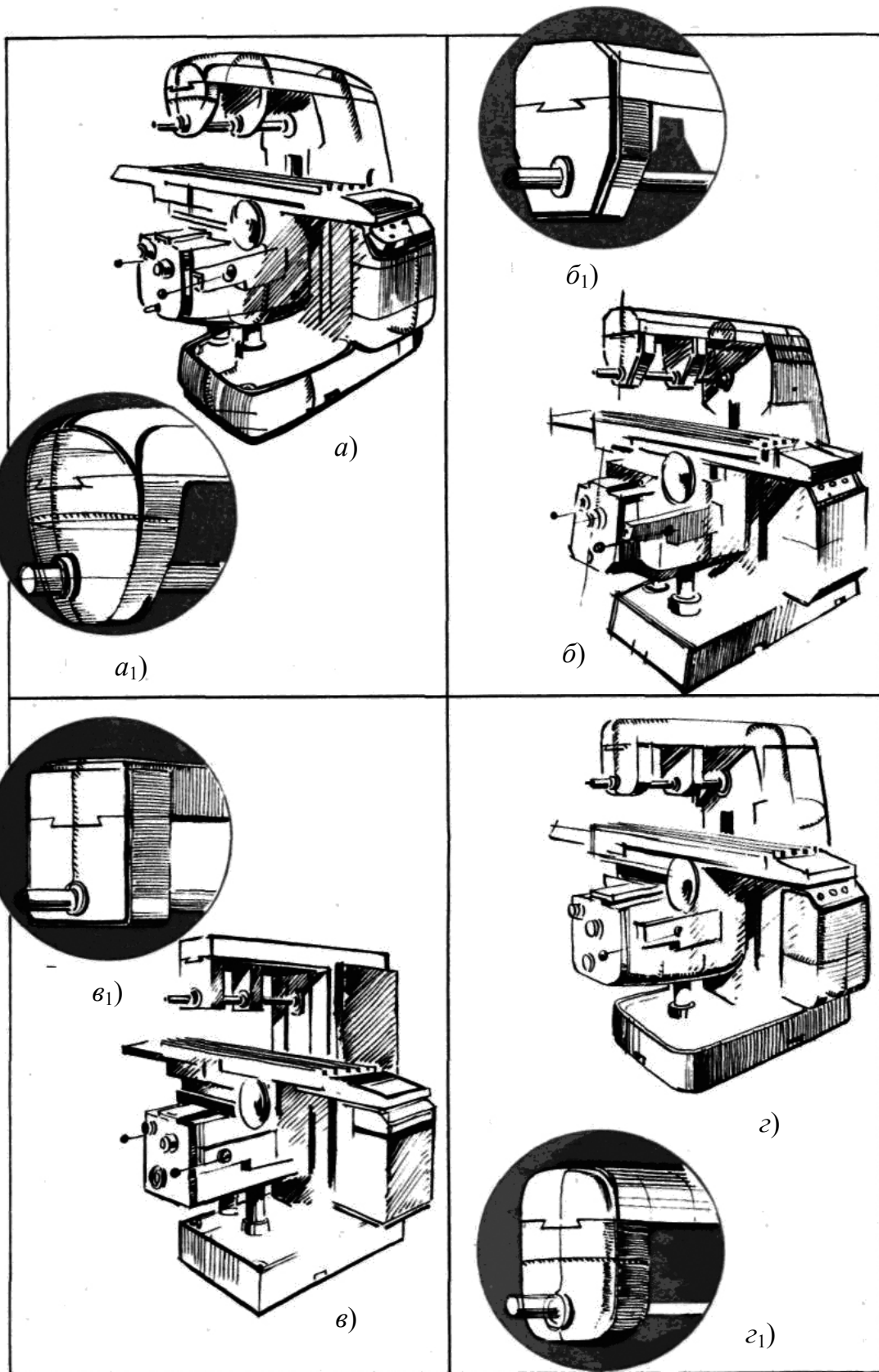


Рис. 4.33. Эскизы вариантов форм горизонтально-фрезерных станков

На рис. 4.34 показаны различные проявления целостности технических форм по Я. Г. Черникову, который весьма образно классифицировал «типы конструктивного образа» в зависимости от закономерности, принятой за основу в каждом отдельном случае (на рис. 4.34, *а, в* – внедрение тела в тело, сочетание только цилиндрических объемов, а также цилиндрических объемов и параллелепипедов; на рис. 4.34, *б, д* – тоже внедрение тела в тело, но взаимодействуют только параллелепипеды; на рис. 4.34, *г, ж* – охват тела телом; на рис. 4.34, *е* – сквозное прохождение одного тела через другое).

Главная особенность здесь – это органичность соединения элементов формы, соподчиненность, без которой не существует и целостности. Реальные технические объекты нередко лишены этого важнейшего качества композиции: объемы стыкуются чисто механически, и если отсоединить один от другого, то оставшаяся часть ничего не теряет. А попробуйте вынуть хоть один из элементов в показанных на рис. 4.34 моделях, стронуть его с места – соподчиненность исчезнет, целостность нарушится.

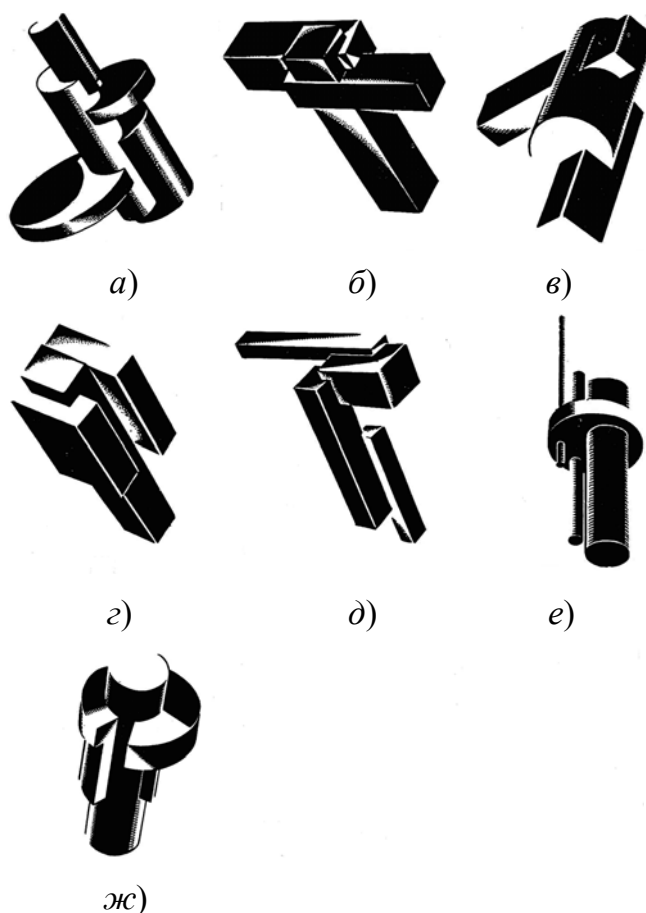


Рис. 4.34. Примеры проявления целостности технических форм

На рис. 4.35. рассмотрены целостность формы и соподчинение ее элементов на условных моделях, где показаны три основных элемента (1–3) и два композиционно второстепенных (4, 5).

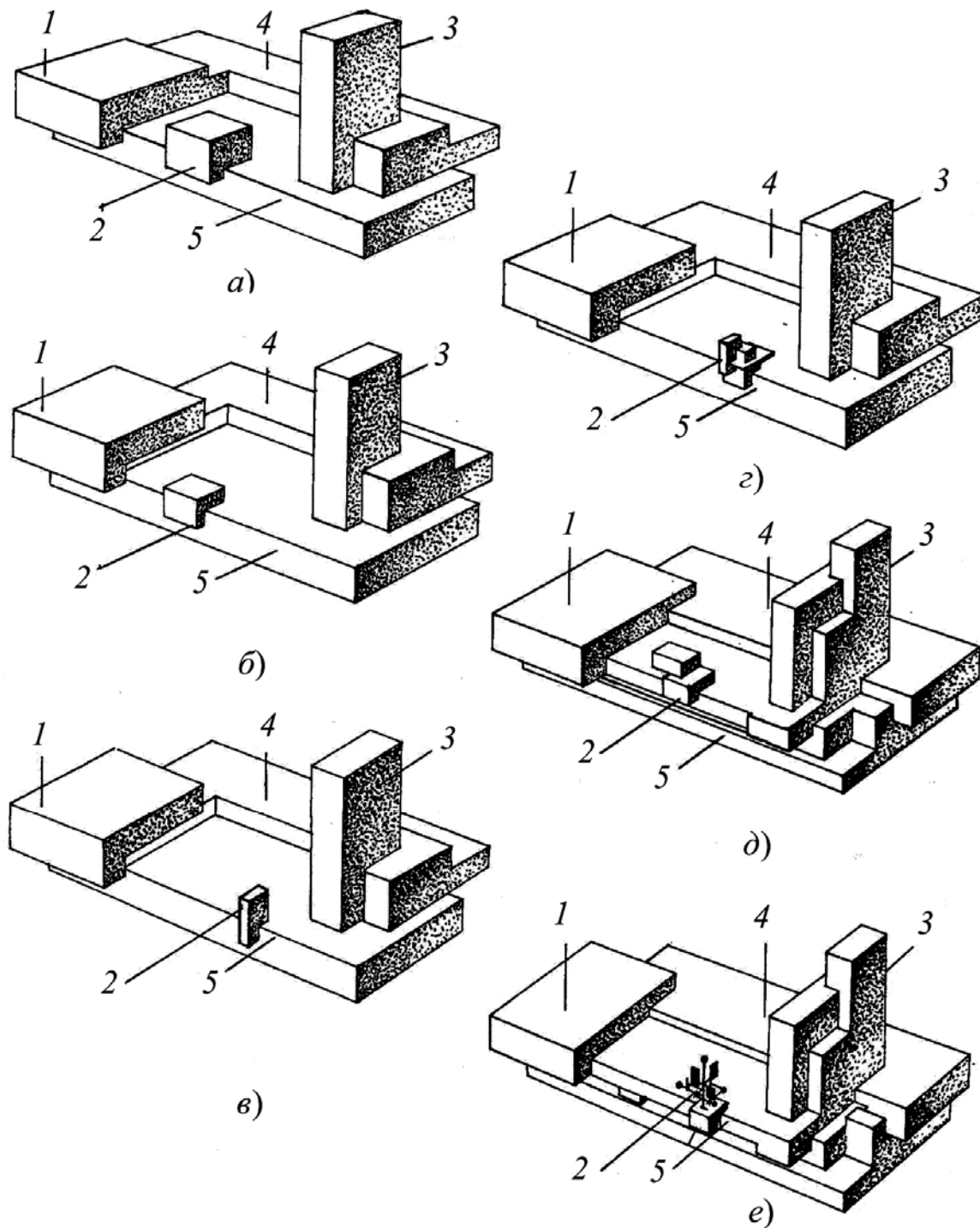


Рис. 4.35. Примеры целостности формы и соподчинение ее элементов

Размерные отношения основных элементов и их расположения на рис. 4.35, *a* случайны. Неясно взаимодействие элемента 2 с элементами 1 и 3, к какому из них композиционно тяготеет элемент 2? Элемент 2 слишком велик для данного места, из-за чего пространство, ограниченное элементами 1, 3 и 4, обособленно и не является активным компонентом композиции.

Вариант на рис. 4.35, *б* предпочтительнее с точки зрения целостности формы. Элемент 2 уменьшился и стал явно соподчинен элементу 1. Роль пространства позади него выросла – теперь оно свободнее раскрыто вовне.

На рис. 4.35, *в* элемент 2 приближен к элементу 3 и стал подобен ему по форме, что также усиливает соподчиненность. Верхние плоскости элементов 1 и 2 находятся на одном уровне над плитой основания 5, и, таким образом, элемент 2 поддерживает в пространстве элемент 1, развивая горизонталь. В то же время эта небольшая вертикаль перекликается здесь с вертикалью элемента 3. Связи элементов 1, 2 и 3 становятся особенно прочными.

С усложнением структуры элемента 2 (рис. 4.35, *г*) возрастает его композиционная значимость. Она может увеличиваться настолько, что элемент 2 подчинит себе элементы 1 и 3, несмотря на свой гораздо меньший размер (главное в композиции не обязательно самое большое).

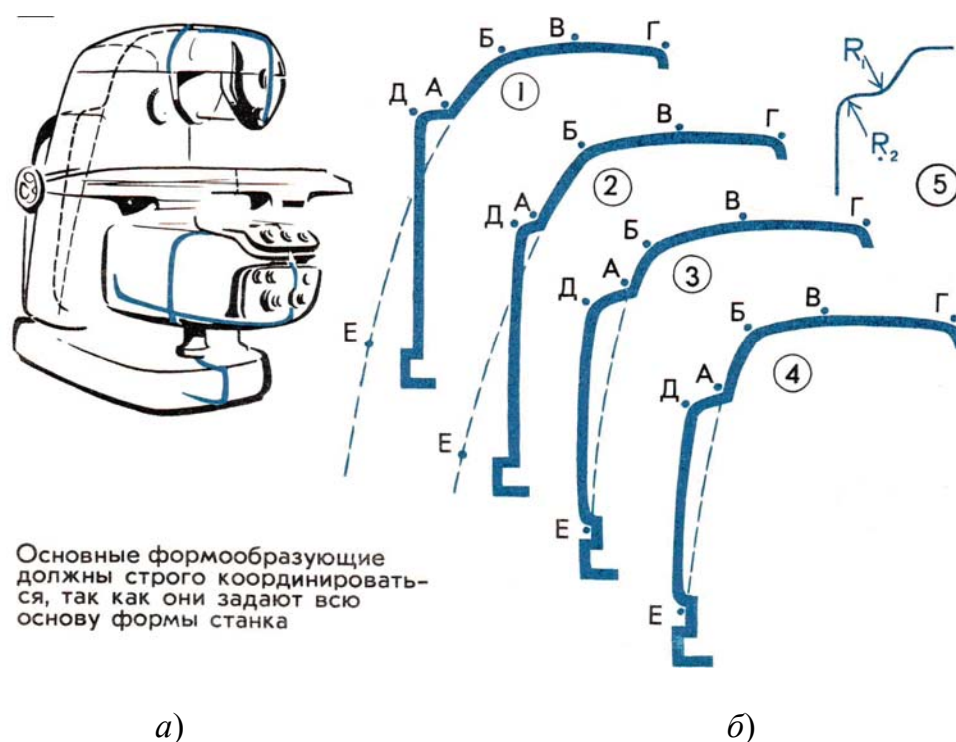
Стоит усложнить структуру остальных элементов (рис. 4.35, *д*), как главенствующая роль элемента 2 исчезнет. Чтобы элемент 2 продолжал доминировать в композиции с усложненными элементами 1 и 3, придется усложнить его структуру, придав ей еще большую значимость (рис. 4.35, *е*).

Целостность формы изделий со сложным силуэтом при сочетании открытой структуры с элементами кожухов во многом зависит от главных формообразующих линий. Они могут быть скоординированы настолько непринужденно и точно, что соподчиненность частей формы возникает как бы сама собой. Однако в действительности за этой простотой и естественностью кроется большое мастерство и кропотливый труд художника-конструктора.

Координация основных формообразующих контуров металлорезающего станка, особенно с большими нагрузками на станину, важна не только с точки зрения его композиции, но и в не меньшей мере для оптимального распределения нагрузок. Получив основу компоновки механизма крупного металлообрабатывающего станка, дизай-

нер не может произвольно прорисовать контуры. Его задача и тоньше, и сложнее, она состоит в том, чтобы совместно с инженером скоординировать, композиционно уточнить все то, что определено расчетом. Нарушения координации контуров, подчас в угоду моде, не только приводят к композиционным погрешностям, но и информируют о конструктивных недостатках.

Зависимость целостности формы от координации основных контурных линий горизонтально-фрезерного станка показана на рис. 4.36, а, б. Переход от консоли к колонне в тыльной части станка дан на рис. 4.36, б. На позициях 1 и 2 участки контурной линии не скоординированы. Отрезок АБВГ на этих позициях задает форме сильное движение, которое зрительно прочитывается и по несуществующей части контура АДЕ. Введение радиусов скруглений R_1 и R_2 (позиция 5) в важных местах перехода от наклонной к вертикали несколько смягчает дефект, но не может кардинально исправить положение. На позициях 3 и 4 контурные формообразующие линии АБВГ и АДЕ скоординированы.



Основные формообразующие должны строго координироваться, так как они задают всю основу формы станка

Рис. 4.36. Горизонтально-фрезерный станок – целостность формы станка и соподчинение формообразующих элементов

Основные контурные линии вертикально-фрезерных станков, показанных на рис. 4.37, скоординированы; на рисунке они продолжены за контуры обводов, чтобы лучше увидеть характер формы

и показать, как в соответствии с ним увязаны между собой все элементы. Более жирными линиями отмечены участки контура, задающие форме основное движение. В форме станка на рис. 4.37, б характер формы создается сочетанием участков прямых контурных линий с лекальными, хотя лекальные преобладают. Здесь важны и точные переходы контура от прямых линий к лекальным при соблюдении единого характера формы.

В композиции промышленных изделий с преобладанием сложных лекальных основных формообразующих особенно необходима их общая координация (схема на рис. 4.37, в).

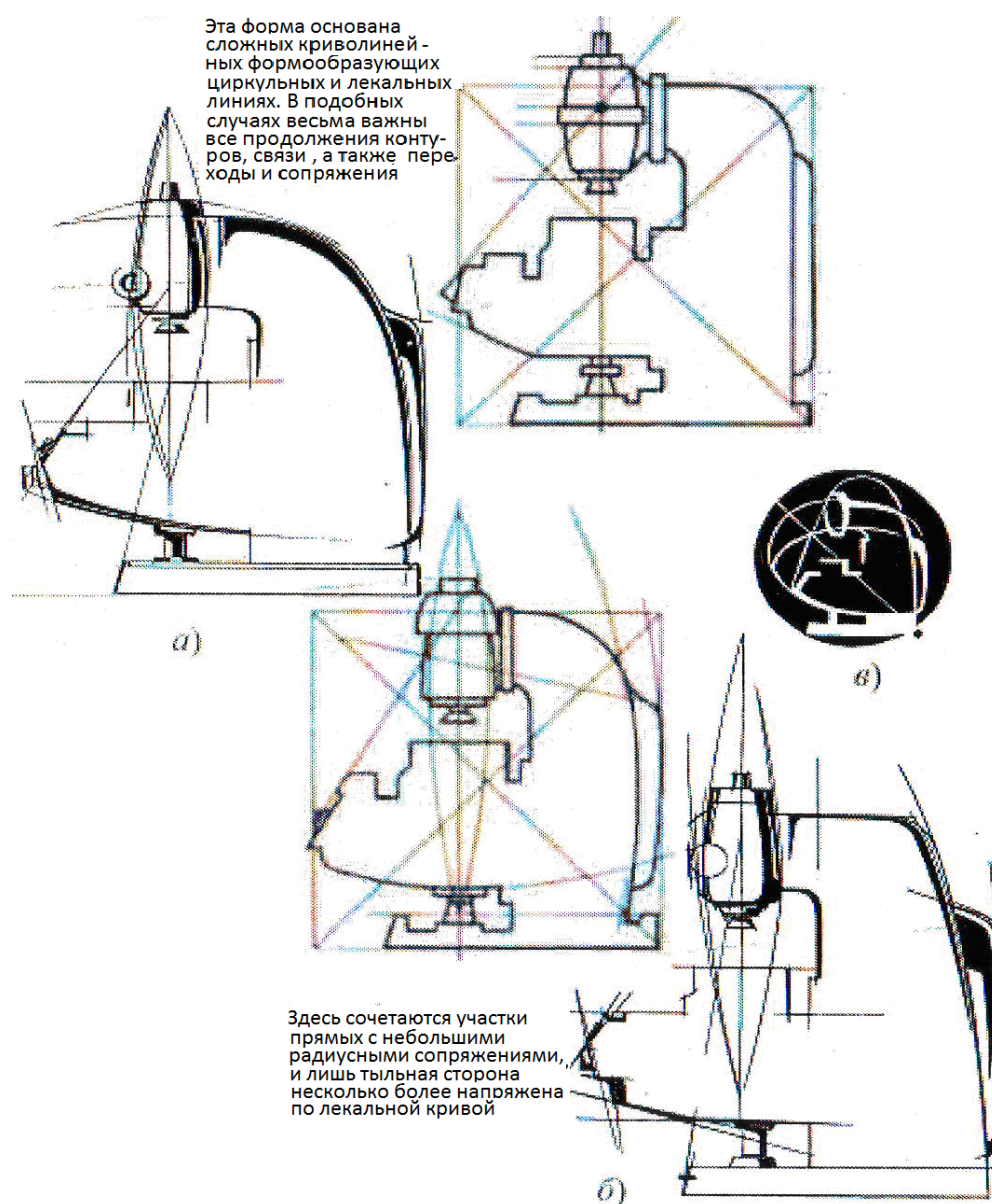


Рис. 4.37. Вертикально-фрезерный станок – пример координации основных формообразующих элементов

Итак, целостность формы и соподчиненность ее элементов связаны между собой как следствие с причиной. Если художнику-конструктору не удастся соподчинить основные формообразующие элементы, он не достигает и главного – композиционной целостности.

Глава 5

ЦВЕТ И ЕГО РОЛЬ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ КОНСТРУИРОВАНИИ

5.1. Общая характеристика цвета

Цвет – это ощущение, результат физиологического воздействия на сетчатку глаза световых волн (электромагнитных колебаний). Видимые электромагнитные излучения с длиной волны 770–380 нанометра человеческим глазом воспринимается как свет и различается спектральным составом.

Цвет в художественном конструировании играет двойную роль:

- 1) с точки зрения эргономики он рассматривается как средство создания комфорта;
- 2) с точки зрения художественного конструирования – как средство композиции.

Восприятие предметов как цветных зависит от способности их поверхностей к отражению световых лучей. По этому признаку поверхности разделяются на две группы: хроматические и ахроматические.

Окружающий нас цвет может быть разделен на 2 группы:

- 1) цвет, существующий в природе;
- 2) цвет, который создается разумом человека и применяется в промышленном интерьере.

Любой цвет можно отнести к группе хроматических или ахроматических цветов.

Хроматические цвета – это цвета принадлежащие спектру. Они характеризуются тремя основными признаками:

- 1) цветовым тоном, который определяется длиной доминирующей волны;
- 2) насыщенностью цвета, т. е. частотой цвета по отношению к белому;
- 3) светлотой или яркостью, т. е. мощностью отраженного или излученного светового потока, идущего в сторону наблюдателя.

Ахроматические цвета представляют собой различные оттенки черно-белого цвета. Это серый, черный и белый цвета. Они обладают одной характеристикой – насыщенностью.

В спектре разложения белого цвета доминирующими цветами является красный, зеленый и синий, которые получили название основных цветов.

Благоприятное воздействие на физиологию и психику работающего достигается использованием цветов, рекомендуемых теорией оптимальных цветов. Эта теория рекомендует применять гамму цветов желто-зеленого диапазона разной насыщенности. Принцип подбора палитры цветов в этом случае соответствует нюансной гармонии, которая основывается на сочетании соседних или близко лежащих на цветовом круге цветов (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Цветовой круг (Ср – серый)

Недостатком окраски станков согласно этой теории является монохромность (однотонность) цветов, которая при длительном воздействии приводит к адаптации зрения к этим цветам и лишает оператора к концу смены их благоприятного воздействия.

Для достижения эффектности, броскости, остроты впечатления применяют цветовую гармонию, основанную на применении контрастных сочетаний цветов, что соответствует теории динамического цвета. В соответствии с этой теорией колористика цветов интерьера и станков способна держать оператора в повышенном возбуждении с целью повышения производительности труда благодаря применению раздражающих и бодрящих цветов – пурпурного, красного, оранжевого, а также контрастных сочетаний цветов. В цветовом круге (рис. 5.1)

эти цвета расположены диаметрально противоположно. При таком сочетании цветов с наибольшим эффектом проявляется динамичность.

При выборе контрастной гармонии станков необходимо принимать во внимание не единичное изделие, а комплекс, среду цеха в целом или его отдельного участка. Кроме того, применение цветового контраста требует подходов, при которых сохранялась бы целостность формы.

Гармоничное контрастное цветовое противопоставление крупных объемов (или плоскостей) возможно с помощью либо «мостиков» тех же цветов – вкраплений одного цвета в другой, либо нюансных цветовых переходов. Без этого контрастная цветовая композиция, как правило, становится примитивной, огрубляет форму.

В последнее время выбор колористики цветов станков и интерьера основан на колористике природы, т. е. имеется разнообразие и гармоничное сочетание цветов. Этот принцип лежит в основе теории согласованных цветов. В определенной мере этой теории соответствует гармония «цветовой триады», в которой основные цвета, принятые для создания цветовой композиции станков и интерьера, а также другого оборудования, представляют триаду цветов, равноотстоящих друг от друга на цветовом круге (рис. 5.1), например, красный–синий–желтый или оранжевый–фиолетовый–зеленый.

В ряде случаев сочетания цветов могут быть получены благодаря усложнению схем цветовых гармоний путем разворачивания нюансных схем в ряды (например, коричневый–оранжевый–светло-коричневый, бежевый–цвет слоновой кости–желтый), представления «цветовых триад» сочетаниями, воспринимаемыми в отношениях, близких по характеру к указанным основным триадам (например, коричневый–серо-голубой–желтый, а также противопоставлением на основе контраста не отдельных цветов, а целой группы цветов, сближенных на основе нюансной гармонии.

В основе современной колориметрии лежит принцип трех основных цветов (красный, зеленый, фиолетовый). Получения белого цвета (ахроматического) может осуществляться также путем сложения цветов двух излучений (желтого или синего, оранжевого или голубого и т. д.). Такие цвета называются дополнительными.

Ощущение цвета, возникающее в нашем сознании, отражает, прежде всего, те объективные свойства поступающей в глаз радиации, которая в физике называется длиной волны, или частотой электромагнитных колебаний. Здесь при этом имеет место тот случай, когда

ощущение передает нам свойства внешнего мира в своеобразной форме, под которой не очень просто установить сущность порождающего явления. Физиологическое воздействие цвета частично объясняется воздействием световых колебаний различной длины на светочувствительные органы глаз.

Если рассматривать только монохроматическую радиацию, то цвет можно точно и просто выразить в виде частоты колебаний или длины волны. Когда в глаз попадает монохроматический луч, то цвет воспринимается в наиболее интенсивной и чистой форме.

Ньютон, разложив белый цвет с помощью трехгранной призмы, получил семь основных цветов: фиолетовый (390–450 нм), синий (450–480 нм), голубой (480–510 нм), зеленый (510–550 нм), желтый (550–585 нм), оранжевый (585–620 нм), красный (620–680 нм; нм – нанометр, $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Глаз различает в спектре множество других оттенков, и разделение спектров на семь основных цветов чисто условно. Цвета в спектре переходят от одного к другому плавно и постепенно. Общее число различных оттенков цвета, выделяемых глазом, в спектре очень велико и колеблется в пределах от 100–200.

Монохроматическая радиация различается глазом в редких случаях. Обычно в глаз поступает лучистый поток смешанного состава, содержащий в себе лучи всех длин волн, всех цветов спектра. Однако эта сложность спектрального состава зрением в подавляющем большинстве случаев не отмечается и человек чаще всего воспринимает какой-либо один определенный цвет. Все цвета спектра, одновременно воздействующие на органы зрения, воспринимаются как белый цвет, которого в спектре нет. Нет в природе пурпурных цветов, т. е. красно-фиолетовых или малиновых тонов.

Для получения различных оттенков смешиваются различные цвета. Очень важный случай смешения цветов представляет собой смешение монохроматического спектрального цвета с белым. Чем больше белого прибавляется к спектральному, тем слабее выявляется цвет, тем более блеклым представляется он нашему зрению. Для любого спектрального цвета можно составить непрерывный ряд оттенков, начинающихся с белого, и через едва заметную окрашенность – среднюю глубину цвета и значительную интенсивность последнего – перейти к чистому спектральному цвету. Место оттенка в этом ряду можно выразить количественной величиной, которую называют насыщенностью, или частотой цвета, выражающей степень близости данного цвета к спектральному. Насыщенность цвета можно выразить

математически как отношение лучистого потока монохроматического цвета к сумме лучистых потоков белого и этого же монохроматического цветов. Тогда для чистого спектрального цвета насыщенность будет равна единице, а для чистого белого равна нулю. Исходя из этого любой цвет может быть получен путем смешения белого с некоторым спектральным цветом. И этот цвет точно можно определить цветовым тоном, зависящим от длины волны того спектрального цвета, который необходимо взять для получения нового цвета и требуемой насыщенности.

Любой цвет может быть получен путем смешения какого-то спектрального цвета с белым (табл. 5.1), а белый, в свою очередь, может быть получен как смесь двух дополнительных цветов, следовательно, всякий цвет можно получить смешивая определенные три спектральных цвета. Но при этом необходимо брать такие три цвета, чтобы два из них при смешивании не могли дать третий.

Например, удобную комбинацию составляют красный, зеленый и синий или желтый, красный, голубой. Смешивая этих три цвета в различных пропорциях, можно получать самые различные цвета, как насыщенные, так и блеклые, и даже белый цвет. Цвета, из которых можно получить все остальные, называются первичными, а цвета, являющиеся результатом смешивания первичных цветов, называются вторичными.

Таблица 5.1

Схема смешения цветов

Первичные цвета	Желтый	Зеленовато-желтый	Голубовато-желтый	Голубой	Синий	Зеленый	Фиолетовый
Красный	Фиолетовый	Золотисто-желтый	Белый	Беловатозеленый	Темно-розовый	Беловато-желтый	Пурпурный
Оранжевый		Желтый	Беловато-желтый	Белый	Беловатозеленый	Желтый	Розовый
Желтый			Беловатозеленый	Беловатозеленый	Белый	Зеленовато-желтый	Беловато-желтый
Зеленовато-желтый			Зеленый	Беловатозеленый	Беловатозеленый		Белый
Зеленый				Голубовато-зеленый			Беловатосиний
Голубой							Синий

5.2. Цвет как средство композиции. Взаимосвязь цвета и формы

Формообразование с помощью цвета – один из аспектов деятельности колориста, базирующийся на способности полихромии радикально преобразовывать ощущение объемно-пространственной формы.

В основе формообразования с помощью цвета лежат монолитные формы, которые скорее предполагают монохромную или полихромную низкой активности, формы средней расчлененности – наиболее активную полихромную, а формы значительно расчлененные, как бы растворяющиеся в пространстве, снова предполагают низкую активность полихромии, приближающуюся к монохромии. Под активностью полихромии понимается величина контраста между отдельными цветами по цветному тону, светлоте и насыщенности и одновременно контраста очертаний цветовых графов и структурных членений формы. Полихромия может обладать различной степенью активности (способностью к преобразующему действию) и возрастает с усилением контраста между цветовыми элементами.

Взаимодействие полихромии и структурно-морфологической основы формы может происходить в широком диапазоне от нюанса до контраста. При этом цвет понимается как свойство формы. Целостная монолитная форма обладает цветовым единством. Расчлененная форма мыслится как совокупность отдельных монолитных форм, каждая из которых имеет индивидуальную цветовую характеристику. Форма с высокой степенью расчленения, составленная из огромного множества мелких монолитных форм, имеющих собственный цвет, выглядит иной по цветовой доминанте, как бы стремится к монохромии. В формах средней расчлененности, которые занимают промежуточное положение между монолитными и расчлененными и представляют наиболее распространенный вид форм, получает развитие полихромия средней и высокой степени активности.

Глаз человека (среднего по способностям) различает до 200 оттенков по цвету, до 10 – по насыщенности, и до 25 – ступеней по светлоте.

Длительный процесс развития человеческого глаза в условиях природы, где преобладает три цвета, привел к тому, что глаз лучше всего воспринимает желто-зеленую часть спектра. Вследствие этого желтые, зеленые и голубые цвета, относящиеся к средней части спектра, менее всего утомляют человека в процессе работы.

Различные сочетания светлых и темных цветов могут искажать восприятие различных форм. Но и форма, в свою очередь, оказывает влияние на восприятие цвета. Более спокойно воспринимается круг, чем квадрат, хотя оба имеют одинаковую окраску; квадрат, в свою очередь, смотрится более спокойно, чем треугольник. Раскрашенные полосами предметы кажутся более длинными, если полосы на их идут вертикально, и короче, если полосы расположены поперек. Цвет является очень сильным композиционным средством. Им можно усилить, подчеркнуть композиционные решения, и можно исказить и даже зрительно разрушить форму (например, военная маскировка, защитная окраска животных). Система окраски изделий должна быть согласована со всем композиционным строем изделия, с его объемно-пространственной структурой, тектоникой, пропорциями, масштабом, ритмом и т. д. Существует объединяющая и расчленяющая система окраски изделий.

Объединяющая окраска используется в случаях, когда изделие или его часть состоит из большого числа разнообразных элементов, выделение которых композиционно не желательно. В этом случае объединяющая окраска дает возможность представить эту объемно-пространственную структуру в более организованном виде.

Расчленяющая окраска призвана композиционно выделить, подчеркнуть возможность какого-либо элемента или группы элементов.

Обе эти системы используются обычно комплексно и в любом случае должны соответствовать функциональному назначению как отдельного элемента, так и всего изделия. В изделиях с цельным объемом границы цвета должны совпадать с членениями форм: цельная, без видимых стыков поверхность окрашивается, как правило, в один цвет, за исключением случаев, когда цвет играет чисто декоративную роль.

Размеры изделия влияют обычно на светлоту окраски: чем больше предмет, тем светлее кажется его окраска. В свою очередь, светлая окраска зрительно облегчает массивные и громоздкие изделия, но, с другой стороны, однотипная светлая окраска зрительно укрупняет предмет. Поэтому при окраске изделий уместны нюансные гармонии с включением нейтральных цветов.

Следует также учитывать и характер формы. Если предмет имеет четкие, ярко выраженные формы, рекомендуется малонасыщенная светлая окраска. Напротив, для предмета с округлениями, плавными формами следует использовать более насыщенные, яркие цвета. Динамичные формы следует подчеркивать специально выбранной сис-

темой окраски. Так, в окраске транспорта должны преобладать горизонтальные или слабо наклоненные линии, идущие по направлению движения. Цветовая гамма при этом обычно выбирается контрастная, ярких и теплых тонов. Это целесообразно и с точки зрения безопасности – машина становится значительно заметней издали.

Цвет должен достаточно четко выявлять тектонику изделия, т. е. отображать распределение материала внутри предмета и работу конструкции: несущие элементы конструкции – основание станков, несущие рамы, подставки и т. д. – следует окрашивать в более темные или более насыщенные цвета.

Большое значение для цвета имеет фактура поверхности. В зависимости от характера отражения (зеркальное, диффузное, рассеянное) поверхности можно разбить на три группы:

- 1) глянцевые;
- 2) матовые;
- 3) полуматовые.

Спокойный, приглушенный цвет лучше смотрится на матовой поверхности, и форма изделия в этом случае приобретает несколько смягченный и расплывчатый характер. Яркие, сочные тона лучше выявляются на глянцевых поверхностях, и форма самого предмета выявляется более четко.

Эмоциональное воздействие цвета существенно меняется в зависимости от формы, размера и фактуры поверхности, на которую он нанесен. Полированные криволинейные поверхности предметов выглядят более темными из-за яркого контраста с тоном бликующих участков. Сила контраста снижается на матирующих поверхностях.

5.3. Цвет с точки зрения эргономики. Психофизическое влияние света и цвета на организм человека

С точки зрения эргономики цвет рассматривается как средство создания комфорта. Все из нас, например, знают, что темные, грязные тона окружающей обстановки действуют на человека угнетающе. Недаром темные тона называют тяжелыми, а светлые – легкими. Действительно, впечатление легкости вызывает в человеке белые облака и угнетающе действуют свинцово-серые тучи. Приятнее смотреть на белый пассажирский пароход, чем на серую баржу. А белые цветы, а белое подвенечное платье? Они рождают в человеке чувство радости, частоты, нежности.

Но всегда ли нужен белый цвет? Чтобы подсказать ответ, приведем пример.

Больница. Операционная. Все вызывает чувство восхищения: чистота, оборудование, теплая забота обслуживающего персонала. Непонятным было в начале лишь то, что халаты врачей были не белыми, а цвета морской волны. Ведь белый цвет везде и всегда считался классическим цветом в медицине. Наука покончила с этой классикой и объяснила: от глядения на белое сужаются зрачки, и когда врач переводит взгляд на оперируемое место, то резкий переход от одного цвета к другому временно ослабляет чувствительность зрения, частые повторения этого контраста вызывают усталость глаз.

А что дает практически рациональная окраска цеховой обстановки?

По известным данным, новый окрас цехов и машин повышает производительность труда на 5–25 %, а потери рабочего времени снижаются на 1/3.

Американская статистика добавляет, что после введения так называемых «предохранительных красок» для покрытия движущихся частей оборудования вдвое уменьшится число несчастных случаев.

Англичане констатируют огромную экономию электроэнергии при введении определенной формы окраски.

Но самые эффектные цифры влияния цвета на показатели процесса производства приводит в своих исследованиях чешский ученый доктор Тучны. «Половина всех несчастных случаев, – пишет он, – это результат необдуманной окраски. Цветовая анархия, снижающая работоспособность и вызывающая травмы, обходится в 20 раз дороже правильного оформления цехов. Разумно подобранная окраска – это 20%-е увеличение производительности труда».

Интересен и опыт Одесского машиностроительного завода, который первым в Одессе последовал эстетическим рекомендациям. На заводе благодаря новой окраске цехов и станков средняя годовая выработка на одного рабочего увеличилась на 8000 р. (расценки на 1980 г.).

Любопытно отметить, что единого, всеми признанного в качестве оптимального, цвета для данного вида оборудования или стен производственного интерьера нет. В каждой стране красят по-своему, придерживаясь главным образом легких тонов.

Например, в нашей стране металлорежущее оборудование делают светло-серых и зеленоватых тонов, во Франции – серо-голубые,

в Германии и Чехии – желтовато-серые и зеленовато-серые, в Польше – почти зеленые.

Но можно с полной уверенностью утверждать, что правильно выбранные цвета улучшают освещение, повышают производительность труда, способствуют улучшению качества работ, уменьшают утомление.

Как цветовой климат воздействует на человека психологически?

Психологическое воздействие цвета во многих случаях является результатом физиологических изменений, происходящих под влиянием светового излучения. Но последние исследования показали, что цвет воспринимается не одним зрением, а разностороннее, с участием всех органов чувств, включая осязание, обоняние, слух и т. д.

Все цвета можно условно поделить на четыре группы:

- а) теплые; холодные;
- б) тяжелые; легкие;
- в) отступающие; выступающие;
- г) громкие; тихие.

Такое разделение цветов чисто условное и в большинстве случаев связано с психологией восприятия цвета. Например, один и тот же цвет может принадлежать всем четырем группам – красный, который является теплым, легким, выступающим и громким.

Теплые цвета: красный, желтый, оранжевый и их оттенки – вызывают психологическое ощущение тепла, производят оживляющее впечатление, возбуждают, волнуют. Это цвета активные, динамичные, стимулирующие деятельность, кратковременно увеличивающие производительность труда.

Холодные цвета: зеленый, синий, сине-зеленый и их оттенки – вызывают психологическое ощущение холода, успокаивают, способствуют неизменной производительности труда.

Красный цвет вызывает у человека эмоциональные реакции, стимулирует деятельность мозга, повышает кровяное давление, ритм дыхания; при большой интенсивности красный цвет вызывает головную боль и усталость.

Голубой цвет имеет успокаивающее воздействие, особенно на нервных людей, снижает кровяное давление и ритм дыхания, успокаивает пульс.

Зеленый цвет стимулирует внимательность, освежает, успокаивает, уменьшает слишком яркое солнечное освещение, уменьшает давление крови, расширяет капилляры, используется для лечения некоторых нервных болезней.

Оранжевый цвет (очень яркий) вызывает возбуждение, радость, ускоряет пульсацию крови, улучшает пищеварение.

Фиолетовый цвет вызывает печаль, уменьшает органическую выносливость сердца и легких. В некоторых странах, например в Китае, используется как траурный цвет.

Синий цвет – цвет отдыха; светлые тона создают веселое настроение, темные – производят впечатление холода и пустоты.

Черный цвет, если употребляется один – угнетает в небольших количествах.

Восприятие одних цветов как «тяжелых», а других как «легких» используется в качестве одного из средств формирования тектонической характеристики предмета.

Впечатление легкости можно создать путем окраски предмета в светлый и холодный цвет (бледно-голубой, голубовато-зеленый, голубовато-фиолетовый, бледно-желтый).

Темные и теплые цвета зрительно усиливают тяжесть и прочность предмета. Особенно хорошо подчеркивают прочность предметов темные, голубовато-серые цвета, которые как бы воспроизводят цвет черных металлов, а также теплые хроматические цвета (красный, красно-желтый и глубокий желтый).

5.4. Значение цвета в трудовой деятельности человека. Цветовое решение в производстве

Правильное использование цвета в производственной среде является одним из важнейших путей улучшения условий трудовой деятельности. Цвет является средством функциональной организации среды, и его возможности психофизиологического воздействия должны быть правильно использованы. Основной функциональной задачей цвета является улучшение условий зрительной работы, компенсация неблагоприятного воздействия среды на человека. Однако необходимо помнить, что критерием оценки цветового решения производственной среды является и художественное начало, т. е. в целом эстетической значимостью цветового решения является единство функционального и художественного начал.

При выборе цветового решения производственных помещений необходимо учитывать характер и условия зрительной работы, требования техники безопасности, освещения и т. д.

Функциональные задачи цветовой отделки и возможности ее художественного решения неодинаковы для различных элементов производственных помещений.

Строительные конструкции (стены, потолки, перегородки) занимают наибольшую площадь, и функциональная задача их окраски заключается в повышении общей освещенности, создании благоприятного фона для обрабатываемых деталей, участии в организации цветового и яркостного комфорта, зрительном уравнивании температурно-влажностного режима. Окраска таких конструкций должна быть более простой, содержать небольшое количество светлых и малонасыщенных цветов с мягкими контрастами.

Наиболее светлую окраску необходимо придавать элементам, расположенным в верхней зоне. Соотношения яркостей цветового решения обеспечиваются подбором коэффициентов отражения окрашиваемых поверхностей (табл. 5.2).

Роль цвета как архитектурной композиции сводится к расчленению или объединению форм, усилению или нивелировке пространственных соотношений, подчеркиванию тектонического строя интерьера. Цвет должен находиться в соответствии с гармоничной объемно-пространственной структурой или компенсировать ее недостатки. Его необходимо рассматривать в связи с идейно-художественным образом интерьеров, поэтому в окраске рабочей обстановки можно применять более яркие насыщенные цвета, использовать их декоративные особенности.

Цвет рабочей зоны должен облегчать зрительное восприятие. При выборе его необходимо учитывать характер выполняемой работы и закономерности изменения цвета как фона в производственном процессе. Цвет как фон должен обеспечивать такие условия, при которых бы человек хорошо и быстро различал предметы при минимальном утомлении.

Фон имеет большое значение при работе на станках. В системе станок–деталь он должен быть однородным, без блестящих элементов, с рассеивающим отражением света. Важными показателями являются яркость фона и яркостной контраст между ним и обрабатываемой деталью.

С увеличением яркости фона и детали чувствительность зрения повышается. Она наибольшая при одинаковой яркости фона и детали. В этом случае хорошо распознается цвет. С уменьшением яркости происходит кажущееся снижение насыщенности цвета. Таким обра-

зом, яркость фона необходимо приближать к яркости детали. Но повышать яркость фона можно до определенного предела. Наиболее благоприятная величина яркости, когда поверхность отражает свет в пределах 40–60 %, а наибольшая острота зрения обеспечивается при разнице яркости фона и детали не более 20 %.

Таблица 5.2

Значения коэффициентов отражения элементов интерьера

Зоны интерьера	Коэффициент отражения ρ , %	Элементы интерьера
Верхняя	$60 < \rho < 90$ $50 < \rho < 90$	Потолки. Остальные элементы: открытые фермы, балки и ригели покрытий, участки стен и перегородок в пределах межферменного пространства и др. Подъемно-транспортные средства: мостовые краны, краны-балки, подвесные конвейеры и др.
Средняя	$40 < \rho < 90$	Стены, перегородки, колонны, отдельные элементы антресолей, этажерок и обслуживающих площадок, ворота, двери и др.
Средняя	$25 < \rho < 55$	Производственное оборудование: станки, машины, аппараты, приборы и т. д.; стационарные трансформаторные устройства; средства напольного внутрицехового транспорта; оргоснастка и др.
Нижняя	$20 < \rho < 45$	Полы, цокольные участки стен и перегородок, фундаменты машин и аппаратов и др.

При небольшом различии яркости фона и детали между ними необходимо создавать цветовой контраст с помощью дополнительных цветов, что обеспечивает в этом случае наименьшую зрительную утомляемость.

При длительном контакте человека с фоном цвет последнего должен относиться к группе оптимальных цветов (средняя часть спектра, средняя и малая насыщенность и относительно большой коэффициент отражения).

Количество цветов на рабочем месте должно ограничиваться тремя-четырьмя. Большая многоцветность ведет к рассеиванию внимания, а преобладание одного цвета создает однообразие.

На предприятиях широко применяется функциональная окраска (предупреждающая об опасностях, опознавательные цвета коммуникаций и т. п.), которая помогает лучше ориентироваться в производственной среде и способствует предотвращению несчастных случаев и аварий. Кроме того, она может быть активным композиционным средством в решении интерьеров.

Для цветовой сигнализации устанавливаются четыре основных цвета со следующими значениями:

- красный – стоп, запрещение, явная опасность;
- желтый – внимание, предупреждение о возможной опасности;
- зеленый – безопасность, разрешение, путь свободен;
- синий – информация.

Предупреждающая окраска должна быть хорошо заметной, поэтому она выполняется чередующимися полосами желтого и черного цвета.

Цветовое решение трубопроводов требует конкретного подхода в соответствии с тем значением, которое придается тому или иному цвету. При большой насыщенности коммуникациями окраску следует производить не по всей поверхности, а только частично, в наиболее ответственных местах. Остальная поверхность является фоном и окрашивается в соответствии с общим цветовым решением интерьера.

Художественные требования к решению интерьера обуславливают в конкретных случаях определенные цветовые решения стендов наглядной агитации, для которых характерна достаточно большая многоцветность.

При выборе цветового решения важно учитывать психофизиологическое воздействие цвета в зависимости от характера трудового процесса и условий среды. Так, для холодного климата или неотапливаемых помещений необходимо применять теплую гамму цветов, в жарком климате или для работы, требующей большой физической нагрузки – холодную. При монотонной работе в поле зрения должны находиться яркие цвета контрастных сочетаний и т. д.

В отличие от производственных цветовая окраска входных и вспомогательных помещений решается по-другому. Здесь могут применяться насыщенные и контрастные цвета, оказывающие эмоциональное воздействие.

Цвет вспомогательных помещений, таких как гардеробные, душевые, умывальники, выбирается в зависимости от их назначения, санитарно-гигиенических требований, времени пребывания в них, а также исходя из общей идеи композиционного решения всего внут-

ренного пространства. Цвет комнат отдыха, столовых, буфетов, холлов должен способствовать расслаблению и отдыху в паузах или после работы. Например, при монотонном характере производственных операций цвет этих помещений должен компенсировать усталость от однообразного труда, т. е. быть контрастным и возбуждающим (красные, оранжевые, желтые цвета). При тяжелом труде, связанном с шумом, сильным воздействием света или температуры, цвет вспомогательных помещений, напротив, должен способствовать успокоению, снятию утомления (малонасыщенные цвета зеленых, голубых, синих оттенков, со слабыми контрастами). Освещение также должно быть менее ярким.

Многие виды производственного и вспомогательного оборудования, средства транспорта размещаются на открытых площадках. В этом случае при выборе цветового решения художнику-конструктору предоставляется большая свобода в выборе цвета интерьера. Могут применяться яркие насыщенные цвета, в том числе и контрастные, так как в большом пространстве они не будут казаться резкими.

Повышение качества множества промышленных изделий в немалой степени зависит от их отделки. Но есть изделия, для которых отделка приобретает особое значение, выступая подчас одним из существенных параметров качества. Хорошо известно, какую роль играет она в приборостроении и бытовой технике, хотя в последние годы отделка даже тяжелых станков, транспортных машин, строительной и сельскохозяйственной техники начинает становиться одним из важных показателей, нередко определяющих конкурентоспособность изделия. За последние годы качество отделки промышленной продукции возросло. Особое место здесь принадлежит цвету. Мы говорим о нем в данном случае не только как об одном из интереснейших и активных средств композиции, но и об окраске, как завершающей весь технологический процесс операции. Неудачной, непродуманной окраской можно даже хорошее изделие перевести как бы в другой качественный ряд.

Разрабатывая цветовое решение сложного промышленного изделия, дизайнеры нередко чисто интуитивно подходят к этому важному делу, не находя надежных, объективных критериев для того или иного конкретного случая. Прежде чем перейти непосредственно к рассмотрению роли цвета в композиции, заметим, что цвет в художественно-конструкторском проекте и цвет серийного изделия зачастую далеко не одно и то же. Самые лучезарные мечты художника о цветовой композиции, вызывающие восторги художественно-

технических советов, нередко остаются неосуществленными лишь потому, что лакокрасочная промышленность пока далеко не во всех случаях обеспечивает высококачественное выполнение задуманных дизайнерами цветовых решений. Иногда и производство руководствуется соображениями максимального упрощения технологического цикла, не придерживаясь художественно-конструкторского проекта, а в результате изделие немало теряет в своем внешнем облике. Ведь даже плохо подготовленная поверхность, подозрительная «шагрень», отсутствие блеска там, где он необходим, способны неожиданно для изготовителя решить судьбу изделия. Между тем в настоящее время появились совершенно новые виды отделки, в том числе широкая гамма анодирования, отличное эмалирование, напыление металла на пластмассу, да и качество красителей повысилось. Благодаря этим и многим другим видам отделки промышленные изделия принимают совершенно новый облик.

Цвет, функция и форма любого промышленного изделия должны быть органически увязаны между собой. Цвет нельзя рассматривать вне условий эксплуатации и конкретной формы. Поэтому регламентация окраски, по нашему мнению, должна проводиться только с учетом конкретной формы станков, машин, приборов и приборных комплексов и, естественно, специфики работы, общения человека с данным изделием. Получается одинаково плохо когда, не учитывая строения формы, не выявляя объемно-пространственной структуры или камуфлируя тектонику, окрашивают изделия в какой-то мрачный цвет, нивелируя все, что было достигнуто в характере и нюансировке формы, или, напротив, окрашивают изделие в кричаще пеструю цветовую гамму, которая ему может быть совершенно противопоказана. В этих случаях, как правило, зрительно нарушаются все композиционные связи, которые художнику удалось установить в процессе работы над формой.

Дизайнер не должен оставлять цвет напоследок. Еще работая над композиционным приемом, сознательно выбирая его, он должен думать и о цвете, чтобы использовать это средство в развитие и дополнение идеи композиции. Уже на этой эскизной стадии художественного конструирования необходимо строить композицию цветом и тоном. На ранних этапах можно корректировать и саму форму, идя от цвета. Идея цветового решения может не только помочь выявлению композиционного приема, но подчеркнуть, выявить и характер формы, и нюансные отношения вплоть до мельчайших деталей.

Касаясь собственно цвета, полезно вспомнить, что контрасты могут быть использованы, но должны быть особенно тщательно продуманы. Применение цветового контраста просто так, для достижения броскости и получения мгновенного эффекта, опасно для целостности формы, которая в этом случае словно распадается на композиционно не связанные, разрозненные части.

Гармоничное контрастное цветовое противопоставление крупных объемов (или плоскостей) возможно с помощью либо «мостиков» тех же цветов – вкраплений одного цвета в другой, либо нюансных цветовых переходов. Без этого цветовая композиция, как правило, становится примитивной, огрубляет форму. Например, в окраске современных авиалайнеров по всему фюзеляжу нередко проходит тонкая полоса цвета, которая обычно находит цветовую поддержку либо в надписи, либо в цветовом развитии других частей корпуса. Контраст и тут поддержан нюансными приемами.

Характерно, что примитив в цветовых отношениях неизбежно опрощает даже интересную объемно-пространственную композицию. В этих случаях цвет действует как камуфлирующее средство – важная закономерность, которой нельзя пренебрегать. Ее знали великие мастера живописи всех времен, и, строя сложную цветовую композицию, особенно на контрастных сочетаниях цветов, они уделяли огромное внимание связям между контрастирующими цветами, распределению их на полотне.

В настоящее время появились полезные рекомендации и научные разработки по окраске станков и машин, а также комплексной производственной среды, каждый новый художественно-конструкторский проект – это свое, особое видение цвета. В конце концов, цвет – одно из самых «субъективных» средств композиции, хотя художник-конструктор должен, разумеется, не только в совершенстве владеть техникой выполнения проекта в цвете, но и хорошо знать особенности того или иного цвета, цветовых сочетаний и их закономерностей.

Едва приступив к разработке цветовой композиции изделия, дизайнер уже предвидит именно завершающий этап работы – исполнение проекта в цвете. Действительно, это важная часть всего творческого процесса проектировщика.

Бытовые машины и приборы, компьютеры и лабораторное оборудование... Для конкретной ситуации нужен особый подход в решении выбора цвета, особенно он важен для технологических систем, связанных со сложной деятельностью или безопасностью человека и потому требующих научно обоснованных рекомендаций, т. е. когда

цвет выступает не просто средством композиции, а служит решению прежде всего функциональных задач.

Как же все-таки строить цветовую композицию станка, приборного комплекса или бытовой машины? Как выбрать цветотональные отношения, оптимальные не только эргономически, но и композиционно? Чем руководствоваться, решая эти задачи?

Сегодня проектировщику приходится либо целиком доверяться некоторым материалам нормативного характера, не имеющим порой никакого отношения к конкретной композиции, либо полагаться на собственную интуицию. Оба эти пути трудно считать достаточно надежной основой работы, так как разнообразие форм в технике и условий эксплуатации диктует необходимость индивидуального отношения к цветовой гамме, ее оптимизации, как с композиционной, так и с эргономической точек зрения. Поэтому в тех случаях, где эргономика не диктует столь жестких требований, например, применительно к бытовой среде, чисто композиционные проблемы могут подсказывать и свои приемы оригинального, даже эффектного применения цвета. В других случаях на первый план должны выступать эргономические обоснования. Так, нельзя пренебрегать цветом фона, когда речь идет о специальных металлообрабатывающих станках, – того фона, на котором в течение долгого времени будет восприниматься цвет заготовки, постоянно находящейся в поле зрения рабочего. Как указывают некоторые авторы, цвет фона должен контрастировать с цветом обрабатываемых на станке деталей. Сталь, алюминий, чугун имеют холодные, голубовато-серые оттенки, и специалисты по цвету рекомендуют использовать в качестве фона для обработки их поверхности бежевые цвета с желтоватым оттенком. Для металлов «теплых» – латуни, меди – лучше подбирать цвета фона в гамме холодных серых или голубовато-синих цветов.

Широкое распространение получили специальные экраны, помогающие создать цветовой комфорт при работе на металлообрабатывающих станках. При этом должен учитываться характер освещения изделия и экрана, уровни освещенности и т. д.

Несомненно, такие рекомендации, основанные на результатах лабораторных исследований, не стоит игнорировать. Цвет клавиатуры многих машин и приборов, пультов управления в их соотношении с фоном, цвет мнемосхем в различных условиях эксплуатации, сочетания цветов многих элементов на щитах управления энергосистем – все эти и множество других ситуаций должны быть эргономически обоснованы. И тем не менее, по нашему убеждению, эргономические

требования не могут полностью определять цветовую композицию, например станка. Кстати, и в самой эргономике необходимо учитывать особенности композиции. Цвет многих станков должен зависеть от их объемно-пространственной структуры, обуславливающей насыщение форм тенью, что, в свою очередь, не может не влиять на выбор цвета для окраски, а особенно тональности и светлоты.

Цвет должен быть связан с объемно-пространственной структурой объекта – это, пожалуй, одно из главных условий применения цвета в художественном конструировании. Ведь совершенно ясно, что воздействие цвета прядильной машины с ее сложной, мелкой структурой или зерноуборочного комбайна, воспринимаемого на фоне природы, нельзя сравнить с впечатлением, производимым цветовой композицией машины элементарно простой геометрической формы, организованной сплошным кожухом. Форма лаконичная, геометрически просто и четко организованная, не насыщенная тенями (таков, например, шлифовальный автомат или многие приборные комплексы), не будет выглядеть мрачной и при темно-синих (холодных) или темно-серых (от холодной до теплой гаммы) цветах. Сейчас многие приборы окрашивают в цвет индиго, дополняемый красивой гаммой светло-серых цветов, поблескивающих хромированных покрытий, иногда анодированных, изящно прорисованных деталей. Введение в такую композицию двух цветов, например, выделение одним цветом рабочей зоны, другим – пульта управления (в станках, например), усиление по тону низа станка – все это при геометрически простой форме не только не грозит утратой композиционной целостности, но способствует большей выразительности. Для такой формы темная окраска вполне оправдана, так как большие плоскости дают почувствовать цвет, чего не может быть достигнуто при мелкой и сложной структуре. Так, если карусельный или фрезерный станок с глубокими, насыщенными темными, глухими тенями структурой окрасить в синий, темно-зеленый или темно-серый цвет, то в многочисленных заглоблениях и поднутрениях, в зонах наибольшего усложнения формы цвет будет восприниматься почти как черный, делая зрительно тяжелым и мрачным весь станок. В подобных случаях темная окраска (а ведь именно так и красят порой) убивает интересную объемно-пространственную структуру со всем богатством ее пластики, с игрой теней и света. Совершенно иначе воспринимается такая форма при светлой окраске. Станок не узнать, например, при светло-бежевом, светло-сером, даже почти белом цветах.

Цвет тесно связан и с другими средствами композиции – пропорциями, масштабом, нюансом. С помощью цвета можно акцентировать нужные элементы формы или композиционно ослабить их, соподчинить и в известной мере объединить, когда необходимо, «собрать» элементы структуры, которые не поддаются иным приемам соподчинения. Цвет иногда позволяет скорректировать не слишком удачные пропорции, когда нет возможности изменить сами объемы. Он помогает создавать те композиционные «мостики», о которых говорилось при рассмотрении контраста. Особенно велика роль цвета для достижения образности формы изделия. Удачное цветовое решение очень помогает раскрыть сущность вещи, обострить или, напротив, сделать нейтральным, когда нужно, характер формы. Контраст сложной структуры и простого объема можно усилить контрастом цвета и тона, а нюанс пластики сделать еще более изысканным введением легкого цветового нюанса. Даже масштабность формы либо подчеркивается цветом, либо утрачивается при ошибках в выборе цвета и тона.

Цвет и тон помогают выявить статичность и тяжесть, если это задумано в композиции и связано с образом машины, точно так же, как можно в других случаях целенаправленно использовать цветотональные отношения для придания форме динамичности и легкости.

Итак, применяя цвет, проектировщик должен полностью отдавать отчет в том, какое именно воздействие он хочет оказать на форму изделия.

На рис. 5.2 даны три варианта окраски горизонтально-фрезерного станка, отличающиеся по светлоте. Наиболее темный вариант на рис. 5.2, *a* и *a'*. Здесь в глубоких западах между объемами, особенно в нижней зоне, появляются сгущения почти черных теней. Цвет в таких местах перестает читаться, и станок кажется чрезмерно тяжелым и мрачным.

На рис. 5.2, *b* и *b'* благодаря более светлой окраске тени уже не такие глухие, как в первом случае. Еще светлее станок на рис. 5.2, *в*, *в'*. На этом станке нет тех сгущений теней, которые зрительно утяжеляли форму на рис. 5.2, *a* и *a'*. Но тут появилась другая опасность: при особенно сложной объемно-пространственной структуре станка на светлом фоне поверхности становятся особенно резкими как падающие, так и собственные тени, что дробит форму. Очевидно, что при данной объемно-пространственной структуре предпочтительнее компромиссный вариант окраски (рис. 5.2, *b* и *b'*).

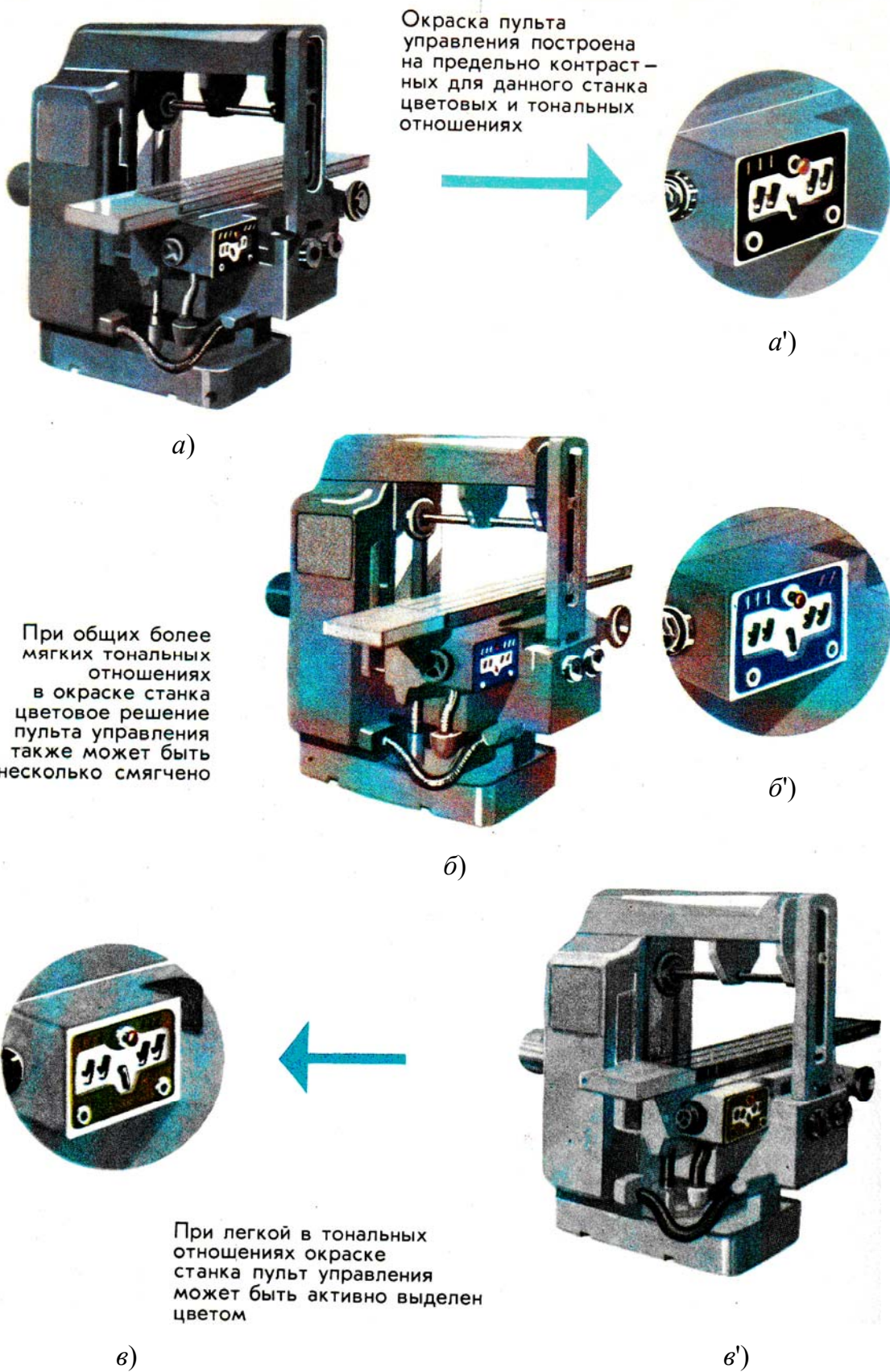


Рис. 5.2. Примеры окраски горизонтально-фрезерных станков

В ходе работы с цветом художнику-конструктору приходится учитывать еще одно обстоятельство. Речь идет о так называемом «одновременном контрасте», т. е. об изменении восприятия цвета в зависимости от цветового окружения (контраст усиливается, когда один цвет выступает как пятно на фоне другого). «Изменение» цвета бывает очень сильным, и если не предусмотреть этого обстоятельства, то в натуре цветовое окружение может сделать цвет зрительно совсем иным, чем было задумано.

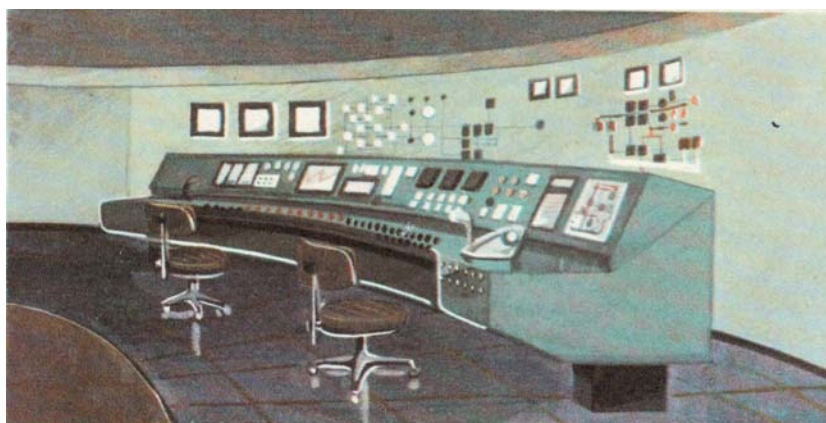
Разрабатывая цветовую композицию промышленного изделия, дизайнер имеет дело не только с окрашиваемыми частями, но и с естественным цветом многих отделочных материалов – металлов, пластмасс, дерева, кож и т. п. Благодаря достижениям химии и технологии цветовая палитра этих материалов непрерывно обогащается, и нужно большое мастерство, чтобы гармонизовать сочетание отделочных материалов по цвету и фактуре, учесть отражающие свойства разных поверхностей и пр. Вопросы, связанные с декоративными свойствами многих отделочных материалов, еще требуют разработки и уточнения. Ведь даже отличная имитация дерева в пластмассе не может передать глубины и живой игры ценных пород дерева. Что касается металлизации поверхностей пластмассы напылением металла, то здесь создается хотя и тонкое, но естественное покрытие, и цвет при хорошей отделке бывает глубоким и сильным. Порою, правда, важно использовать даже тончайшие оттенки цвета, особенности фактуры поверхности покрытия, характера полировки и т. п. Полированный металл бликует, и эти цветовые блики в зависимости от решения композиции могут дополнять цвет окрашенных поверхностей. Но если данный материал не подходит по цвету к другим, его использование может внести диссонанс в цветовую гамму. Хромированное покрытие холодное, в тенях темно-серо-голубое, окажется чужеродным в теплой цветовой гамме. Точно так же теплое золотистое гальванопокрытие композиционно не увязывается с гаммой холодных окружающих цветов.

Между тем производственники иногда не придают значения тому, будет ли металлопокрытие, например, чуть желтее или чуть краснее, холоднее или теплее в оттенке. А ведь когда речь идет, например, о декоративном металлическом пояске светильника, где металл сочетается с цветным стеклом или светопрозрачной пленкой, даже нюансное изменение цвета подчас искажает весь замысел.

Особенность цветовой гармонии в том, что это своеобразная система, в которую нельзя произвольно вносить изменения, не рискуя

нарушить целостность всей вещи. Изменение цвета одной детали, части корпуса и т. п. с необходимостью требует изменения цвета других элементов.

Цвет и цветовое единство приобретают все большее значение в таких производственных комплексах, как операторские пункты, где сосредоточено множество приборов и сложных мнемосхем. В этой области появляется все больше эргономически обоснованных рекомендаций с конкретными композиционными решениями. А ведь это важная задача, далеко не сводимая только к цветовой гармонии. Гармония всей предметной среды в подобных сложных условиях деятельности становится важнейшей функциональной предпосылкой ее обеспечения. На рис. 5.3, *а*, *б* показаны различные композиционные варианты цветового решения операторских пунктов.



а)



б)

*Рис. 5.3. Цветовая композиция:
а – операторского пункта; б – выставочного зала*

Как мы видим (рис. 5.4), несмотря на отличия в цветовой гамме, все композиции объединяет мягкий, спокойный, нюансно сгармонированный колорит при использовании контраста для функционального выделения элементов управления системой.



Рис. 5.4. Цветовая композиция производственного помещения

На рис. 5.4 цветовая гармония выступает как одно из основных эргономических условий. Композиция строится на смягченных отношениях цветов, однако прием контраста и здесь не только возможен, но и необходим для выделения определенных элементов или групп элементов.

5.5. Цветовое решение технологических систем

Для покраски технологического оборудования используется система лакокрасочных покрытий. При выборе лакокрасочных покрытий должны учитываться условия эксплуатации оборудования, требования к внешнему виду покрытий, материал и технология окрашиваемых изделий.

Цвета лакокрасочных покрытий технологического оборудования разделяются на основные, вспомогательные, сигнальные и отличительные. Основные цвета лакокрасочных материалов должны соответствовать нормам цвета в пределах допускаемых отклонений, установленных образцами (эталоны) цвета «Картотеки образцов (эталонов) цвета лакокрасочных материалов».

Лакокрасочные покрытия основных цветов предназначены для наружных поверхностей, определяющих внешний вид оборудования.

Цветовые характеристики основных цветов приведены в табл. П.1.1 и П.1.2.

Лакокрасочные покрытия вспомогательных цветов предназначаются:

– кремовый – для внутренних поверхностей оборудования, деталей и сборочных единиц (не доступных для обозрения поверхностей станин, гидро- и смазочного оборудования, шкафов и ниш с электрооборудованием и др.), элементов наружных поверхностей роботизированных, технологических комплексов;

– оранжевый – для элементов наружных поверхностей роботизированных технологических комплексов;

– серебристый – для наружных поверхностей оборудования, подвергающихся нагреву до температуры свыше 70 °С;

– белый – для внутренних поверхностей шкафов и ниш с электрооборудованием, элементов наружных поверхностей роботизированных технологических комплексов, фоновых поверхностей делительных шкал, поясняющих надписей и т. п.;

– черный – для поверхностей деталей машин, соприкасающихся с нагретыми заготовками (шаботы молотов и др.), заземляющих шин, фоновых поверхностей поясняющих надписей, таблиц, шкал и т. п.

Цветовые решения оборудования должны соответствовать их художественно-конструкторским проектам. Выбор цветов лакокрасочных покрытий, их возможные сочетания и примеры цветовых решений оборудования приведены на рис. 5.6–5.16. Большое значение на выбор цветового решения оказывают фактор и класс лакокрасочных покрытий. Требования к классу и цветовые характеристики вспомогательных лакокрасочных покрытий приведены в табл. П.1.3.

Оптимальные цветовые решения технологического оборудования должны реализовываться как функциональные, так и эстетические задачи при эксплуатации. Выбор конкретных цветов лакокрасочных покрытий из числа стандартизуемых и разработку схем цветовых решений следует производить исходя из:

– соответствия цвета покрытия функциональному назначению и условиям эксплуатации оборудования, техническим особенностям процессов производства;

– оптимальных условий для зрительного восприятия работающих на данном оборудовании;

- наименьшей утомляемости и связанных с этим вредных психологических и физиологических последствий на организм работающего;
- соответствия объемно-пространственной структуре, тектонике, габаритам, пластике внешней формы оборудования;
- эстетической выразительности и гармоничных цветовых отношений поверхностей оборудования (в том числе гармоничности с цветовым решением окружающей среды);
- соответствия цвета отдельных элементов оборудования, знаков, коммуникаций требованиям безопасности труда и информативности.

Каждый тип оборудования требует индивидуального художественно-конструкторского решения. Приемы цветового решения могут быть разнообразными, но все они должны учитывать вышеуказанные факторы.

Психофизиологическое воздействие сигнальных цветов следует использовать с целью привлечения внимания к опасности, выделяя лакокрасочными покрытиями сигнальных цветов элементы станков, машин, промышленных роботов, и оградительные устройства, не полностью указывающие опасную зону, отдельные элементы подвижных частей. Для захватных устройств роботов промышленных и другого оборудования, представляющих наибольшую опасность для работающих, необходимо использовать лакокрасочное покрытие красного сигнального цвета.

Эффективным средством достижения благоприятных условий зрительной работы является правильный подбор цвета поверхностей, образующих фон для объектов различения (обрабатываемой детали, режущего инструмента). Используемые в качестве фона поверхности корпуса оборудования или специальные защитные устройства (экраны) должны иметь цвета лакокрасочных покрытий, контрастные к цветам обрабатываемых деталей по цветовому тону и наиболее близкие по коэффициенту отражения. Так, при теплом цвете обрабатываемых деталей фоновая поверхность должна иметь покрытие холодного цвета; при холодном цвете деталей фон должен быть приглушенного теплого цвета; при ярком цвете деталей наилучшим является серый фон. Рекомендуемые цвета фона для некоторых объектов обработки (в случаях, когда окрашенная поверхность служит фоном для обрабатываемой детали) приведены в табл. 5.3.

Рекомендуемые цвета фона

Обрабатываемый материал	Цвет фона	
	Условный номер	Наименование цвета
Сталь, чугун	1	«Слоновая кость»
	2	Светло-бежевый
	4	Светлый серо-зеленый
	5	Серо-зеленый
	7	«Белая ночь»
11	Кремовый	
Алюминий, олово и другие легкие металлы	1	«Слоновая кость»
	4	Светло-бежевый
	5	Серо-зеленый
	8	Серый
	9	Серо-серебристый
11	Кремовый	
Латунь, бронза, медь, светлое дерево	4	Светло-зеленый
	5	Серо-зеленый
	7	«Белая ночь»
	9	Серо-серебристый
Загрунтованные отливки, текстолит, темное дерево и другие материалы	1	«Слоновая кость»
	4	Светлый серо-зеленый
	5	Серо-зеленый
	7	«Белая ночь»
9	Серо-серебристый	

Соответствие цветового решения оборудования композиционному и функциональному решению его формы, усиления композиционной связи основных элементов оборудования следует добиваться, используя различные психофизические свойства каждого нормируемого цвета и значения яркостного контраста между цветами (табл. 5.4).

В табл. 5.4 приведены условные обозначения контраста: М – малый; С – средний; Б – большой; Р – резкий. Значение яркостного контраста определяется как отношение $k_r = \frac{\Delta\rho}{\rho_{\max}}$, где $\Delta\rho$ – различие между коэффициентами отражения сравниваемых образцов, ρ_{\max} – коэффициент отражения более светлого образца. Для выбора требуемого яркостного контраста на рис. 5.5 приведена номограмма.

**Соответствие цветового решения технологического оборудования
значениям яркостного контраста**

Условный номер цвета, принятого для сравнения	Категории яркостного контраста								
	Условный номер сравниваемого цвета								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	С	Б	Б	Б	Б	М	С	С	Б
2		Б	С	С	Б	С	М	М	Б
3			Б	Б	М	Б	Б	Б	С
4				С	Б	М	С	С	Б
5					Б	С	М	М	С
6						Б	Б	Б	С
7							Б	С	Б
8								М	Б
9									Б

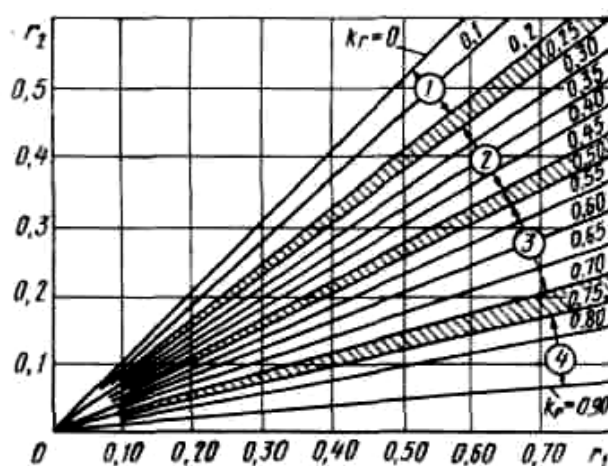


Рис. 5.5. Зоны яркостного контраста

Яркостный контраст считается малым (М) при $\frac{\Delta\rho}{\rho_{\max}} < 0,2$ (используется при цветовом решении интерьера и окраски деталей внешнего вида станка, когда отсутствуют требования к его заметности); средний (С) – при $\frac{\Delta\rho}{\rho_{\max}} = 0,2 - 0,5$ (используется при многоцветовой окраске производственных интерьеров и станков, это спокойные, четко видимые контрасты); большой (Б) – при $\frac{\Delta\rho}{\rho_{\max}} = 0,5 - 0,7$

(используется для подбора колеров элементов оборудования, требующих высокой надежности их выделения и распознавания, например, органов управления); резкий (Р) – при $\frac{\Delta\rho}{\rho_{\max}} > 0,75$ (используется преимущественно в приборах информации и аварийных органах управления).

Показатели цвета, характер и контраст по цвету должны устанавливать в композиции оборудования функционально-смысловую значимость различных элементов, соотношение между большим и малым, тяжелым и легким, явным и скрытым, главным и второстепенным и т. д. в объемно-пространственной структуре формы.

Использование психологического влияния теплых и нейтральных цветов помогает частично компенсировать недостатки температурно-влажного режима помещений, где оборудование должно эксплуатироваться. Оборудование, предназначенное для эксплуатации в цехах с тепловыделением, рекомендуется окрашивать эмалями преимущественно зеленоватых (№ 4, 5, 6) и ахроматических с холодным оттенком цветов (№ 7, 9, 10); предназначенное для эксплуатации в холодных цехах – эмалями теплых цветов.

Поверхности оборудования, которое подвергаются значительному воздействию смазочно-охлаждающих жидкостей, стружки и абразива, целесообразно окрашивать эмалями более темных цветов. Станки классов точности *B*, *A*, *C*, на которых не допускается скопление загрязнений, должны быть светлых тонов.

Несущие части оборудования (основания, фундаменты, порталы) необходимо окрашивать эмалями более темных цветов (№ 3, 6, 10).

Для основных наружных поверхностей оборудования, находящихся постоянно в поле зрения оператора, для движущихся элементов оборудования следует выбирать цвет покрытия высокой и средней светлоты. Поэтому малогабаритное и крупногабаритное оборудование горизонтального конструктивного решения должно быть светлых тонов. С увеличением габаритов оборудования по вертикали цвета покрытия могут быть более насыщенными или темными.

Число цветов по схеме цветового решения оборудования не должно быть более трех (не считая сигнальных и отличительных). Рекомендуется использовать преимущественно одноцветное решение оборудования (особенно малогабаритного или характеризующегося сложной и раздробленной формой).

Добиваясь в цветовом решении оборудования необходимого согласования и взаимодействия цветов, следует учитывать, что гармония их является первым и главным условием. Для связи и гармонизации цветов необходимо наличие между ними объединяющего начала (по цветовому тону или по светлоте, или по насыщенности) при контрасте по какому-либо показателю.

Цветовая гармония зависит не только от качества отдельных цветов и степени их согласованности, но и от размера площади каждого цвета, от формы и взаимосвязи элементов оборудования, характера границ между цветами и т. д., что применительно к каждому виду оборудования надо учитывать, выбирая из нормируемой гаммы цвета для сочетания.

Предпочтительными и наиболее приемлемыми для оборудования являются сочетания цветов, полученные на основе общности их цветового тона, холодного или теплого оттенка и различия по светлоте. При наличии среднего и большого яркостного контраста достигается наилучшая согласованность между цветами основных корпусных поверхностей оборудования. Рекомендуемые двухцветные сочетания однотонных основных цветов приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Рекомендуемые сочетания однотонных основных цветов

Наименование цвета	Условный номер сочетания цвета									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Слоновая кость»	–	2	3	–	5	–	–	8	9	–
Светло-бежевый	1	–	3	–	–	–	–	–	–	–
Коричневый	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–
Светлый серо-зеленый	–	–	–	–	5	6	–	–	–	–
Серо-зеленый	1	–	–	4	–	6	7	–	–	–
Сине-зеленый	–	–	–	4	5	–	7	–	–	–
«Белая ночь»	–	–	3	–	5	6	–	8	9	–10
Серый	1	–	–	–	–	–	7	–	–	10
Серо-серебристый	–	–	–	–	–	6	7	–	–	10
Темно-серый	–	–	–	–	–	–	7	8	9	–

Используя лакокрасочные покрытия отличительных цветов, следует учитывать необходимость получения наибольшего цветового и яркостного контраста между этими цветами и основными, на фоне которых они будут восприниматься.

Применение наибольших цветовых и яркостных контрастов между цветами элементов оборудования и их сигнальными элементами приобретает решающее значение при разработке цветовых решений роботизированных технологических комплексов, которые в первую очередь должны удовлетворять требованиям безопасности труда и информативности. Максимально выделяясь по яркости и цветовому тону от входящего в комплекс оборудования, имеющего различные цветовые решения, покрытие промышленного робота должно обращать на себя внимание и сигнализировать о возможной опасности. В связи с этим в цветовых решениях промышленных роботов следует использовать ограниченное количество светлых и ярких цветов: из основных «слоновую кость» (№ 1), из вспомогательных решений оранжевый (№ 12) и белый (№ 14), красный и желтый сигнальные цвета.

При разработке цветовых решений промышленных роботов необходимо соотносить предлагаемые цвета лакокрасочных покрытий с конкретным видом оборудования, учитывая, в первую очередь, различия степени опасности данного оборудования, связанные с разной степенью свободы захватывающих устройств и корпусных элементов.

Для лакокрасочных покрытий поверхностей напольных роботов, работающих в комплексе со станочным и прессовым оборудованием и имеющих наибольшее перемещение корпусных элементов и захватывающих устройств в рабочей зоне оператора, предлагается использовать цвета «слоновая кость» (№ 1) и белый (№ 14).

Цветовые решения основных корпусных элементов порталных промышленных роботов могут быть аналогичными цветовым решениям цеховых порталных роботов по сходству зон функционирования и степени опасности. Рекомендуются желтый сигнальный и оранжевый (№ 12) цвета лакокрасочных покрытий. Цвет лакокрасочного покрытия портала может соответствовать цвету основного станочного оборудования.

Примеры приведены на рис. 5.6–5.16. Цифры, указанные на рисунках, соответствуют условным номерам цвета в табл. 5.6.

**Цвета (основные и вспомогательные), соответствующие
условным номерам технологического оборудования,
приведенного на рис. 5.6–5.12**

Условный номер основного цвета	Наименование цвета (основного)	Условный номер вспомогательного цвета	Наименование цвета (вспомогательного)
1	«Слоновая кость»	11	Кремовый
2	Светло-бежевый		
3	Коричневый	12	Оранжевый
4	Светлый серо-зеленый		
5	Серо-зеленый	13	Серебристый
6	Сине-зеленый		
7	«Белая ночь»	14	Белый
8	Серый		
9	Серо-серебристый	15	Черный
10	Темно-серый		

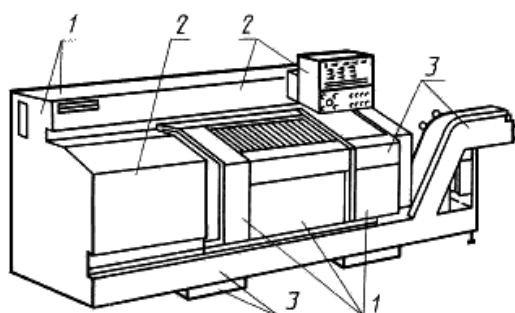


Рис. 5.6. Токарный станок с ЧПУ

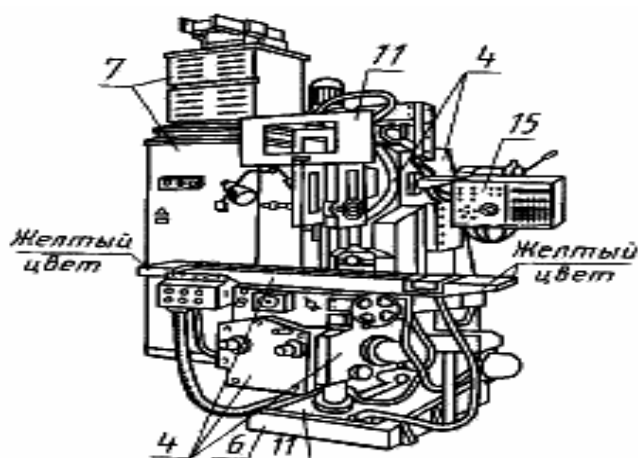


Рис. 5.7. Универсально-фрезерный станок

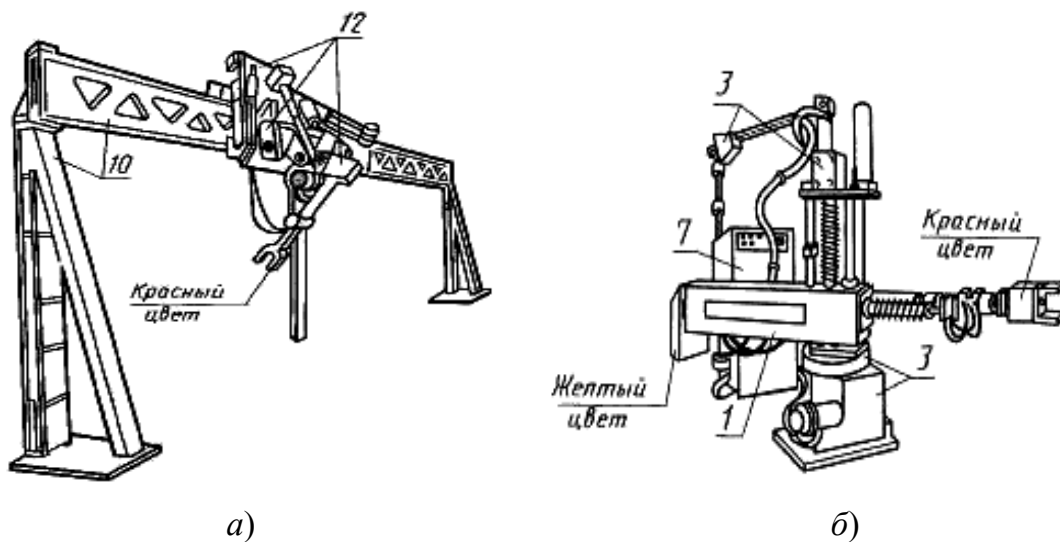


Рис. 5.8. Промышленные роботы:
а – порталный; б – напольный

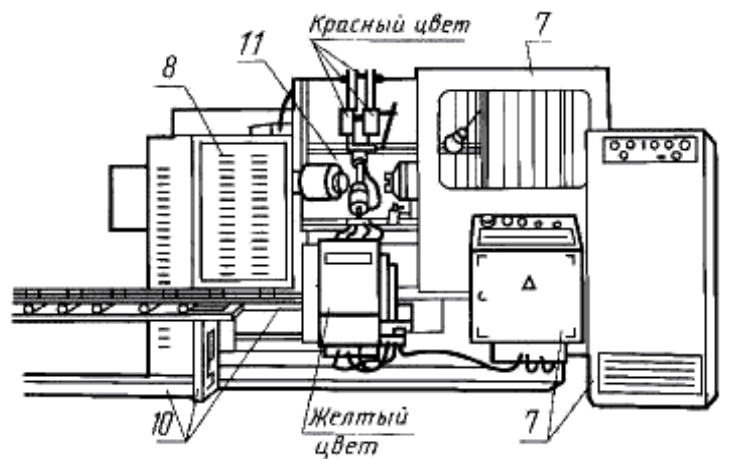


Рис. 5.9. Роботизированный комплекс

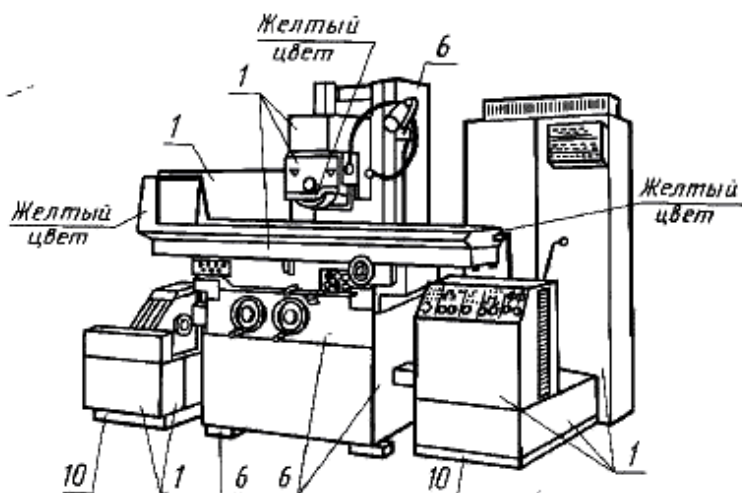


Рис. 5.10. Плоскошлифовальный станок

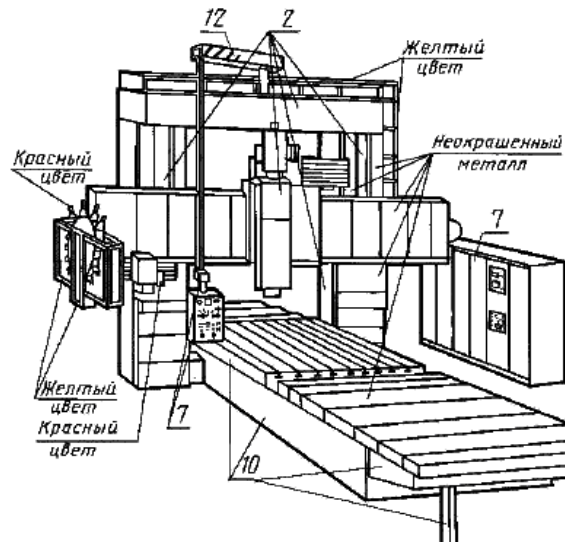


Рис. 5.11. Продольно-обрабатывающий станок

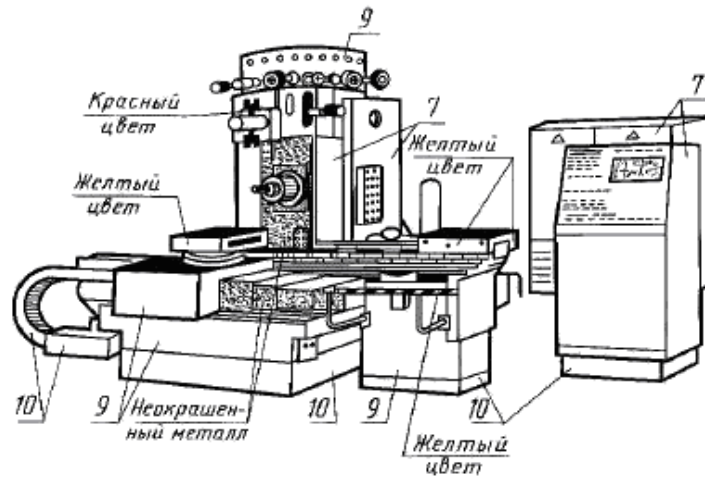


Рис. 5.12. Многоцелевой станок



Рис. 5.13. Токарный станок с ЧПУ



Рис. 5.14. Многоцелевые станки



Рис. 5.15. Напольный промышленный робот

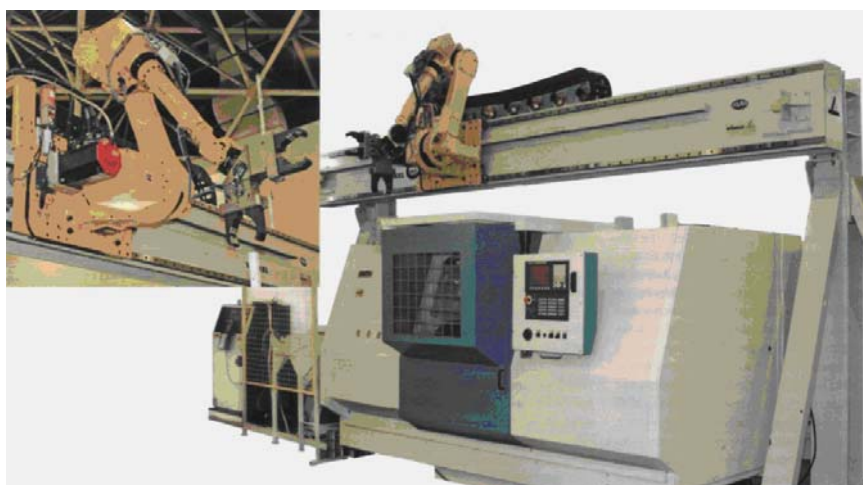


Рис. 5.16. Роботизированный комплекс

Глава 6

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И ПРИНЦИПЫ ХУДОЖЕСТВЕННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

6.1. Организация процесса проектирования промышленных изделий. Комплексный метод проектирования

В промышленном изделии польза и красота связаны неразрывно. Красоту нельзя приложить к готовому изделию как нечто дополнительное. Она создается с самого начала проектирования, когда форма изделия выводится на основе его объективной зависимости от функции, конструкции, материала технологии. Поэтому метод художественного конструирования предусматривает работу художника-конструктора совместно с исследователем, конструктором, технологом и другими специалистами на всех стадиях проектирования.

Анализ изделия включает рассмотрение многих его сторон, всего, что в совокупности дает нам исчерпывающее представление о машине (технологической системе). Мы не получим полного представления о машине, рассматривая, например, одни лишь ее функциональные особенности вне связи с материалом, спецификой технологического процесса, конструкцией и, наконец, ее формой, ее эстетической характеристикой. Если мы иной раз делаем попытку рассмотрения одного какого-либо качества, выделяя его из остальных, то при этом мы сами того не замечая втягиваемся в рассмотрение сторон других качеств.

Проблема анализа изделия приобретает особое значение и потому, что только в этом случае можно наиболее полно сформулировать комплекс требований технической эстетики, учесть все необходимые функциональные и конструктивные условия. Не менее важным следствием использования метода всестороннего анализа изделия является выработка единого взгляда на изделие, единых критериев оценки его различных качеств.

Необходим такой метод комплексного анализа машины, где бы были отражены такие важнейшие показатели качества, как общественное назначение изделия (нужен ли этот предмет людям и какой именно?), удобство пользования (все, что связано с эргономическими требованиями), целостность формы и эстетические характеристики.

Умение подвергнуть предмет анализу должно быть главным в работе художника-конструктора. Такой анализ должен давать полное представление о том, что в изделие внесено нового, улучшающего его качества по сравнению с существующими лучшими аналогами. В нем должна быть раскрыта обязательная для всего ряда последовательность операций, выполняемых в процессе эксплуатации изделия, эргономическая основа конструкции и формы, должно быть показано, насколько форма и материал соответствуют функциональному назначению изделия и, очевидно, экономическое обоснование решения.

Прежде чем начинать анализ, необходимо установить степень глубины исследования, т. е. наметить пункты исследования. Однако число показателей берется условно, оно может быть расширено или сокращено.

6.1.1. Предпроектный анализ

Решение большинства задач архитектурно-дизайнерского проектирования лежит в области работы с формой. Именно форма – пространство, оборудования организации процессов, то, с чем непосредственно «общается» потребитель – служит источником узнавания и усвоения функционального и эстетического содержания среды. Поэтому формообразование и формотворчество составляют фундамент, квинтэссенцию средового искусства. Это наиболее емкая часть проектных усилий, ведущая к появлению оригинальных, выразительных, но необходимых для данных обстоятельств конфигурации и пластики проектируемых тел и пространств.

Ассоциативный анализ – особая часть предпроектных и проектных исследований в дизайне, выявляющая образные источники конкретных визуальных предложений формообразования дизайн-объекта.

Любые формы восприятия средовых и предметных ансамблей и комплексов базируются на способности человека соотносить те или иные впечатления (зрительные, тактильные, психологические) от комплекса или его частей с «восприимчивым опытом» всей его жизни, с предпочтениями, антипатиями, интересами, воспитанными в человеке семьей, обществом, практикой личных контактов с действительностью.

Естественно, что этот опыт делит весь мир узнанных человеком форм и явлений на события и объекты «положительные», приятные, к которым хотелось бы вернуться, испытать вновь, и «отрицательные», вызывающие отторжение, неприязнь. Но эти же явления могут

рассматриваться и с других позиций: запомнившиеся, вызвавшие любопытство, выделившиеся из ряда сходных впечатлений, и такие, что прошли мимо, не возбудив особых эмоций.

Соответственно все зрительные впечатления могут ассоциироваться в сознании потребителя с реальными эмоциональными переживаниями прошлого (и их возбудителями), выстраиваясь в системы по принципу «интересно–скучно», «приятно–отвратительно» и т. д. То есть рассматриваться как источники эмоциональной и идейно-содержательной оценки дизайнерского объекта.

Пока примерами для подражания при поиске предметно-пространственных форм в «сознательном» (профессиональном) и спонтанном (народном) дизайн-проектировании служили природные и «классические» образы, тысячелетиями проходившие апробацию на выразительность и глубину содержания, эти оценки складывались почти автоматически, традицией. Но сейчас, когда арсенал прототипов формотворчества вырос беспредельно, отбор тех из них, что в максимальной степени отвечают и задачам авторского замысла, и требованиям оригинальности визуальных впечатлений, осложнился чрезвычайно.

Иными словами, при переборе источников зрительных конструкций в дизайне к всегда существовавшей задаче – выбрать лучшее, интереснейшее, активно привлекающее потенциального потребителя – прибавилась специфическая проблема «не навредить», не испортить задуманную эмоциональную систему чуждыми ей ассоциациями, не сломать выстраданные автором закономерности построения образа случайными, отвлекающими, а то и досаждающими зрителю аналогиями и упоминаниями.

Другой аспект – источник визуальных аналогов при становлении образного содержания в дизайне. Столетиями предполагалось, что «просто» среда и ее компоненты – ложки, скатерти, вилы в сарае, сено, молоко, дрова – лишены художественного замысла и смысла и приобретают черты искусства, только если их ваяет, мастерит, сервирует великий мастер, вроде Б. Челлини. В европейской художественной традиции это убеждение усугублялось подспудным принижением «экзотических» форм искусства других континентов и безоглядным преклонением перед идеалами античности. Существовало даже негласное табу на «низкие» источники вдохновения, заставлявшие заменять в поэзии слово «крестьянка» выражениями «дева», «поселянка» и т. д.

Сегодня нет во Вселенной явления, предмета, сооружения, устройства, которое не может рассматриваться как генератор эмоционально-художественного содержания и само по себе, и как исходная

точка формирования оригинальных эстетических переживаний. Расширив до бесконечности палитру источников художественного смысла за счет любых форм мироздания – от прожилок зеленого листа и голограммы воздушных потоков в аэродинамической трубе до сантехники, – дизайнерское искусство встало перед новой стороной собственной технологии, задачей расшифровки кодов воздействия этих источников как средств и материалов их эстетической интерпретации, и даже – выработки новых норм их отбора. Что совершенно иначе, чем прежде, поворачивает всю систему ценностей в искусстве, перенося центр тяжести в работе художника с поиска новых элементов на способы их синтеза (рис. 6.1).

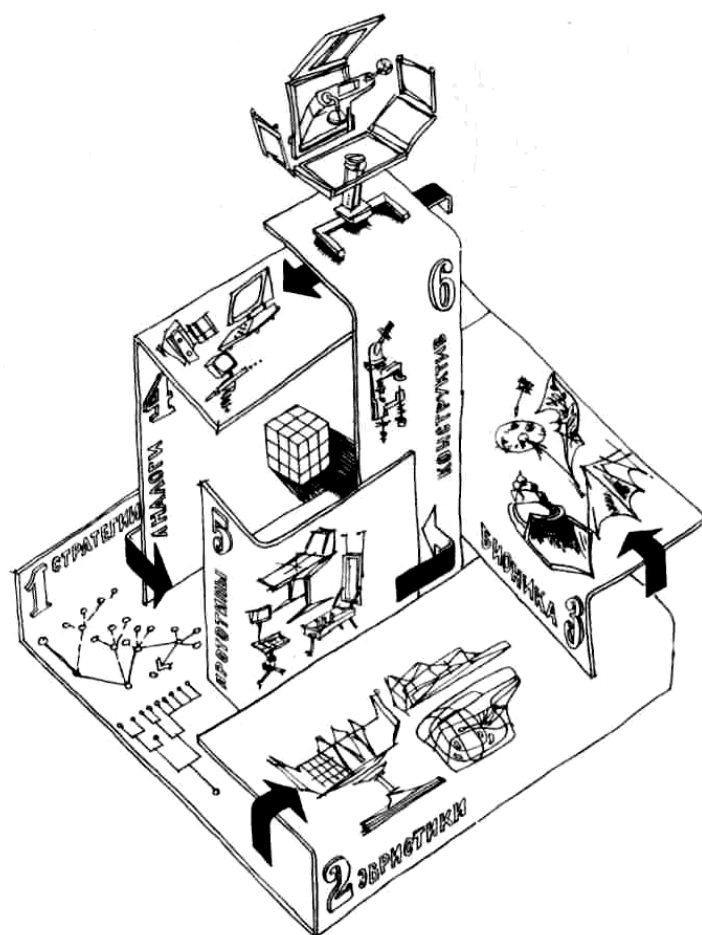


Рис. 6.1. Алгоритм разработки автоматизированного рабочего места конструктора

Ассоциативный метод – способ формирования проектной идеи на основе сравнения далеких друг от друга явлений, предметов, качеств. Ассоциации различаются по сходству, контрасту и смежности. Ассоциативные образы, взятые из фонда памяти человека или машины, свя-

зываются, сопоставляются между собой в соответствии с задачами и логикой проектируемой системы. Целевая взаимосвязь образных характеристик различных объектов делает ассоциативный метод основой продуктивной проектно-преобразовательной деятельности, приводит к открытию новых отношений в проектируемой модели.

Эмоциональное воздействие архитектурного пространства. Связь человека с окружающим миром, в том числе и с архитектурной средой, отражается с помощью ощущения и восприятия, выступающих в единстве. Человек выражает свое отношение к воспринимаемому событию или объекту эмоциями. Эмоциональная окраска чувств может быть связана с представлениями индивида о социально-культурных нормах и ценностях, может меняться при коллективном сопереживании событий.

Познавательная (ориентационная) потребность проявляется в необходимости понять окружающую среду путем получения информации как смысловой, так и визуальной. Большое количество информации способствует возникновению многообразных эмоций. Визуальная информация связана с количеством различных материальных элементов среды. Оба вида источника информации активизируют внимание при восприятии. Недостаточность информации порождает бедность ощущений и неудовлетворенность от однообразия архитектурной среды. Понятие «раскрытое–замкнутое» характеризует обзорность, взаимопроникновение, «перетекание» пространств между открытыми и закрытыми, внешними и внутренними. Степень взаимопроникновения пространств зависит от величины ограждающей массы и количества визуальных направлений связей. Основой эмоциональной оценки понятия «раскрытое–замкнутое» служит психологическое неприятие человеком абсолютной замкнутости. Непосредственное ощущение находящейся рядом естественной природы вносит покой в его душевное состояние.

Ориентация связана с физиологической приспособляемостью человека к гравитации, с его положением в физическом пространстве, с определенными понятиями – низ, верх, впереди, сзади, сбоку. Направленность пространства определяется его устремленностью по одной из трех координат и выражается качественными понятиями: «низкое–высокое» (мелкое–глубокое), «узкое–широкое», «короткое–вытянутое».

Система «образ в дизайне» четко делится на три группы, отражающие природу их представления зрителю:

1) цветографическую (сходную по средствам с живописью и рисунком в изобразительном искусстве);

2) объемно-пластическую (аналогичную скульптурному творчеству);

3) пространственную – воспроизводящую возможности архитектурной организации нашего окружения.

Соответственно, с усложнением палитры средств каждого последующего вида дизайна возрастает потенциал его образного восприятия.

Но при любом способе предъявления все дизайнерские образы имеют двойное происхождение: они несут потребителю информацию о характере тех бытовых или трудовых процессов, для которых приспособлены их «носители», и в то же время обладают несвязанными с ними визуальными свойствами (яркостью, пластичностью, композиционным построением и т. п.), которые зритель воспринимает как самостоятельный эстетический знак, «изобразительную структуру», живущую независимой от функции жизнью.

Особенности восприятия (потребления) во многом определяют специфику свойств образа в дизайне. Среди них:

– функциональная окрашенность конкретного образного решения, указывающая через утилитарные задачи потребления на его роль в образе жизни данного человека или слоя общества;

– всеобщая узнаваемость образных характеристик, вызванная, с одной стороны, стремлением к оригинальности, запоминаемости их решений, с другой – массовостью их тиражирования, которая знакомит буквально все слои общества с соответствующими визуальными прототипами (мебель Тонета, «скандинавский» дизайн и т. д.);

– принадлежность наиболее ярких образных предложений в дизайне конкретной творческой личности, которая раскрывается через индивидуальные черты авторского «фирменного стиля» или другие признаки, присущие работам того или иного мастера или проектного сообщества («Браун» – стиль, работы Ф. Хундертвассера и др.);

– непрерывная смена частных визуальных характеристик – динамика декоративных вариантов, принципов технологических решений – при устойчивости базового понимания функциональных задач данного типа произведений дизайна (пример – эволюция форм бытовых электроприборов: бритв, нагревателей и т. д.);

– принципиальная броскость, яркость формальных решений, нацеленная на привлечение внимания потребителя, «рекламность» их облика, связанная с коммерческим характером распространения произведений дизайнерского искусства в обществе.

В создании формального образа особую роль играет процесс «стилизации».

Ансамбль (фр. *ensemble* – вместе) в дизайне – взаимная художественная и прагматическая согласованность, эстетическая целостность комплекса относительно самостоятельных произведений дизайнерского искусства, образующих разного рода функционально-эстетические сочетания (посудный сервиз, набор инструментов, семейство стаканов, коллекция одежды и пр.), где они дополняют друг друга и в практическом плане, и в эстетическом отношении. Двойная природа дизайна – художественно-образная и утилитарно-практическая – предопределяет две группы факторов формирования дизайнерских ансамблей: в соответствии с их назначением и с целью собирания разнородных элементов в визуальную систему. Для этого используются специфические дизайнерские средства и приемы: композиционно ориентированное формообразование, общая цветовая гамма, единая стилистика и т. п., с одной стороны, и общие для разных изделий материалы и приемы конструирования – с другой. Каждому виду дизайна, как правило, отвечает свой набор приемов формирования ансамбля. В графическом дизайне это прежде всего композиция пятен, шрифтов и других изображений на плоскости, в промышленном – использование близких характеристик объемной формы, одинаковых типов фактур, в средовом дизайне – приложение законов пространственной композиции к архитектурным и предметным составляющим средового целого.

Специфическая черта современных дизайнерских ансамблей – предельное расширение палитры допустимых декоративно-художественных средств при максимальной унификации функциональных и конструктивных элементов, дающей возможность их многовариантного комбинирования для получения новых оригинальных ансамблевых решений.

Специфическая черта современных дизайнерских ансамблей – предельное расширение палитры допустимых декоративно-художественных средств при максимальной унификации функциональных и конструктивных элементов, дающей возможность их многовариантного комбинирования для получения новых оригинальных ансамблевых решений.

Монуменальность – одна из категорий оценки произведений искусства, соответствующая объектам, производящим впечатление величиной и мощностью, глубоким по содержанию. Это субъективная эмоционально-образная дефиниция, относящая произведение к «мо-

нументальному» полюсу шкалы оценок, противоположному произведениям «камерным», «интимным», развлекательным.

Термин «монументальность» широко употребляется при описании архитектурных и средовых объектов: «монументальный фасад», «монументальные пропорции» и пр. Богатый набор средств монументальности представлен в истории архитектуры и искусства: крупный, значительный масштаб, массивность, простота форм, симметрия, статичность, величественные пропорции, ясная, спокойная композиция, подчеркнутая тектоничность, материальность и т. д.

Гармонизация облика среды – приведение разнородных впечатлений от отдельных составляющих среды в непротиворечивую согласованную систему на основе коррекции, дополнения части их параметров и свойств, подчиненных общему композиционному замыслу средового образования.

В принципе, композиция и гармонизация – две стороны общего процесса художественной организации средового объекта. Но вторая помогает первой, выявляя в облике и содержании слагаемых среды те черты, которые отвечают композиционной идее, гасит противоречащие проявления, синтезируя объект проектирования в гармоничное целое.

Гармоничность реализуется при соблюдении следующих четырех признаков формирования целостности художественного объекта (по П. Ганзену):

- повторяемость свойств целого в его частях;
- соподчинение частей в целом;
- соразмерность частей в целом;
- уравновешенность частей целого.

Эти принципы синтезируются в завершающем единстве визуальной организации объекта, включающем повторяемость (как единство целого по ведущему признаку), соподчиненность (как единство связей), уравновешенность (как единство противоположностей) и т. д. Эти принципы составляют своеобразный набор критериев гармоничной организации среды, однако их безусловное использование ограничено принципиальными различиями сущности составляющих средовой композиции – пространства, предметного наполнения и процессов деятельности.

Стилизация – особый тип формально-эстетической модернизации, при которой изменению подвергается исключительно внешний вид изделия, не связанный со сменой функции и не касающийся

улучшения его технических или эксплуатационных качеств. Стилизация тесно связана с конкретными характерными чертами образа жизни, с модой и изменением предпочтений.

Стилизация в дизайне осуществляется несколькими путями:

– буквальное копирование визуальной формы культурного образца;

– прямой перенос некоторых визуальных признаков внешнего строения с культурных образцов на проектируемую вещь (орнаментальные детали, декоративные или конструктивные элементы);

– перенос характерных визуально наблюдаемых структурных признаков морфологии (в частности, методом пропорционирования).

Приемы первой группы представляют собой вырождающийся путь стилизации, когда она превращается из средства гармонизации отношения «вещь–культура» (при условии остающегося несовпадения вещи и культурного образца) в конформизм, прячущий подлинное лицо вещи.

Приемы второй группы обычно применяются в традиционных объектах дизайна (мебель, посуда, одежда, интерьер, светильники, сумки и т. д.), а также в тех областях дизайна, которые уже приобретают свои тенденции (транспорт, некоторые изделия массового потребления). Сюда же можно отнести приемы стилизации природных форм в промышленных изделиях.

Приемы третьей группы наиболее типичны для дизайна. Прямого переноса форм здесь нет, стилизация строится на переносе формальных структурных отношений с одних предметов на другие. Нет буквального сходства между образцами стиля барокко и некоторыми современными изделиями, но ассоциативное тождество отношений легко устанавливается (рис. 6.2).

Идейно-образное содержание входит в стиль, но не является его носителем. Оно входит в стиль как стилеобразующий фактор. Таким образом, если носителями стиля признать только формальные элементы (идея, образ), то они получают свое законное место – место стилеобразующих факторов. Стиль начинается там, где начинается форма, с ее изображения и выражения, с построения образа. Стиль объединяет формальные элементы художественной структуры и таким образом поднимается над формой и ее элементами. Стилиевое единство – это уже не форма, а смысл формы.

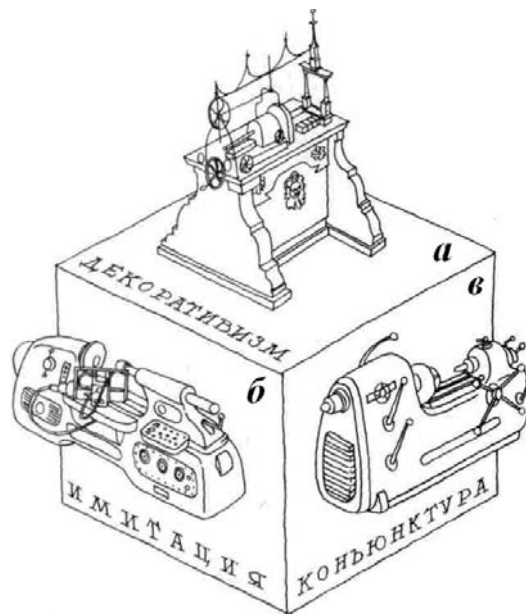


Рис. 6.2. Изображение видов стилизации токарных станков:
а – декоративизм; *б* – имитационная стилизация;
в – коммерческая стилизация

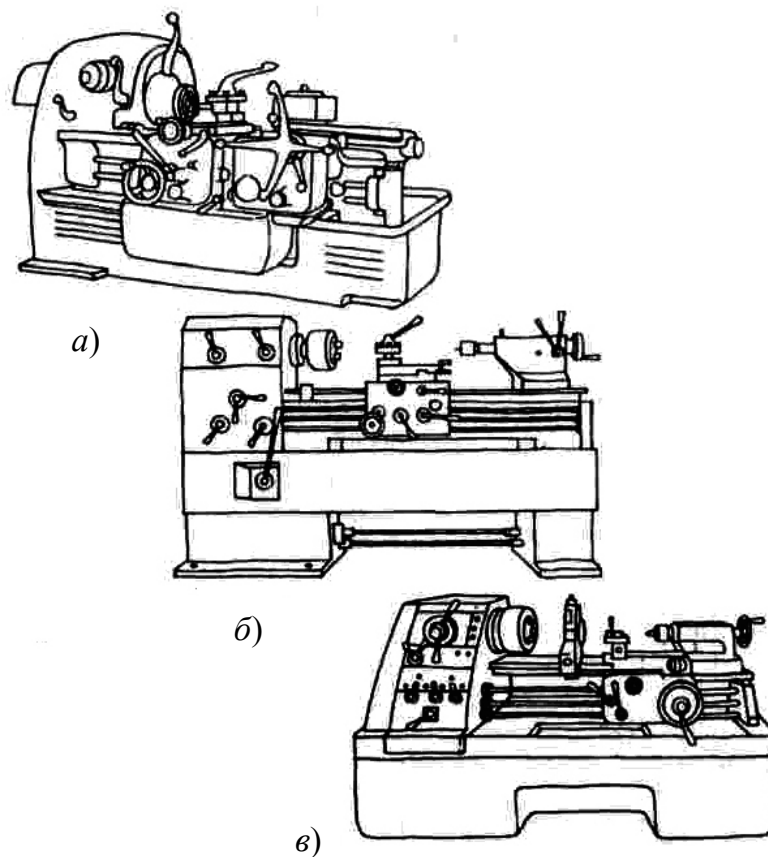


Рис. 6.3. Изображение компоновок токарных станков
различной стилизации

Как видно на рис. 6.3, а, компоновка токарного станка отличается своей мягкой скульптурностью, явной пластикой и аналогией к живым организмам, распространенной в 40-е гг. XIX столетия. Полная противоположность – жесткая стереометрия компоновки станка на рис. 6.3, б, выполненной через два десятилетия. Значительно изменились стиль и пластика станка через десять лет (рис. 6.3, в). При сохранении общей геометричности основы пластика значительно смягчена наклонными, слегка изогнутыми вертикальными линиями и скругленными углами.

Цвет как организатор антропометрической, визуальной и материальной структур

Рассмотрим основные принципы организации цветовых гармоний в среде:

1. «Принцип повторяемости целого в его частях». Он реализуется посредством выделения ведущего (композиционно и психологически наиболее значимого) цвета гармонии и повторения его путем, например, ахроматических преобразований или хроматических смешиваний главного цвета с другими, второстепенными, но в пропорции, оставляющей доминанту за избранным цветом. Данный принцип можно охарактеризовать как «композицию сближенных цветов».

2. «Соподчиненность частей в целом». Он основан на различии, где в целом может быть выделено главное, второстепенное и дополнительное (иерархическое дифференцирование отобранной гаммы цветов, выделения главной темы и вариаций).

3. «Соразмерность частей в целом». Это оптимальное пропорциональное отношение всех элементов цветовой гаммы (согласование пропорционального отношения цветовых поверхностей по яркости, светлоте).

4. «Уравновешенность частей». Это согласование противоположных (по цвету) частей целостного объекта. Данный принцип основан на контрастных цветосочетаниях.

5. «Принцип единства». Это повторяемость цветовых элементов гаммы цветов, организующих единство целого. Этот принцип как бы суммирует все ранее сформулированные принципы. Он связан с такими композиционными признаками единства, как высокая организованность, связанность, согласованность элементов объекта, а также со средствами цветоритмической организации и пропорциональной координации.

Концептуальный подход к проблеме цветовой организации предметно-пространственной среды какого-либо комплексного объекта (производственного, жилого или административного) включает три основных аспекта:

1. Функциональное соответствие. Цветовое пространство должно структурироваться таким образом, чтобы вызывать у субъекта соответствующую эмоциональную реакцию, обусловленную эстетическими, информационными функциями и приспособить ее к специфике деятельности, характерной для конкретного объекта.

2. Система программируемых цветовых картин. Цвет – как система программируемых цветовых картин, дающих исчерпывающую информацию о проходящих в среде процессах, позволяющих легко ориентироваться в данном пространстве.

3. Колористическая целостность объекта. Формирование целостной цветовой композиции подразумевает организацию совокупности цветовых пятен, исходя из трех основных требований:

– комбинаторики цветосочетаний, т. е. группирования цветов по одному из выбранных принципов (например, подобия цветовых пятен или их контраста);

– динамики цветосочетаний, т. е. организации цветовых пятен по ранее продуманной программе;

– гармонизации цветосочетаний.

6.1.2. Этапы проектирования

Количество показателей, по которым следует проводить анализ, должно быть намечено в зависимости от сложности самого изделия.

Итак, на первом этапе художественно-конструкторского проектирования наибольшую ценность представляют технические данные об аналогах, описание и чертежи конструкций, фотографии, рисунки, патенты (сбор информации). Необходимо находить в информационном материале полезную информацию для будущего проекта. Часто рассматривая в каком-либо каталоге изделие одного назначения с проектируемым, но отличающееся по принципу конструкции другими параметрами, мы мало обращаем на него внимания. Это неправильно. Совсем необязательно, чтобы совпадали все условия. Даже не во всем сходном аналоге при внимательном его изучении можно обнаружить много полезного.

Именно на этом этапе, ознакомившись с большим количеством различных изделий, отличающихся формой и принципами конструк-

ции, художник-конструктор сам сможет постепенно разобраться в общих тенденциях конструирования, сумеет увидеть, если это имеет место, формалистические подходы, отличить их от рациональных и эстетически совершенных форм.

Вторым этапом является подбор аналогов, близких к проектируемому изделию. На втором этапе, который трудно отделить от первого, выбирается 2-3 аналога, а затем художник-конструктор вместе с конструктором и технологом рассматривает изделие с технической стороны.

Не меньше внимания, чем знакомству с информационными материалами, необходимо уделить подбору действующих аналогов проектируемого изделия. Анализ даже относительно несложного изделия – трудоемкий процесс, требующий времени и большой кропотливой работы, поэтому от того, насколько правильно будут подобраны образцы, будет зависеть и ценность результата.

Конечно, при этом нельзя говорить об общем подходе для любых изделий. Если, например, речь идет о сложном станке, то у него вообще может не оказаться нужных аналогов, и тогда придется заняться изучением чего-то родственного в основе. Что же касается бытовых приборов, то обычно таких аналогов можно найти предостаточно, как в отечественном, так и в зарубежном производстве.

Третий этап состоит в рассмотрении функциональных достоинств проектируемого изделия. На этом этапе рассматривается процесс использования вещи, определяются оптимальные условия эксплуатации, учет и оценка качеств, определяющих связи «человек–предмет». Сюда будут входить две группы связей: эргономические и эстетические. Здесь выявляются связи «предмет–среда», а также соответствие всех элементов формы назначению предмета (учет и оценка всех качеств, определяющих связи: «человек–предмет»).

Анализируя все то, что относится к удобству пользования вещью, нужно иметь в виду то, что у различных изделий «удобство пользования» будет иметь весьма различные данные.

В одном случае сюда будут входить такие, как степень радиои теплопомех, создаваемых при пользовании бытовыми приборами, или уровень шума, создаваемого при работе на станке, а в другом случае для изделий, лишенных механизма, например, некоторых предметов мебели, важнейшим будет учет многих антропометрических данных.

Определение того или иного функционального условия качества неравноценно по возможной степени точности. Поэтому все условия можно разделить на две группы:

– к первой можно отнести все те, которые можно достаточно точно оценить, прибегая к различного рода замерам, испытаниям и т. п.;

– ко второй группе относятся те качества, оценка которых не может быть проведена с помощью приборов, а требует участия самого человека в качестве необходимого дополнительного объекта.

Выявление связей «предмет–среда»

При анализе связей «предмет–среда» необходимо в первую очередь оценивать, как влияет сам предмет на формирование окружающей среды, насколько форма по своему характеру, по стилевому направлению способна соседствовать с другими предметами.

Четвертым этапом художественно-конструкторского проектирования является рассмотрение соответствия формы конструкции, выражению тектонической правды. Необходимо рассмотреть форму с точки зрения того, насколько правильно в ней отражена тектоника. Легкое в основе должно быть раскрыто в форме как легкое, тяжелое не должно маскироваться под легкое и т. д.

Пятым этапом является рассмотрение соответствия материалов выполняемой ими функции и технологичности изделия. Главным критерием в оценке материала является его соответствие выполняемой задаче. Здесь необходимо рассмотреть материалы с утилитарной точки зрения.

Конструктивное соответствие материала на первый взгляд не имеет отношения к художественно-конструкторскому анализу, однако это не так. Полистирол, например, дает возможность свободного образования формы, однако он не всегда отвечает конструктивным особенностям (например жесткости). Поэтому на этом этапе необходимо привлечь специалиста-технолога. Здесь ставится задача не только фиксировать несоответствие материала, но и показать, каким материалом необходимо пользоваться.

Шестой этап художественно-конструкторского проектирования состоит в рассмотрении композиционных особенностей изделия, рассмотрении тех средств композиции, которые применены в аналоге. Основным критерием композиционного решения любой формы, насколько бы простой или сложной она ни была, является ее целостность.

Разделяя художественно-конструкторский анализ на отдельные этапы, зная эти этапы, художник-конструктор проверяет себя в том, чтобы все стороны изделия были рассмотрены в рамках производственной среды.

Производственная (промышленная) среда – средовые объекты и системы, предназначенные для выполнения производственных и обслуживающих их процессов. Номенклатура такого рода объектов чрезвычайно разнообразна (металлургия, энергетический комплекс и станкостроение, переработка сельскохозяйственных продуктов, изготовление товаров народного потребления, предприятия бытового обслуживания, объекты транспорта), что определяет бесчисленное количество соответствующих технологий, предъявляющих собственные требования к их предметно-пространственной организации (рис. 6.4).

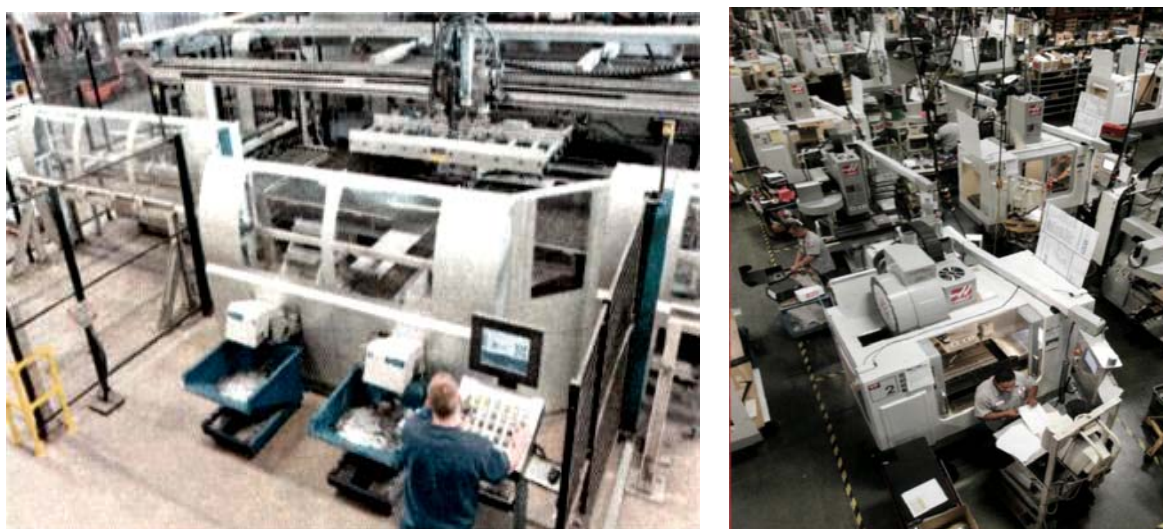


Рис. 6.4. Производственная среда автоматизированного участка

В большинстве случаев в этих объектах наблюдается разделение среды на две относительно самостоятельные части: собственно технологические процессы и цепочки со своими специфическими условиями и требованиями к пространству и оборудованию (цеха, мастерские и т. д.) и обслуживающие комплексы (бытовые и административные помещения, склады и пр.), в которых преобладают объекты со сходными предметно-пространственными комбинациями, что определяет сумму архитектурно-дизайнерских подходов к их проектированию. При этом большинство объектов обеих групп, в свою очередь, делится на открытые (грузовые дворы, технические территории, площадки отдыха и т. д.) и закрытые (интерьерные) пространства (рис. 6.5).

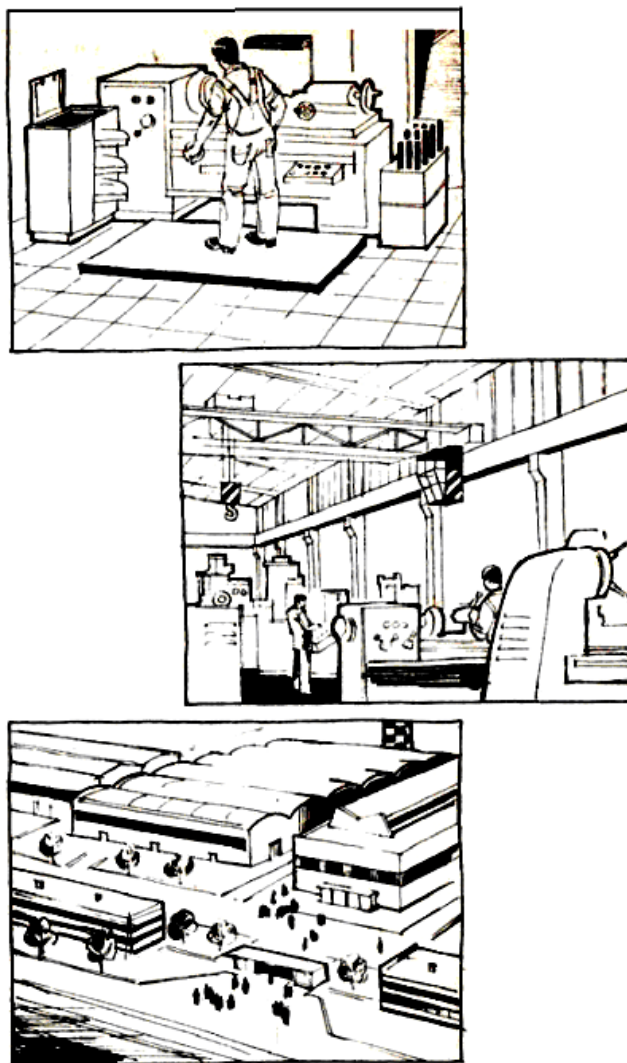


Рис. 6.5. Сферы промышленной среды

Помещения, предназначенные для протекания в них производственных процессов (человеческой деятельности), сущностью которых является преобразование исходного материала в определенный конечный продукт, классифицируются в зависимости от характера этой деятельности на собственно промышленные и предназначенные для научной, проектно-технической, административной и художественной деятельности.

Наиболее обширная и разнообразная группа – промышленные помещения, в которых происходит обработка материала с целью получения конечных изделий. Разнообразие производственных процессов по степени участия в них человека, по характеру обработки материала, габаритам обрабатываемых изделий, опасности производства для че-

ловека и окружающей среды предопределяет и неодинаковый характер пространственных решений этих помещений. При этом совершенствование производственных технологий постоянно меняет и требования к архитектуре промышленных интерьеров. По степени участия человека в производственном процессе выделяются три характерных вида труда. В первом случае в производстве используются физические возможности человека, часто усиливаемые посредством соответствующих орудий труда. Подобное производство отличается большим количеством занятых в нем работников, что должно учитываться при проектировании интерьера: в организации рабочих мест и доступа к ним, в решении естественного и искусственного освещения и т. д.

Второй вид – механизированный труд, при котором человек работает с обрабатываемым материалом не непосредственно, а через машину, станок. И, наконец, третий вид – автоматизированный труд, при котором производственные операции выполняются машинами без непосредственного участия человека. Роль человека в автоматизированном производстве сводится к контролю за работой систем и обслуживанию. Поскольку постоянного присутствия человека на участках обработки материала не требуется, вопроса создания комфортных условий в этих зонах не возникает и в интерьере выделяются только зоны безопасного пребывания человека. По характеру собственно производственного процесса предприятия можно разделить на ниже следующие основные группы:

- первичная обработка материала (заготовительные цеха, производство электроэнергии). Основные особенности производственных процессов – крупногабаритное уникальное оборудование, диктующее значительные габариты внутренних пространств, опасность производства для здоровья человека и окружающей среды. При проектировании интерьера на первый план выступают проблемы создания благоприятной среды путем снижения вредных воздействий тепла, газов, шума, пыли;

- основное производство, т. е. переработка товарного сырья в изделия (металлообработка, сборка и т. д.). В производстве этого типа используется преимущественно станочное оборудование. Среда такого производства менее агрессивна, чем при первичной обработке материала, однако и здесь проблемы снижения вредных воздействий на человека вполне актуальны. Рабочее место человека на таком производстве более фиксировано в пространстве, что позволяет лучше решать его защиту, освещение, отвод вредных выделений и т. д. (рис. 6.6).

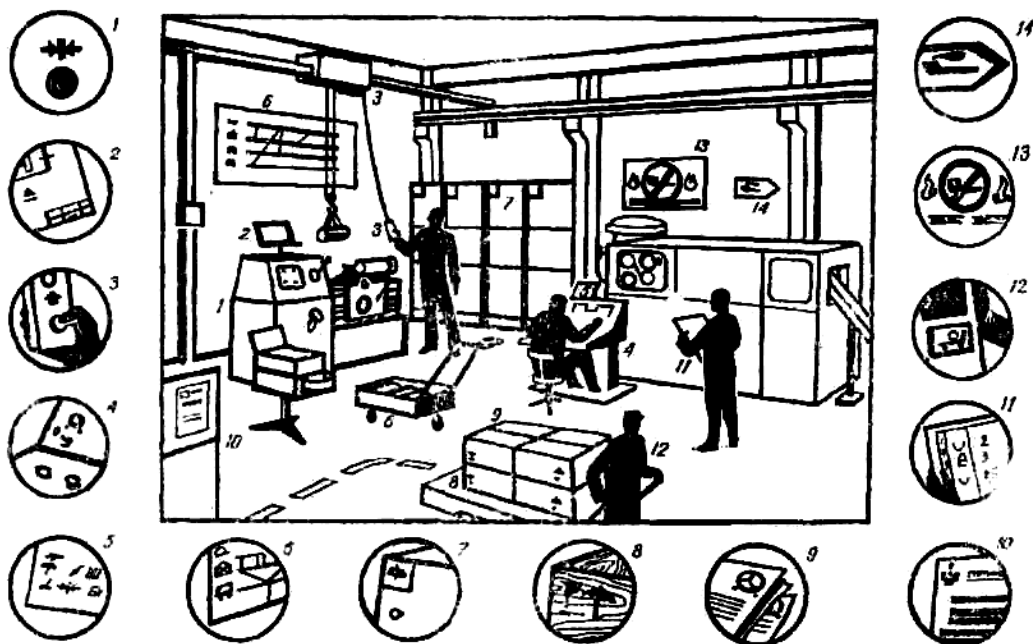


Рис. 6.6. Производственная среда и ее мнемоника (знаки):

- 1 – управления технологическим оборудованием;
- 2 – конструкторско-технологической документации;
- 3 – управления подъемно-транспортным оборудованием;
- 4 – пультов управления; 5 – программирования оператора;
- 6 – мнемосхемы; 7 – маркировки инструмента; 8 – упаковочной маркировки; 9 – сопроводительной документации;
- 10 – внутриводской документации; 11 – документации по нормированию; 12 – рабочей одежды; 13 – наглядной агитации; 14 – информационных указателей

Специфичны интерьеры помещений для научно-исследовательской и проектной деятельности:

– научная деятельность делится на две взаимосвязанные формы: теоретические и экспериментальные исследования. Теоретический процесс традиционно требовал помещений кабинетного типа, основным отличием которых, помимо наличия рабочих мест, являлась потребность в большом количестве стеллажей для специальной литературы; при этом часть работы все равно проходила в библиотеках и прочих информационных центрах. Развитие информатики и компьютеризация радикально меняет характер помещений для теоретической научной деятельности человека, связывая отдельные рабочие места, помещения и даже отдельные здания едиными компьютерными сетями и облегчая этим доступ к информации;

– экспериментальный процесс происходит в лабораторных помещениях, интерьер которых зависит от характера проводимых ис-

следований. Лабораторные помещения общего типа различаются в зависимости от профиля работ, причем различия эти не столько в пространственной организации помещения, сколько в аппаратуре, размещаемой на стандартной лабораторной мебели. Характерная особенность интерьера лабораторий общего типа – наличие большого количества коммуникаций: энергетических, вентиляционных и т. д., к которым подключаются рабочие места, специализированные лаборатории служат для размещения нестандартного оборудования, часто крупногабаритного; это не столько пространство для размещения рабочих мест, сколько оболочка для этого уникального оборудования, создающая оптимальные условия для его функционирования, обслуживания и изучения;

– проектные мастерские – помещения, в которых происходит процесс проектирования объектов и промышленных изделий. Индивидуальный характер разработки единицы проектной продукции – чертежа одного из стандартных форматов – определяет и характер оборудования проектной мастерской: большую часть ее занимают индивидуальные рабочие места проектировщиков с выделенными из общего пространства рекреационными, административными, а также зонами для копировального и компьютерного оборудования, выгораживаются или выделяются в отдельные помещения макетные мастерские; в ряде случаев необходимы большие поверхности для проектирования в натурном масштабе – так называемые плазы. Большую роль в интерьере проектной мастерской играет организация естественного освещения рабочих мест. Компьютеризация проектных процессов меняет характер интерьера архитектурных мастерских и конструкторских бюро, однако полностью заменить ручную работу компьютерной пока невозможно, да и вряд ли целесообразно, особенно в промышленном дизайне (рис. 6.7);



Рис. 6.7. Дизайн интерьера офиса

– основная функция административной деятельности в интерьерах административных помещений – разработка документации по управлению и регулированию функционирования учреждений, предприятий, отраслей хозяйства и т. д. Организация пространства для административной деятельности во многом сходна с организацией пространства проектных мастерских, с той разницей, что основной производственной единицей здесь является не рабочее место проектировщика с чертежной доской, а частично изолированный от других модуль на одно или несколько рабочих мест, оснащенных компьютерами и другой оргтехникой. Менее строгие требования предъявляются к естественному освещению административных помещений, зато больше внимания здесь необходимо уделять проблемам шумопоглощения и изоляции, а также кондиционирования воздуха;

– интерьеры помещений в архитектурных объектах общественного назначения предназначены для осуществления самых различных процессов, сущность которых можно свести к одному: общественному потреблению продукта – либо материального, либо духовного. Притом что сам продукт создается в процессе производства, интерьер общественного здания предоставляет условия для его потребления, что подразумевает наличие некоторых процессов по обслуживанию, требующих специального пространства. Из этого следует, что внутреннее пространство общественных объектов также делится на две основные зоны – служебную, предназначенную для обслуживающего персонала, и собственно общественную, предназначенную для посетителей – соприкасающиеся и взаимодействующие в месте, где и происходит сам процесс потребления. Именно это пространство потребления, как правило, определяет структуру здания и является основным формообразующим фактором. И наконец, обеспечению комфортной эксплуатации этих помещений служат вспомогательные пространства: технические помещения, санузлы, гардеробы.

Предметный интерьер – средовая система, в художественной организации которой основную роль играет предметное наполнение среды, формы и характер отделки которого могут быть мало или даже вообще не связаны с пространством и архитектурной оболочкой помещения.

Предметный интерьер представляет собой противоположность архитектурному интерьеру, проектируется он чаще всего дизайнером. Показательны в этом плане экспериментальные жилые интерьеры, созданные Дж. Коломбо, где все усилия дизайнера были направлены

на разработку принципиально новых предметов при безразличном отношении к архитектурной среде. Относительная независимость предметного дизайна от архитектурного окружения допускает создание в одном и том же помещении множества принципиально различающихся вариантов предметного интерьера.

Предметы подобного интерьера могут частично выполнять архитектурные функции. В жилом интерьере – экспонат «Визиона 2» дизайнера В. Понтонна – мягкая мебель плавно переходила в стены и потолок, служа и ограждениями помещения, и их отделкой.

Изменяется предметный интерьер чаще всего постепенно, каждый раз его предметная масса обновляется лишь частично, но подобная трансформация происходит непрерывно, что позволяет все время адаптировать среду к многообразию и динамике потребностей человека.

Необходимый для выведения понятия дизайна анализ художественно-конструкторской деятельности показывает, что ее предметом является целостное структурирование (структурообразование), а целью – целостный дискретно воспринимаемый объект. Однако такого обобщенного определения недостаточно. Понятие целостного позволяет увидеть в предмете и цели дизайна диалектические связи двух аспектов:

- утилитарного (удовлетворяющего любые практические жизненные потребности);
- эстетического (отражающего специфическую потребность в прекрасной, гармоничной, художественно осмысленной среде).

Первая сторона целостного структурообразования (ЦСО), связанная с созданием полезного в объекте, предполагает:

- техническое совершенство;
- технологическую целесообразность;
- экономический эффект;
- эргономический комфорт.

Вторая сторона, обуславливающая создание прекрасного в объекте, предполагает:

- положительность эмоции;
- эстетическую выразительность;
- художественную образность;
- знаковую ассоциативность.

Целостное структурообразование форм выразительности объекта – деятельность совершенно особенного направления – арт-дизайна

(от англ. *art* – искусство, «дизайн-искусство»). Все усилия проектировщика в процессе этого вида деятельности направлены на организацию художественных впечатлений, получаемых от воспринимаемого объекта. Это «проектирование эмоций», цели которого сходны с некоторыми задачами «чистого» изобразительного искусства. Однако здесь функционируют не произведения искусства, а обычные вещи, утилитарные функции которых подчас завуалированы, отстранены или вообще «сняты» (рис. 6.8).



Рис. 6.8. Интерьер в стиле «арт-деко»

Целостное структурообразование содержания и формы предметной системы или программы деятельности, которая получает предметную оснастку, с одновременной и взаимосвязанной разработкой всех структурных элементов и управляющих моментов, с «выходом» на формирование художественного образа, называется системным дизайном.

Средообразование как процесс. Средообразование как совокупный результат дизайна не есть нечто раз и навсегда данное. Еще Гераклит отмечал, что «все течет». Аналогом средообразования как процесса может послужить поток, который имеет постоянно изменяющуюся массу. Подобная аналогия позволяет указать на возможность управления результатом проектирования. Рассматривая средообразование как поток, нетрудно понять, что все элементы данной системы либо способствуют организации среды, либо препятствуют ей. При этом происходит или рост и развитие, или деградация, доводящая в определенных условиях до ее уничтожения.

Организация средообразования, рассматриваемого как процесс, осуществляется по определенным этапам:

– на первом этапе устанавливается желаемый результат проектирования;

– на втором – «основной поток», т. е. совокупность ЦСО, участвующих в организации среды;

– на третьем этапе происходит поиск принципов организации ЦСО в «основной поток» либо организации их таким образом, чтобы они или способствовали развитию «основного потока», или препятствовали ему (если дизайнер должен разрушить систему). Принципом любого движения (средообразования, в частности) является противоречие, борьба противоположностей. Система не может функционировать, развиваться и изменяться, если все ее внутренние и внешние «потоки» уравновешены. Борьба взаимно противоположных «потоков» – источник развития и изменения любой системы;

– на четвертом этапе осуществляется определение противоположных «потоков», пересечение которых и создает комплексный объект проектирования. Таким образом, средообразование – центр пересечения этих «потоков», а деятельность по организации среды – их регулирование. Одним из примеров единства и борьбы противоположных «потоков» может послужить дизайн, который, с одной стороны, занимается проблемами комплексной организации среды, с другой – активно содействует (в рамках художественного конструирования единичных изделий) росту хаоса в окружающей среде. На этом этапе каждое положительное утверждение должно иметь и отрицательное, характеризующее препятствие, которое мешает положительному утверждению. Чтобы решить проблему объединения ЦСО в единую систему, необходимо выйти за рамки каждого отдельного объекта и выявить, частью какой более общей системы он является.

В основе работы по созданию модуля среды может лежать следующая система:

– функциональное движение человека в среде, на основе которого осуществляется планировка и организация пространства;

– построение объемов в этих пространствах (трактовка вертикальных и горизонтальных плоскостей (поверхностей) объемов);

– их графическое (в том числе знаковое), а затем и цветовое решение;

– световая организация среды (собственно и в связи со звуковой организацией, т. е. музыкальной, задающей и координирующей функциональное движение в среде).

Принцип «трансформации» предметной среды. Этот принцип – в способности ее динамично и быстро реагировать на многообразие социально-культурных установок и потребностей общества, быть открытой к постоянным изменениям и вариантным преобразованиям.

Зонирование пространства – принцип гибкости структуры пространства и его структурных элементов, с применением трансформирующихся оборудованными сборно-разборными конструкциями стен и перегородок и другого, формируемых на основе конструкторов из унифицированных элементов.

Система зонирования имеет утилитарное и функциональное значение и определяет основу композиционного построения помещений. Структурные элементы, сгруппированные в отдельные зоны с учетом технологических и архитектурно-художественных требований, образуют выделенную систему зонирования пространства.

Трансформируемость, гибкость структуры, динамичность пространства достигаются при помощи сквозных перспектив и перетекающих пространств, не расчлененных глухими, стационарными стенками и перегородками.

Эти гибкие элементы проектно-пространственной среды и ее цветоцветовой строй участвуют в формировании композиции комплекса и создают его коммуникативные качества.

Принцип «конструктора». В агрегатировании есть понятие «набор-конструктор», или просто «конструктор». Конструктор – вид трансформируемой морфологической структуры, состоящей из определенной номенклатуры базовых конструктивов, унифицированных (стандартизированных) для всего множества функционально значимых трансформ.

Классификация конструкторов:

– типоразмерный (размерно-подобный) конструктор (элементы объединены в параметрические типоразмерные унифицированные ряды);

– базово-модификационный конструктор (элементы собраны в конструктивно-унифицированные ряды с ярко выраженным основанием ряда);

– агрегатный (модульный) конструктор, в котором все элементы-конструктивы определены по составу и связаны единым размерным модулем и могут быть законченными финальными изделиями.

Конструктор может состоять из одного конструктива:

– одного гибкого стержня;

– одного «мягкого» объемного элемента;

– унифицированного (стандартного) кирпича одного типоразмера;

– выставочной стержневой конструкции и универсального узла.

Принцип «средового конструктора». Три основных типа (класса) комплексов:

– технический комплекс – совокупность предметов на принципе технической или типологической оснащённости (комплексы мебели, сложных приборов);

– функциональный комплекс – совокупность предметов на принципе предметного обеспечения какой-либо функциональной системы или службы деятельности (транспортной службы и др.), коммунальной службы и т. д.;

– средовой комплекс – совокупность предметов, элементов цветотрафики и других структурных элементов, в основе которой лежит принцип средового единства. Например, предметно-пространственная среда, цеха предприятия и т. д.

Специфика дизайнерского подхода к проектированию любого комплексного объекта – каждый комплекс рассматривается во взаимосвязи и взаимопроникновении всех трех типов комплексности.

Комплексы проектируются по методу агрегатирования (модульного проектирования) с размерно-модульными системами через наборы-конструкторы из унифицированных элементов.

«Средовой конструктор» – из одного конструктора можно получать изделия для обеспечения не одного, а нескольких функциональных процессов, осуществляемых в той или иной проектируемой среде.

Принцип «универсальности» среды. Предполагает универсальность объемно-планировочных и конструктивных решений (в одном здании предполагает применение минимального количества типов планировочных и конструктивных элементов, а также элементов технологического оборудования).

Универсальность среды в пределах каждой функциональной зоны достигается за счет унификации ее элементов, в частности, средств инженерного обеспечения (тепловых и воздушных сетей, освещения и т. д.), носителей визуальной информации, цветотрафических средств, а также унифицированных агрегатных элементов основного технологического оборудования, мебели, оборудования санитарно-гигиенических зон, зон отдыха, приема пищи и т. д.

Такой принцип организации предметно-пространственной среды, с одной стороны, способствует упрощению и ускорению процесса проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации оборудования, а с другой – обеспечивает максимальную гибкость и возмож-

ность ее трансформирования в зависимости от изменяющихся условий использования пространства.

Принцип «структурности» среды обуславливается требованием универсальности пространства средовых комплексов. Упорядоченность, визуальная ясность, своеобразная «читабельность» функционального содержания пространств прямо зависят от компоновки и взаимосвязи составляющих его структурных элементов.

Структурность пространства – это четкость и ясность его композиционно-пластического строя. Создавая гармоничную предметно-пространственную среду, дизайнер использует формальные средства композиции: тектонические и пропорциональные закономерности организации архитектурно-строительных элементов и размещаемого оборудования, их метроритмические связи, цветовые гармонии колористического решения интерьеров и отделки оборудования. Он должен стремиться к пластической взаимосвязи структурных элементов предметно-пространственной среды и сомасштабности ее человеку.

Принцип «целостности» среды. Принцип целостности предметно-пространственной среды находит выражение:

– во-первых, в том, что все виды деятельности работника протекают в тесной связи со средой во всех многообразных аспектах возникающих связей – духовных, психофизиологических, коммуникационных, творчески созидательных;

– во-вторых, сама среда выступает как нечто цельное. Она не распадается на отдельные предметы, технические устройства, оборудование, здания и т. п., а выступает в качестве полноценной среды обитания и жизнедеятельности человека (рис. 6.9).



Рис. 6.9. Интерьер информационного центра

Формирование визуальной структуры возможно осуществить с помощью пропорций, геометрического подобия, цвета, ритма и др.

Приемы стилизации, к которым относится перенос характерных структурных признаков морфологии с одних изделий на другие, весьма типичный для унифицированных рядов (комплексов) изделий и их совокупностей. Такой перенос осуществляется чаще всего методом пропорционирования. Выделяются такие типы членения визуальной структуры, как тождество и подобие пропорциональных отношений.

Пропорционирование. Подобие пропорциональных отношений. Организация изделия с помощью пропорционирования, его целостность достигаются через закономерные соотношения различных величин элементов изделия между собой и с целым.

Известно, что сочетание различных геометрически подобных величин дает различные виды пропорциональных отношений, которые записываются в виде арифметических и геометрических пропорций.

Сущность геометрического подобия (графической схемы) состоит в построении системы параллельных и перпендикулярных прямых, являющихся гипотенузами прямоугольных треугольников, которые вписываются в ортогональные проекции изделия.

Два приема пропорционирования – через систему прямых. Если к какому-то элементу необходимо пристроить другой, который в смысле соразмерности находится в подчинении к первому элементу, используется прием соподчинения. Если какой-либо элемент необходимо расчленить на более мелкие соразмерные друг другу и к целому элементу, используется прием расчленения (целое повторяется в части).

Динамический ряд прямоугольников. Система динамических прямоугольников является разновидностью геометрического подобия. Пропорционирование изделий или их элементов осуществляется здесь путем вписывания их проекций в систему прямоугольников или их определенные сочетания. Прямоугольники могут члениться на элементы, повторяющие строение целого.

Смысл использования динамических прямоугольников в дизайне унифицированных изделий – это возможность визуально установить взаимосвязь отдельных общих для всего ряда унифицированных элементов (или изделий в целом) за счет наглядно выраженного их геометрического подобия.

Приемы формальной визуальной организации. Целям формирования визуальной структуры унифицированных и агрегатированных изделий и их совокупностей служат также специфические приемы формальной визуальной организации.

Такие приемы строятся на использовании отдельных геометрических признаков, элементов и систем. Признаками визуальной формы могут быть активная горизонталь, вертикаль, наклон, округление углов, наличие в форме определенных геометрических фигур или тел и т. д. К элементам относятся конфигурации, формообразующие плоскости, линии, точки и т. д.

Повторение в элементах какого-либо признака способствует организации внешней формы изделия (в активном выявлении горизонтальных или вертикальных членений формы, использовании идентичных по характеру скруглений граней или ребер).

Организирующим визуальную форму элементом могут быть и формообразующие линии – зрительные оси, связывающие мелкие элементы на поверхности, например, органы управления и индикации, крышки, лючки, проемы и т. п. или же группы элементов в пространстве. Положение наиболее активных элементов, как правило, общих унифицированных элементов или элементов, непосредственно контактирующих с человеком-оператором, требует их фиксации с другими, второстепенными элементами в горизонтальном и вертикальном положениях.

6.2. Классификация показателей проектируемых технологических систем

Показатели проектируемых технологических систем классифицируются следующим образом:

1. Геометрические показатели (длина, ширина, высота, форма и т. д.).
2. Физико-механические показатели (вес, прочность, материалоемкость и др.).
3. Энергетические показатели (вид, мощность привода, КПД).
4. Конструкторско-технологические (технологичность изготовления машины, жесткость, простота конструкции).
5. Надежность и долговечность (техническая надежность и долговечность).
6. Эксплуатационные показатели (точность, производительность, качество).
7. Экономические показатели (себестоимость, трудозатраты).
8. Степень унификации и стандартизации.
9. Удобство обслуживания и безопасность (охрана труда, шум, вибрация).

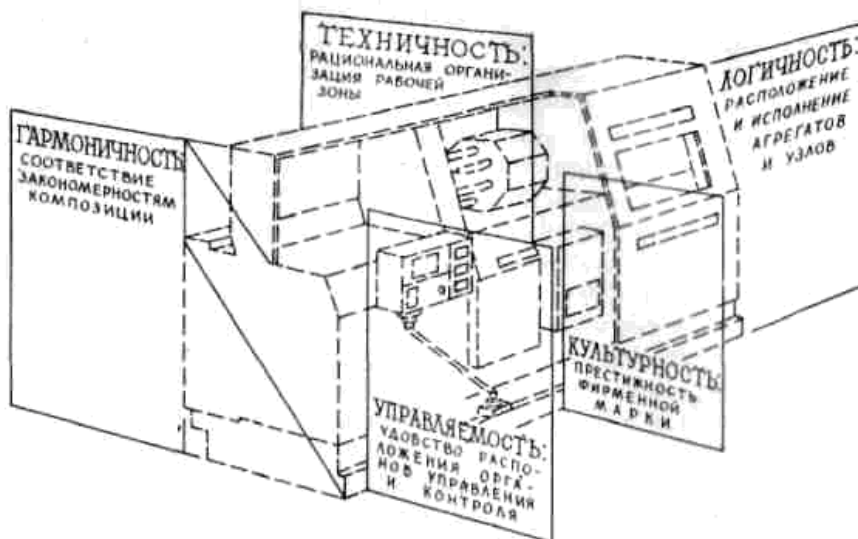


Рис. 6.10. Структура художественно-конструкторских свойств станка

10. Художественно-конструкторские показатели, к которым относятся все показатели, которые придают формам машины высокие художественно-конструкторские достоинства и в то же время позволяют рассматривать машину как промышленный образец (рис. 6.10).

6.3. Принципы и топология художественного конструирования

6.3.1. Принципы художественного конструирования

В процессе поиска новых конструктивных решений используются следующие принципы:

- 1) неология;
- 2) адаптация;
- 3) мультипликация;
- 4) дифференциация;
- 5) интеграция;
- 6) инверсия;
- 7) импульсация;
- 8) динамизация;
- 9) аналогия;
- 10) идеализация.

Неология (греч. *neos* + *logos* – «знание нового»)

Принципы неологии заключаются в использовании конструктором процессов, форм, материалов и прочего, новых для данной отрас-

ли техники, или вообще использование передового отечественного или зарубежного опыта данной отрасли в смежной или иной. Существуют данные, что 80 % конструкторских разработок по новой технике невозможно патентовать, так как они уже кем-то и когда-то были изобретены, а поэтому использование принципа неологии в народном хозяйстве несет большой экономический эффект.

Адаптация (лат. *adaptatio* – «прилаживание», «приноровление»)

Принцип адаптации заключается в приспособлении конструктором известных процессов, конструкций, форм, материалов и их свойств для конкретных данных условий.

Модифицировать конструкцию – значит приспособить ее к работе в различных климатических условиях и т. д.

Мультипликация (лат. *multiplicatio* – «умножение»)

Принцип мультипликации заключается в умножении функций и деталей системы, причем умноженные системы остаются подобными друг другу, однотипными. К мультипликации относятся гиперболизация и миниатюризация. Путем масштабирования ножниц была изобретена гильотина, миниатюризация больших хозяйственных вилок дала на наш стол миниатюрные вилки. Мультипликация – повторение, а чаще увеличение числа позиций.

Дифференциация (лат. *differentia* – «различие»)

Принцип дифференциации заключается в разделении функций и элементов системы, повышается степень свободы их взаимоперемещений, разносятся элементы производства, конструкции и рабочие процессы в пространстве и во времени. Дифференциация выражается чаще всего в дроблении формы, отказом от замкнутых объемных форм и переходом к открытым формам (рис. 6.11, а). Пример: станок с дистанционным управлением. Также в расчленении функций и потребностей: специализация оснастки и инструмента.

Интеграция (лат. *integratio* – «восполнение», «объединение целого»)

Интеграция заключается в объединении, совмещении, сокращении и упрощении функций и форм элементов и системы в целом, сближаются элементы производства, конструкции и рабочие процессы в пространстве и во времени (рис. 6.11, б). Возьмем, к примеру, насос: насос и лампа – примус, насос и полая игла – медицинский шприц, кабинетная система защиты рабочей зоны станка. Система может объединять два, три, четыре и более исходных элементов в различных комбинациях: старое со старым, новое со старым, новое с новым.

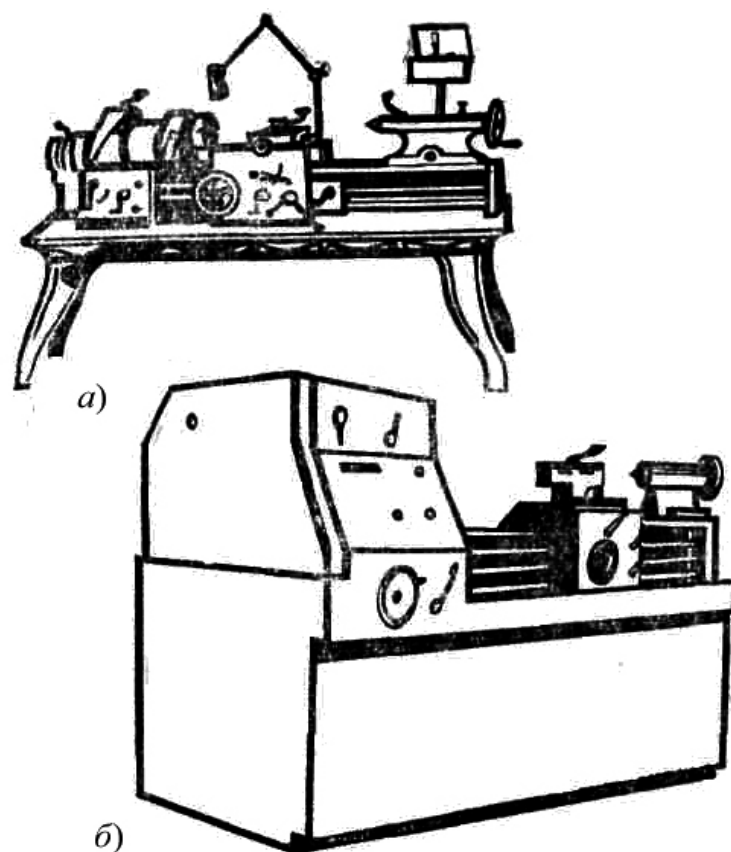


Рис. 6.11. Эскизы компоновок станков, реализующих принципы:
a – дифференциации; *б* – интеграции

Инверсия (лат. *inversio* – «переворачивание», «перестановка»)

Принцип инверсии заключается в обращении функции, формы и расположения элементов и системы в целом (принцип «наоборот», или «удар с тыла»).

1. Отказ от традиционной формы.
2. Отказ от требуемой наращиваемой твердости и жесткости (обработка твердого материала более мягким).
3. Конструкция переворачивается вверх ногами – швейцарский токарный станок, в котором направляющие расположены не выше обрабатываемой детали, а ниже – улучшается отвод стружки.
4. Использование неудобной мебели сокращает время заседаний на 30–40 %.
5. Глушение шума шумом, сдвинутым по фазе и т. д.

Имппульсация (лат. *impulsatio* – «толчок», «возбуждение»)

Имппульсация охватывает группу конструкторско-изобретательских методов и приемов, главная особенность которых связана с прерывностью протекающих процессов. Импульс может повторять-

ся периодически, аperiodически, но может быть единичным, например, импульсно нарастает скорость протекания действия, и в результате опасные стадии процесса преодолеваются на большой скорости (прием проскока).

Динамизация (динамизировать, динамика) (греч. *dynamikos* – «ход изменения»)

Принцип динамизации предполагает, что характеристики, параметры элементов системы и всей системы должны быть непрерывно изменяющимися, оптимальными на каждом этапе процесса или на новом режиме (изменение длины, площади, высоты и т. д.).

Аналогия (греч. *analogia* – «соответствие»)

Принцип аналогии заключается в отыскании и использовании сходства, подобия в каком-либо отношении систем (предметов и явлений), в целом различных.

Существуют различные виды аналогии:

1. Техноаналогия.
2. Биоаналогия.
3. Образная аналогия.

Техноаналогия ведет к взаимообогащению различных отраслей.

Биоаналогия – копирование форм механизмов и цвета живой природы и использование их в технике.

Образная аналогия представляет собой образно-художественное мышление и широкую научно-техническую эрудицию.

Пестрые комбинезоны десантников, маскировочная окраска военной техники и т. д.

Идеализация (от лат. *idealis* – «идеальный»)

Принцип идеализации заключается в представлении идеального решения, от которого следует отталкиваться. Идеализация геометрических показателей обозначает бесконечно большое увеличение или исчезновение ширины, формы и т. д.

6.3.2. Роль метафор в формировании смысловой структуры дизайн-проекта

«Эксперимент в дизайне», проходивший во ВНИИТЭ, дал новые предметные языки художественного формообразования. В алфавит этой разновидности языка (конструктора-комбинатора) входят, как мы уже говорили, три элемента с соответствующими смысловыми значениями, но имеющие унификационную связь через свои основные параметры:

– окружность – это фигура, которая замыкает на себя другие фигуры во всех комбинациях, стараясь их как бы удержать, не допустить распада композиции на отдельные элементы;

– треугольник – фигура с сильно выраженным направлением положений на плоскости и активно влияющая на направленность всей комбинации фигур;

– прямоугольник – относительно спокойная фигура, но ее различия в соотношениях сторон позволяют четко выявлять, направлять и удерживать композиционную структуру фигур, сдерживая при этом активность круга и особенно треугольника.

Итальянский художник В. Вазарели вдохнул вторую жизнь в формализованную модель традиционной ортогональной модульной решетки, расширив ее комбинаторные возможности. Так, на ровной глади решетчатой плоскости начинают появляться выпуклости и разрывы как бы для того, чтобы превратить плоскость в объем, заглянуть внутрь квадратной решетки и открыть в ней новые художественно-комбинаторные возможности.

Все это вылилось в стремление найти альтернативу плоскому угловатому застывшему миру путем создания новых гибких структур, которые постоянно движутся, деформируются и обращаются в калейдоскоп новых форм и их сочетаний (рис. 6.12).

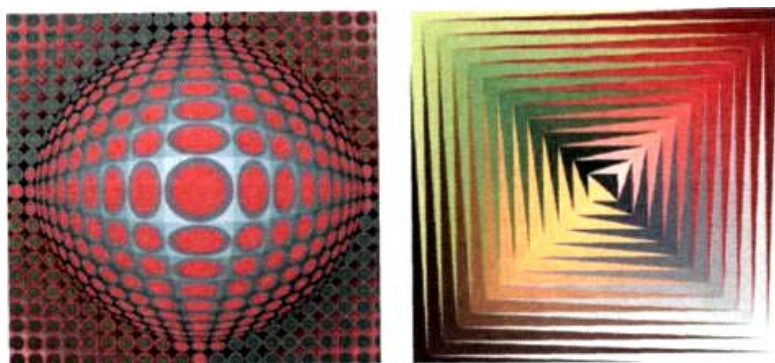


Рис. 6.12. Оптические иллюзии

Исходя из сказанного, можно утверждать, что именно по этим двум взаимосвязанным уровням (синтаксическому и семантическому) следует искать возможности совершенствования и развития языка унификации, открывать новые синтаксические формализованные структуры, их новые смыслы и значения, способствуя тем самым расширению существующих представлений о нем. Рассмотрим теперь

один из наиболее распространенных в дизайне тропов – метафору по отношению к языку унификации.

Возникает необходимость задать «метаморфическую» топологию потенциальных объектов языка унификации в виде различных типов.

Первый тип «Объекты (вещи)-хамелеоны» обозначает ряд изделий, как правило, одного типа, но имеющих разные основные параметры, которые можно как бы менять, трансформировать свою оболочку – геометрическую форму и линейные размеры – в зависимости от исходных условий функционирования, сохраняя при этом свою морфологическую структуру и (обычно) тождество или подобие геометрических форм. Пример демонстрируют японский дизайнер Ш. Курамата и итальянский дизайнер М. Ботта. Разработанные ими кресла и диван, с одной стороны, чем-то напоминают ороговевшие, словно застывшие морфологические структуры древних ящериц (за счет металлического сетчатого покрытия), а с другой – производят впечатление какого-то нового поворота в формообразовании мест для сидения (рис. 6.13).



Рис. 6.13. Кресло-«хамелеон»

Второй тип «Объекты (вещи)-кентавры» совмещает в своей морфологической структуре части разных по типу объектов (обычно соединение идет через унифицированные элементы основания ряда с элементами производных (модификаций)). Для мебели, например, такими типами высказываний могут являться наборы, комплекты, гарнитуры.

Третий тип «Объекты (вещи)-оборотни» более сложный и наиболее совершенный тип объектов, которые принимают различные

облики и различные морфологические структуры, превращаясь в объекты одного или различного функционального назначения из одних и тех же составляющих их частей (унифицированных элементов).

Глава 7

ЭРГОНОМИКА – ОСНОВА ХУДОЖЕСТВЕННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

7.1. Эргономика, цель эргономики, эргономические исследования. Эргономические требования, предъявляемые к системе «человек–машина–среда»

В век бурного развития техники и автоматики мы видим очень много чудесных и «умных» машин. Но какие бы удивительные автоматы ни создавались, труд всегда был и остается сознательной деятельностью человека, а человек – субъектом труда. И хотя возможности человека как главного элемента производительных сил с развитием техники расширяются, все же возможности физические и умственные самого человека не безграничны. Созданные умом и руками человека машины в свою очередь предъявляют и свои требования к человеку.

Увеличение быстроходности машин, повышение точности изготовления их деталей и узлов, увеличение количества перерабатываемой информации в единицу времени и потребность в ускорении принимаемых решений, т. е. убыстрение реакции персонала, обслуживающего механизмы – все это приводит к повышению нагрузок на нервную систему человека, а в результате – к снижению его работоспособности и точности реакции. Созданные конструкторами более производительные механизмы действуют в комплексе «автомат–машина–человек» и часто при несоответствии их функциональным особенностям человека не приводят к повышению эффективности новой техники. Отсюда и возникла современная проблема согласования конструктивных особенностей машин с характеристиками человека, управляющего ими, проблема, решением которой занимается новая научная дисциплина эргономика.

Основные понятия эргономики

Эргономика (греч. *ergon* – работа + *nomos* – закон) – научная дисциплина, которая изучает функциональные возможности человека в трудовых процессах, выявляет возможности и закономерности соз-

дания оптимальных условий для высокопроизводительного труда и обеспечивает необходимые удобства человеку. Эргономика базируется на данных технических наук, инженерной психологии, гигиены труда, социологии, физиологии, антропометрии и др.

Предметом эргономики как науки является изучение системных закономерностей взаимодействия человека (группы людей) с техническими средствами, объектом деятельности и средой в процессе жизнедеятельности.

Цель эргономики – повышение эффективности и качества деятельности человека в системе «человек–машина–объект деятельности–среда обитания» (сокращенно «человек–машина–среда» – ЧМС) при одновременном сохранении здоровья человека и создания предпосылок для развития личности (рис. 7.1).

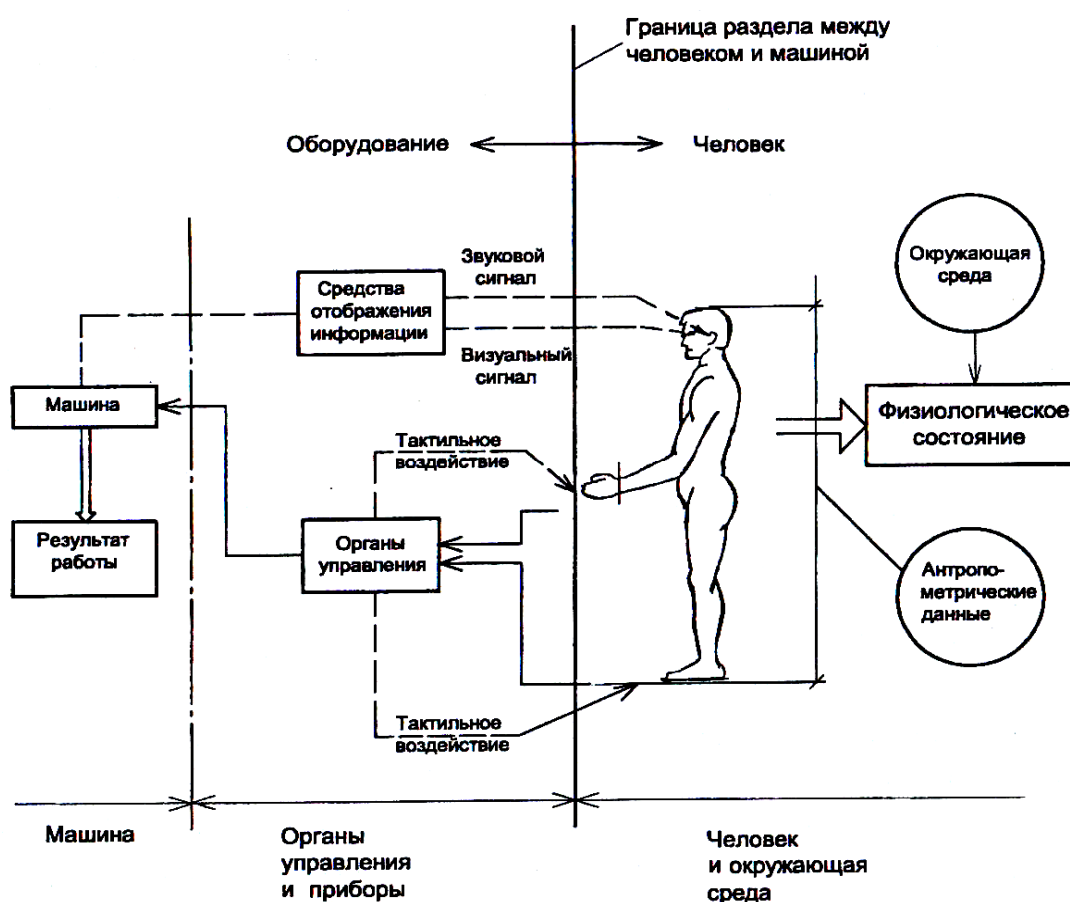


Рис. 7.1. Система «человек–машина–окружающая среда»

Система – сочетание взаимодействующих факторов, компонентов, объединенных определенной единой целью.

Машина или инструмент деятельности (изделие, предмет) в эргономике – любое техническое устройство, предназначенное для целенаправленного изменения материи, энергии, информации и пр. Понятие «машина» может означать как самые простые орудия (нож, молоток и т. п.), так и сложные – станки, ЭВМ или космические корабли.

Объектом исследования в эргономике является система «человек–машина–среда», т. е. исследование взаимосвязи человека с предметным миром в процессе трудовой и других видов деятельности. Но могут рассматриваться и другие системы, например, система взаимодействия людей в производственном или ином коллективе.

Задачей эргономики как сферы практической деятельности является проектирование и совершенствование процессов (способов, алгоритмов, приемов) выполнения деятельности и способов специальной подготовки (обучение, тренировки, адаптации) к ней, а также тех характеристик средств и условий, которые непосредственно влияют на эффективность, качество деятельности и психофизиологическое состояние человека.

Эргономические требования – это требования, которые предъявляются к системе ЧМС в целях оптимизации деятельности человека-оператора с учетом его социально-психологических, психофизиологических, психологических, антропометрических, физиологических и гигиенических характеристик и возможностей. Эргономические требования являются весьма важными при формировании конструкции машин, дизайнерской разработке пространственно-композиционных решений системы в целом и отдельных ее элементов.

Эргономические свойства – это свойства изделий (машин, предметов или их совокупностей), которые проявляются в системе ЧМС в результате реализации эргономических требований.

Процесс проектирования системы с самого начала должен быть ориентирован на формирование ее (системы) эргономических свойств как на одну из важнейших целей, достигаемых в процессе эргономического обеспечения проектирования.

Весь процесс эргономического обеспечения проектирования можно представить в виде следующих этапов:

- анализ деятельности человека с исследованием факторов ее осуществления;
- разработка эргономических требований и показателей, а также рекомендаций по их учету;

- формирование эргономических свойств проектируемой техники и среды;
- заключительный этап – оценка полноты и правильности реализации эргономических требований (эргономическая оценка и аттестация).

Эргономика органически связана с дизайном, одной из главных целей которого является формирование гармоничной предметной среды, отвечающей материальным и духовным потребностям человека. При этом отрабатываются не только свойства внешнего вида предметов, но и, главным образом, их структурные связи, которые придают системе функциональное и композиционное единство (с точки зрения как изготовителя, так и потребителя). Именно последнее обстоятельство позволяет рассматривать эргономику как естественнонаучную основу дизайна. В практическом плане учет человеческих факторов – неотъемлемая часть процесса дизайнерского проектирования.

Эргономика исследует:

- влияние на функциональное состояние и работоспособность человека различных факторов окружающей его физической среды: состав воздуха, шум, вибрации и т. п.;
- разрабатывает средства эффективной защиты организма от вредных влияний среды и определяет «зоны комфорта». Эргономика формирует требования к проектированию рабочих мест; определяет зоны основных и вспомогательных рабочих движений и, соответственно, зоны размещения оборудования по высоте от пола, по фронту от оси симметрии в плане и т. д.;
- систематизирует антропометрические данные, которые необходимо использовать при рациональной организации рабочего места для установления оптимальных и пограничных параметров самых различных рабочих положений человека – стоя, сидя, лежа, наклонившись и т. д.;
- разрабатывает общие рекомендации по конструированию разных типов рабочих столов и сидений в зависимости от характера работы и рабочей зоны.

Изучению вопросов, связанных с понятием «человеческого фактора», уделяется самое пристальное внимание со стороны конструкторов, технологов и других специалистов, работающих в области промышленного производства.

Эргономика – наука, занимающаяся проектированием систем, включающих как технические звенья, так и человека. Любые инстру-

менты – от молотка до космического корабля – предназначены для выполнения задач, поставленных человеком, и эксплуатируются человеком. Следовательно, центральным фактором эргономики является человек.

Ранее функция человека по отношению к технике являлась энергетической, т. е. человек выступал как источник энергии. Учет «человеческого фактора» сводился к приспособлению орудий труда к анатомическим особенностям человека. Разработчики машин, орудий труда оценивали данный фактор на основании накопленного опыта, учитывали общие представления о трудовой деятельности человека и так называемого «здорового смысла».

Однако исследования показали, что в использовании современных технологических систем необходимо более четко проследивать человеческий фактор. Например, использование военной техники, диспетчерская работа, транспортные средства: в 70-е гг. в США автоматическая система управления противовоздушной обороны выдала 151 ложную тревогу, а в 1979 г. в течение 6 мин компьютеры этой системы убеждали операторов, что США подвергнута атаке советских ракет, техник по ошибке вставил учебную кассету, имитирующую ядерные нападения. Во время войны с Японией США потеряло 457 самолетов, получивших повреждения без «участия» противника. Аварии произошли по вине пилотов из-за близко расположенных и очень похожих рукояток управления шасси и закрылков. Аналогично погибли подводные лодки «Скорпион» и «Трешер» в 1968 и 1970 гг.

Именно в 70-х гг. стало очевидно, что человек создал очень сложные технические системы, что их действия часто не согласуются с обычными нормами поведения человека. «Человеческий фактор» в технике имеет много больше аспектов, и они должны быть учтены при проектировании технических систем. И если раньше на первом месте стояли двигательные качества человека («верный глаз», «точная рука»), то сейчас важны качество и контролирующие действия управления (своевременные и правильные нажатия кнопок), отбор информации.

Исходя из вышеизложенного, эргономический подход к решению задачи оптимизации жизнедеятельности человека определяется комплексом факторов. Главные из них, обусловленные индивидуальными особенностями человека, приведены ниже.

Социально-психологические факторы предполагают соответствие конструкции машины (оборудования, оснащения) и организации

рабочих мест характеру и степени группового взаимодействия, а также устанавливают характер межличностных отношений, зависящий от содержания совместной деятельности по управлению объектом.

Антропометрические факторы обуславливают соответствие структуры, размеров оборудования, оснащения и их элементов структуре, форме, размерам и массе человеческого тела, соответствие характера форм изделий анатомической пластике человеческого тела.

Психологические 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 особенностям человека, его силовым, скоростным, биомеханическим и энергетическим возможностям.

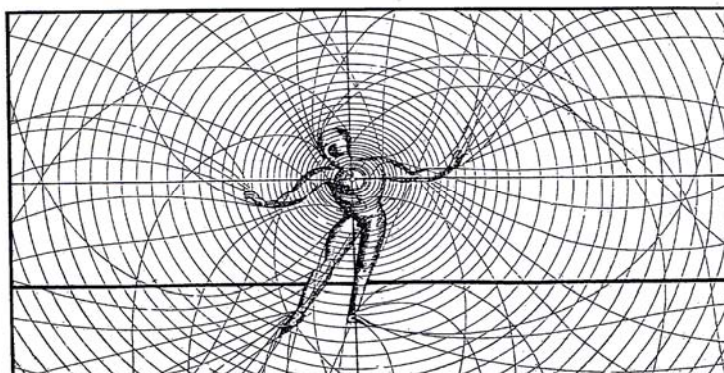
Гигиенические (гигиена) (греч. *hygieinos* – «здоровый», «целебный») факторы определяют требования по освещенности, газовому составу воздушной среды, влажности, температуре, давлению, запыленности, вентилируемости, токсичности, напряженности электромагнитных полей, различным видам излучений, в том числе радиации, шуму (звуку), ультразвуку, вибрациям, гравитационной перегрузке и ускорению.

Активность жизнедеятельности человека, его работоспособность и состояние здоровья во многом зависят от факторов окружающей среды, в том числе гигиенических факторов, которые определяют характеристики среды обитания, создающиеся под воздействием климатических условий, функционирования орудий и предметов труда и отдыха, технологических процессов на производстве или в быту, а также строительно-отделочных интерьеров.

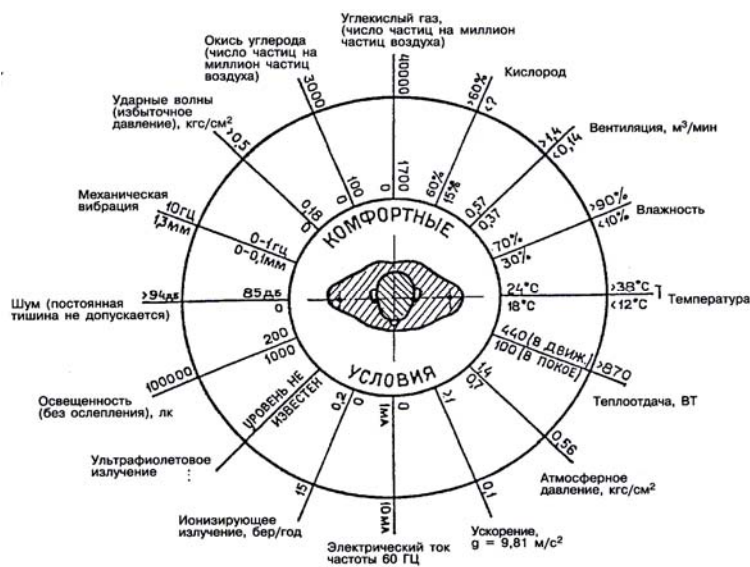
Воздействие факторов окружающей среды – явление комплексное, представляющее собой интегральное целое. Факторы могут либо нивелироваться, взаимно компенсируясь с точки зрения физиологии и психологии, либо накладываться один на другой, взаимно усиливая друг друга.

Элементы факторов можно сгруппировать в функциональные блоки. Основные из них следующие: микроклимат (состояние воздушной среды); освещенность (естественная и искусственная); наличие вредных веществ (паров, газов, аэрозолей); механические колебания (шум, ультразвук, вибрации); излучения (электромагнитные, инфракрасные, ультрафиолетовые, ионизирующие, радиационные); биологические агенты (микроорганизмы, макроорганизмы) и др.

Большинство элементов факторов оценивается количественно и нормируется. Их отрицательное влияние может корректироваться при помощи различных мер и средств защиты. Установлена зона допустимых условий (комфортные условия), которые приемлемы и мало влияют на работоспособность человека, а также невыносимая зона, в которой происходят существенные физиологические изменения организма (рис. 7.2).



а)



б)

Рис. 7.2. Элементы гигиенических факторов, определяющие эргономические требования

Приведем влияние некоторых факторов на деятельность человека и их рекомендуемые значения.

Степень освещенности рабочего пространства выражается коэффициентом дневной освещенности:

$$e = (E_{\text{вн}} / E_{\text{н}})100 \%,$$

где $E_{\text{вн}}$ и $E_{\text{н}}$, соответственно, интенсивность освещения помещения внутри и снаружи.

Рекомендуемые коэффициенты дневной освещенности e и соответствующие им значения $E_{\text{вн}}$ в помещении, непосредственно на рабочем месте, при внешнем освещении $E_{\text{н}} = 4000$ лк представлены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

**Рекомендуемые коэффициенты дневной освещенности
и интенсивности освещения**

Размер распознаваемых деталей, мм	>10	1–10	0,2–1	<0,2
Коэффициент дневной освещенности, %	1,5–2,5	2,5–3,8	3,8–5	5–7
Интенсивность освещения, лк	60–100	100–150	150–200	до 280

Учитывая приведенные в табл. 7.1 соотношения коэффициентов освещенности и интенсивности освещения, можно определить, что если при дневной освещенности и длительной работе человека принять его выработку за 100 %, то при желтом свете она составит 93 %, при зеленом – 92 %, при голубом – 78 %, при оранжевом – 76 %.

Рекомендуемые значения общего и местного освещения рабочих мест приведены в табл. 7.2, а данные по интенсивности искусственного освещения рабочего места в зависимости от типа зрительной деятельности и работы приведены в табл. П.2.1.

Таблица 7.2

Рекомендуемые значения освещения рабочих мест

Размер зрительно различаемых деталей, мм	Освещение общее, лк	Общее комбинированное освещение, лк	Местное комбинированное освещение, лк
< 0,2	>300	80–150	>1000
0,2–10	150–300	40–80	300–1000
10–100	80–150	20–40	150–300

Большое значение на работоспособность человека оказывают механические колебания, такие как шум и инфразвук и ультразвук. Инфразвук и ультразвук ниже частоты 16 Гц и выше 20 кГц ухом человека не воспринимаются. Оно не воспринимает очень малые колебания, например, не реагирует на колебания, вызывающие давление порядка 10^{-5} Па при частоте 1 кГц. При очень больших колебаниях, когда давление достигает 10^{-5} Па, возможно повреждение перепонки. Человек может различать 325 уровней звукового давления при частоте 2 кГц и 1800 высот тона при уровне звукового давления 65 дБ. Область наибольшей чувствительности человеческого уха проявляется на частоте 4100 Гц. Эта область является критической и самой неблагоприятной для слуха. Звук и шум при уровне звукового давления свыше 120 дБ человек воспринимает как боль, время реакции человека на звук – 120–140 мс. Шум с частотой более 500 Гц является большим мешающим фактором в работе, по сравнению с шумом, имеющим более низкую частоту. Причем шум с переменным уровнем звукового давления (40–70 дБ) более вреден, чем с постоянным (80 дБ).

Сильный шум вызывает трудности в оценке расстояния и времени, в распознавании цветовых сигналов, снижает быстроту восприятия света, остроту зрения, нарушает восприятие визуальной информации, приводит к уменьшению до 12 % производительности труда.

Инфразвуки с частотой 2–15 Гц снижают внимание человека, увеличивают время реакции и затрудняют мышление.

Вибрации вызывают повышение утомления человека, поскольку распространяются на многие группы мышц. Вред, причиняемый вибрацией человеку, зависит от амплитуды, частоты, энергии, скорости и силы колебаний. Границы допустимых вибраций, действующих на тело человека, не должны превышать 2–6 Гц при рабочей позе сидя, 4–12 Гц при рабочей позе стоя, причем вибрации, действующие на руки и кисти рук, не должны превышать 40 Гц, на глаза – 90 Гц, на голову – 50 Гц.

На производительность труда человека также влияют условия воздушной среды производственных помещений. К ним относятся температурные, температурно-влажные условия и давление воздушной среды.

Наиболее благоприятна температура в помещении для мышечной деятельности человека в пределах 17,5–18 °С. При температуре

воздуха, выходящей за пределы диапазона 12–25 °С, начинает ухудшаться умственная и физическая деятельность человека, увеличивается число травм по сравнению с оптимальными температурными условиями. Температура производственных помещений не должна превышать в летнее время температуру окружающей среды более чем на 3–5 °С.

Оптимальные и предельные значения температуры воздуха, рекомендуемые для некоторых рабочих мест и разновидностей работы при нормальных значениях относительной влажности и скорости воздушного потока, следующие:

- 50 °С – максимальная допустимая температура в производственных помещениях;
- 30 °С – граница безопасной и эффективной работы, начинает ухудшаться эффективность умственного труда;
- 26 °С – граница безопасной и эффективной работы средней тяжести, начинает ухудшаться эффективность физической работы;
- 21 °С ± 1 °С – оптимальная температура для легкой работы стоя, работы в учреждении;
- 18 °С – обрабатывающий цех, работа стоя у станка;
- 17 °С ± 1 °С – цех точного монтажа;
- 16 °С – критическая температура для работы сидя;
- 15 °С – тяжелая работа стоя;
- 14 °С ± 1 °С – цех грубого монтажа;
- 12 °С ± 2 °С – тяжелая и очень тяжелая работа;
- 11 °С ± 1 °С – литейный и кузнечный цеха.

Нормальный тепловой режим для человека составляет 18–20 °С с относительной влажностью 40–60 %. Относительная влажность для большинства работ составляет 50 %. Температура 25 °С при относительной влажности более 70 % снижает эффективность работы. При относительной влажности 70–90 % работа становится неприятной, производительность труда падает примерно на 25–30 %.

Давление воздушной среды находится в пределах 0,04–3,0 МПа. Повышение давления воздуха до 0,5 МПа ухудшает физическую и психическую деятельность человека. В условиях повышенного давления не должны работать люди моложе 20 лет и старше 45 лет. При давлении меньше 0,05 МПа работы должны производиться только под наблюдением врача.

Предельно допустимая скорость воздушного потока на рабочем месте составляет 2 м/с. В административных помещениях и конструкторских бюро рекомендуется обмен воздуха со скоростью 30 м³/ч.

Форма и функциональные размеры всей предметной среды, ее объемно-пространственных структур неразрывно связаны с размерами и пропорциями тела человека и должны соответствовать его антропометрическим признакам.

Антропометрия (греч. *anthropos* – человек + метрия) – составная часть антропологии (науки о происхождении и эволюции человека), является системой измерений человеческого тела и его частей, морфологических размеров тела.

Различают классические и эргономические антропометрические признаки. Первые используются при изучении пропорций тела, возрастной морфологии, для сравнения морфологической характеристики различных групп населения, а вторые – при проектировании изделий и организации труда. Эргономические признаки делятся на статические и динамические.

Антропометрические признаки человека необходимы для организации его трудовой деятельности, а также для оптимизации взаимосвязи человека с предметным миром, с учетом особенности его функциональных возможностей в трудовой деятельности, и для организации рабочих зон разных направлений.

Статистические характеристики основных антропометрических признаков человека представлены в рис. П.3.1–П.3.4 и табл. П.3.1 и П.3.2.

1. Статистические характеристики антропометрических признаков мужчин (табл. П.3.1) и женщин (табл. П.3.2) даны для пяти перцентилей трех групп населения:

А – население с малыми значениями продольных признаков;

Б – население со средними значениями продольных признаков;

В – население с большими значениями продольных признаков.

Примечание. Перцентиль – это сотая доля объема измеренной совокупности, выраженная в процентах, 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 М. Систему перцентилей используют для определения необходимых границ интервалов, минимальных и максимальных значений антропометрических признаков [27].

2. На рис. П.3.1–П.3.4 дано графическое изображение антропометрических признаков человека в положении стоя и сидя, соответственно. Цифры на чертежах соответствуют порядковым номерам признаков в табл. П.3.1 и П.3.2.

Статические характеристики для работы в положении сидя следующие:

1. Пределы регулирования поверхности сиденья кресла и подставки для ног по высоте для 5–95-го перцентилей населения группы Б (население со средними значениями продольных антропометрических признаков) при выполнении монтажных и станочных работ, не требующих высокой точности, выбирают по табл. 7.3.

Таблица 7.3

Пределы регулирования поверхности сиденья кресла и подставки для ног

Категория работающих	Пределы регулирования поверхности сиденья кресла по высоте, мм		Пределы регулирования подставки для ног по высоте, мм		Примечание
	высота в нижнем положении, не более	высота в верхнем положении, не менее	высота в нижнем положении, не более	высота в верхнем положении, не менее	
Женщины	$H-380$	$H-270$	$H-800$	$H-630$	H – высота рабочей поверхности, мм
Мужчины	$H-390$	$H-300$	$H-860$	$H-700$	
Женщины и мужчины	$H-390$	$H-270$	$H-860$	$H-630$	

2. Ширина подставки для ног – не менее 350 мм, длина – не менее 400 мм, угол наклона опорной поверхности 10–15°.

3. Размеры по высоте пространства для ног представлены на рис. 7.3. При определении высоты пространства для ног конкретное значение из диапазона 220–250 мм выбирают с учетом вида используемой спецодежды. Ширина пространства для ног – не менее 500 мм.

При работе сидя часто работающий оператор совершает оперативные действия ногами в виде нажатия на педали. Допустимые усилия при этом в положении сидя зависят от способа управления и частоты использования (табл. 7.4).

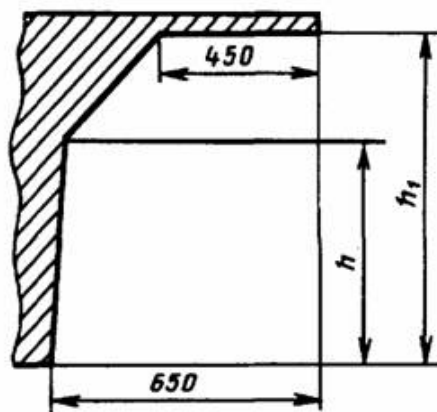


Рис. 7.3. Пространство для ног:

h – высота поверхности сиденья кресла в верхнем положении;
 h_1 – высота пространства для ног, равная $h + (220–250)$ мм

Таблица 7.4

Допустимые усилия нажатия на педали в положении сидя

Способ управления	Частота использования	Усилие нажатия, Н (кгс), не более
Стопой	очень часто	30 (3,0)
Всей ногой	более 120 раз в 1 ч	40 (4,0)
Стопой	часто	40 (4,0)
Всей ногой	до 120 раз в 1 ч	60 (6,0)
Стопой	умеренно	60 (6,0)
Всей ногой	до 30 раз в 1 ч	80 (8,0)
Стопой	редко	120 (12,0)
Всей ногой	не более 2 раз в 1 ч	200 (20,0)

Любое эргономическое исследование должно начинаться с анализа деятельности человека и функционирования системы «человек–машина». При этом определяются антропометрические признаки человека, а также анализируются тенденции трудовой деятельности.

Статические признаки определяются при неизменном положении человека. Они включают размеры отдельных частей тела, а также габаритные размеры, т. е. наибольшие размеры в разных положениях и позах человека (рис. 7.4). Эти размеры используются при проектировании изделий, мебели, определении минимальных проходов и т. п.

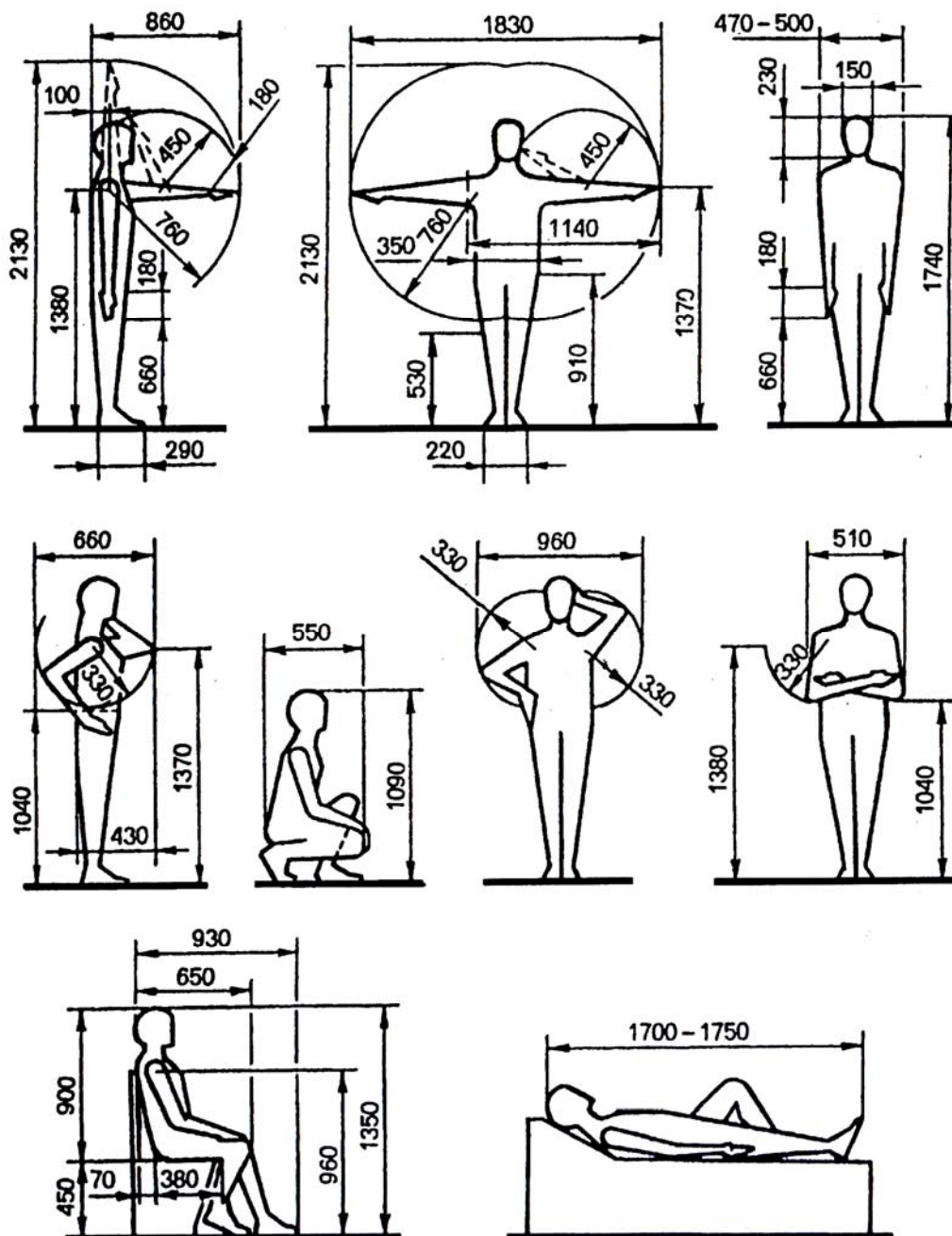
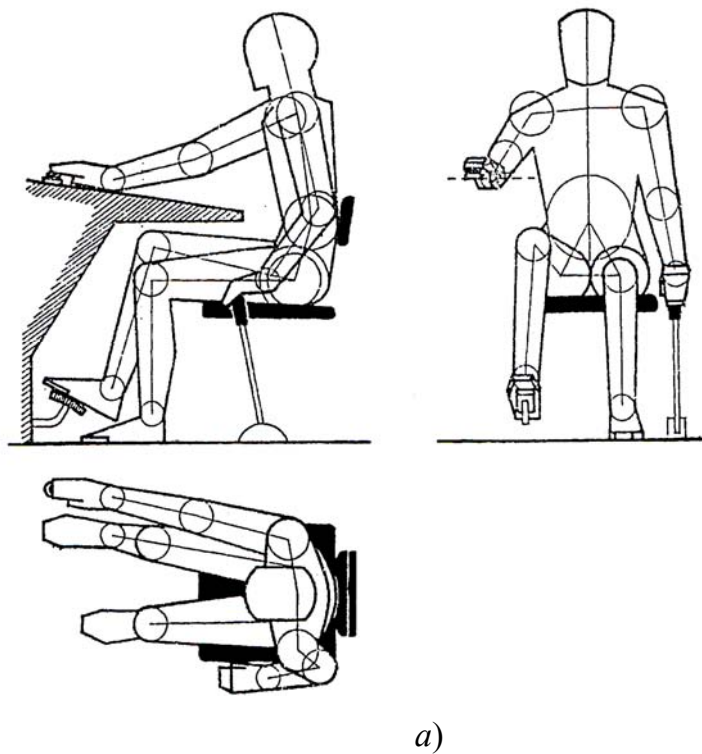
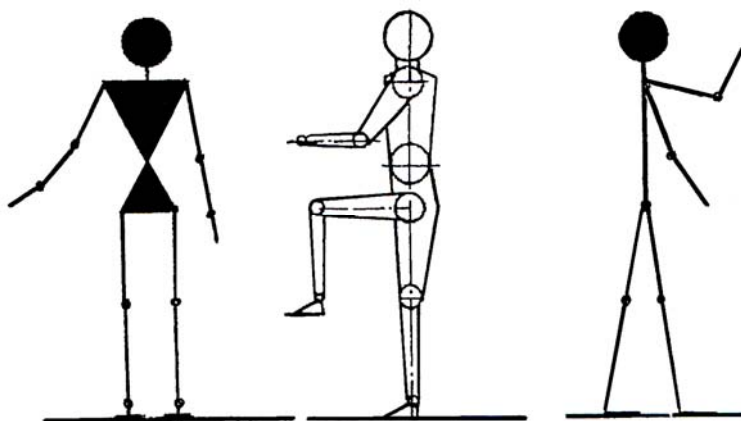


Рис. 7.4. Основные размеры (статические) тела взрослого человека (усредненные)

Динамические антропометрические признаки – это размеры, измеряемые при перемещении тела в пространстве. Они характеризуются как угловыми, так и линейными перемещениями (углы вращения в суставах, угол поворота головы, линейные измерения длины руки при ее перемещении вверх, в сторону и т. д.) Эти признаки используют при определении угла поворота рукояток, педалей, определения зоны видимости и т. п. (рис. 7.5).



a)



b)

Рис. 7.5. Динамические антропометрические признаки:
 а – изображение фигуры человека в трех проекциях с учетом
 главных контурных и функциональных размеров;
 б – упрощенные изображения фигуры человека

Выделено три основных тенденции трудовой деятельности человека в условиях современной техники:

1. Перед человеком ставится задача управления все большим и большим числом объектов. Это усложняет анализ и оценку сложившейся ситуации, а также вызывает необходимость включать операции программирования, управления и текущего контроля.

2. Человек все больше удаляется от обрабатывающих изделий и управляемых объектов. Между органами чувств человека и объектом труда «вклинивается» целая система технических устройств по передаче информации и управлению. Информация о состоянии объекта попадает к человеку в виде показаний счетчиков, шкал приборов с закодированной информацией, и он должен представить последствия своих действий, переводя эти сигналы в привычные образы.

3. Резко возрастают требования к точности и скорости действий человека, надежности и правильности принимаемого решения и, разумеется, к продукции.

В связи с этим ведущими вопросами при проектировании машины становятся следующие:

– сколько и каких сигналов может воспринять человек одновременно?

– какова скорость его реакции?

– как точно он может различать сигналы (звуковые, слуховые)?

– как быстро может человек переключать внимание с одного объекта на другой?

– каков объем его оперативной памяти?

– как он принимает решения и какова вероятность ошибки?

– каков его «моторный» выход, т. е. какие управляющие действия и с какой скоростью он может выполнить?

– как быстро и с какой скоростью развивается утомление? и т. д.

Для ответов на эти вопросы нужны знания физиологии (нервной деятельности), психологии (вопросы восприятия, внимания, памяти). Речь идет о психических качествах человека в конкретных производственных условиях и в сочетании работы человека с техническими устройствами. Этим занимается инженерная психология. Человек становится элементом системы «человек–машина–среда» (ЧМС). Взаимодействие возникает в системе «человек–человек». Это необходимо учитывать при выборе оптимальных режимов работы. Всеми этими вопросами и их решением и занимается эргономика. Эта наука изучает вопросы оптимизации взаимодействия человека с машиной и окружающей средой в процессе жизнедеятельности, и в частности труда.

Система ЧМС – это динамичная система, функционирующая в условиях конкретной производственной среды, все звенья которой взаимодействуют между собой и имеют комплекс обратных связей.

Основными задачами эргономики являются:

- анализ роли человека в системах управления;
 - его связи с другими компонентами системы;
 - распределение функций между человеком и машиной;
 - определение надежности и скорости работы операторов и т. д.
- Эргономика развивается в следующих направлениях:

- 1) психофизиологическое (психологическая деятельность в процессе труда);
- 2) технико-эксплуатационное (взаимосвязь человека и техники);
- 3) конструкторско-систематическое;
- 4) профессионально-педагогическое.

7.2. Человек и системы управления

Проектирование системы ЧМС базируется на всестороннем анализе характеристик операторской деятельности, они заключаются в следующем:

1. С развитием техники усложняется управление и повышается значение планирования и организации труда.

2. В связи с удалением операторов от управляемых объектов динамика их состояния оценивается не по данным непосредственного наблюдения, а по устройствам, отображающим информацию, имитирующим реальные производственные объекты.

3. Увеличение скорости протекания производственных процессов повышает требования к точности действий операторов и скорости принятия решений. Основным критерием надежности работы системы ЧМС становится не физическая нагрузка оператора, а его нервная напряженность.

4. Характерна ограниченная двигательная активность оператора.

5. Повышение степени автоматизации требует от оператора готовности к экстренным действиям.

При оценке системы принято рассматривать факторы отдельно – на «человеческие» и «машинные» звенья – и одновременно как единое целое.

Общие характеристики системы ЧМС:

1. Создается человеком из оборудования и сырья.
2. Обладает цельностью, т. е. все элементы ее служат выполнению единой цели.
3. Состоит из функционально связанных разнородных элементов и подсистем.

4. Изменение состояние одной подсистемы влечет за собой изменение состояния других (нелинейная зависимость).

5. В высокой степени автоматизирована, но не всегда содержит «человеческие» факторы, человек только управляет.

6. Получает «входные» сигналы.

7. Элементы системы находятся в «игровой» ситуации.

Существуют различные методы эргономических исследований, такие как соматографические (соматография) и экспериментальные (макетные) методы.

Соматография – метод схематического изображения человеческого тела и технической или иной документации в связи с проблемами выбора соотношений между пропорциями человеческой фигуры, формой и размерами рабочего места.

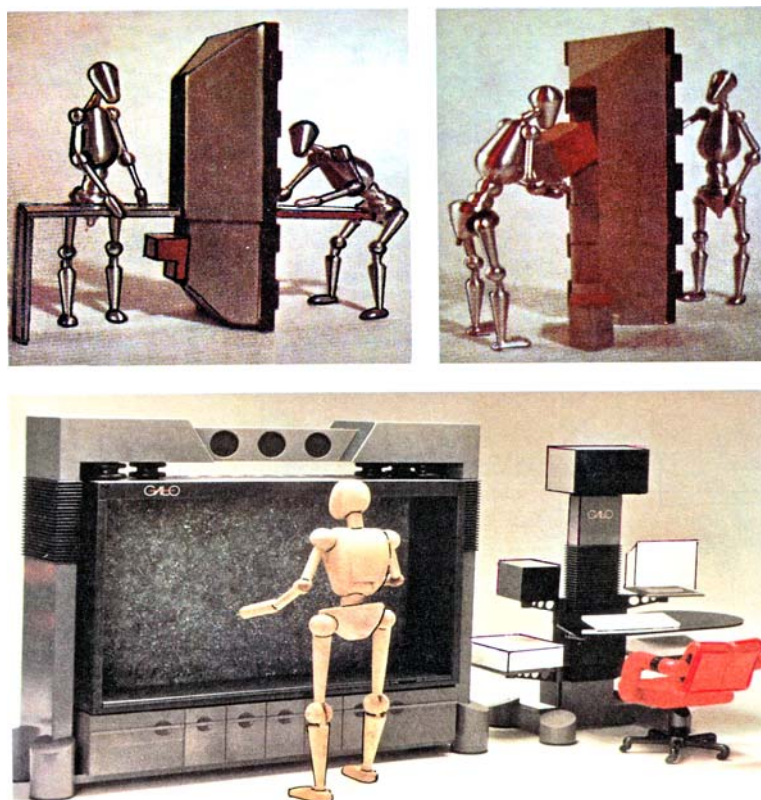


Рис. 7.6. Экспериментальный (макетный) метод исследования с использованием «мультменов»

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 «мультмен» (рис. 7.6).

7.3. Эргономический анализ технологических систем. Исследование органов управления станков. Анализ управляющих действий оператора технологических систем

Эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда.

Эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования.

При установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

Требования к рабочему месту следующие:

1. Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя или стоя или в положениях и сидя, и стоя. При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ (требуемая точность действий, характер чередования по времени пассивного наблюдения и физических действий, необходимость ведения записей и др.).

2. Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032–78, в положении стоя – ГОСТ 12.2.033–78.

3. При высоте рабочей поверхности и размерах моторного поля, соответствующих рабочему месту при выполнении работ в положении стоя, если технологический процесс не требует постоянного передвижения работающего и физическая тяжесть работ позволяет выполнять их в положении сидя, в конструкцию рабочего места следует включить кресло и подставку для ног, а также предусмотреть в конст-

рукции производственного оборудования пространство для размещения ног, позволяющее выполнять работы при высокой посадке работающего. Высота поверхности сиденья кресла над полом, размеры подставки для ног и пространства для размещения ног приведены в табл. 7.3 и на рис. 7.3.

Эргономический анализ МРС проводится для того, чтобы выявить недостатки оборудования с точки зрения приспособленности его к человеку и разработать рекомендации по их устранению. В результате эргономического анализа вырабатываются конструкторские предложения, повышающие удобство обслуживания станка. Эргономический анализ металлорежущего станка осуществляется методом соматографии. При этом металлорежущий станок вычерчивается в ортогональных проекциях в определенном масштабе (рис. 7.7). При анализе токарных, шлифовальных, сверлильных, зубо- и резьбообрабатывающих станков, а также различных крупногабаритных металлорежущих станков достаточен главный (фронтальный) вид и вид сверху (в плане). При анализе фрезерных и ряда специальных станков добавляется вид слева или справа, тот, на котором размещается большее число органов управления. Станок вычерчивается упрощенно, но так, чтобы присутствовали все элементы управления. На чертеже в соответствии с правилами технического черчения и начертательной геометрии вычерчиваются контуры фигуры оператора в одной или нескольких характерных рабочих позах. Контурное изображение фигуры оператора на такой схеме не заслоняет узлы и органы управления обследуемого станка, дает представление о размере, масштабности машины, удобстве расположения органов управления.

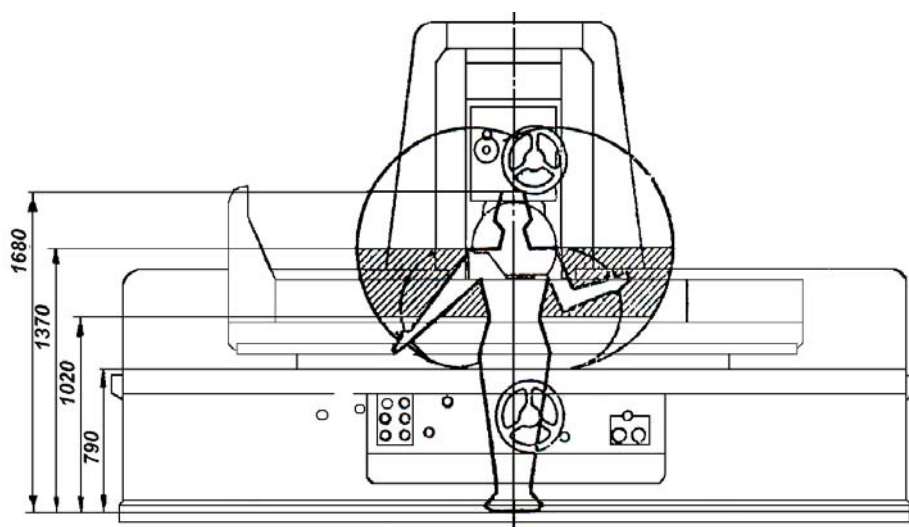


Рис. 7.7. Схема соматографического анализа станка

Помимо характерной рабочей позы на соматографической схеме указываются углы зрения и обзора оператора по отношению к органам управления. Затем на чертеж наносятся оптимальная рабочая зона и зона досягаемости рук при фиксированном положении ног. На поле чертежа вокруг изображения станка выносятся сквозной нумерацией все органы управления станка, включая съемные рукоятки. Нумерация органов управления берется из паспорта станка.

При вычерчивании станка для проведения соматографического анализа измеряются габариты станка и основных его узлов, особенно зоны обработки детали. Привязываются размерами изображения оптимальных зон манипулирования органами управления на всех проекциях станка. В случае если оператору приходится при управлении станком обходить его (например, при включении фрезерного станка), то на виде станка сверху отмечаются те 2-3 фиксированных рабочих места, на которых находится оператор, и эти места привязываются размерами к станку. В этом случае на изображение станка наносятся несколько смежных зон манипулирования органами управления соответственно фиксированным рабочим местам.

7.4. Анализ органов управления

При анализе конструкции органов управления необходимо учитывать:

1. Требуемую точность и скорость движений при осуществлении управления, а также частоту использования органа управления:

– допустимые динамические и статические нагрузки на двигательный аппарат человека;

– антропометрические характеристики двигательного аппарата человека;

– необходимость быстрого распознавания органов управления, формирования и закрепления навыков по управлению.

2. При конструировании органов управления и их размещении в моторном поле рабочего места должны быть учтены следующие физиологические особенности двигательного аппарата человека:

– скорость движения рук больше при движении в направлении «к себе», меньше – при движении «от себя»;

– скорость движения правой руки больше при движении слева направо, левой руки – справа налево;

– линейная скорость вращательных движений рук больше скорости поступательных движений;

- скорость плавных криволинейных движений рук больше скорости прямолинейных движений рук с резким изменением направления;
- точность движений рук больше при работе в положении сидя, меньше – при работе в положении стоя;
- точность движений рук больше при небольших (до 10 Н) нагрузках;
- точность движений, совершаемых пальцами рук, больше точности движений кистью;
- наибольшая точность движений, совершаемых пальцами рук, достигается в горизонтальной плоскости при положении рук, согнутых в локтевом суставе на 50–60°, и в плечевом суставе – на 30–40°;
- максимальное усилие, развиваемое правой (рабочей) рукой, на 10–15 % больше максимального усилия, развиваемого левой рукой;
- усилия давления и тяги, развиваемые руками при движении их перед корпусом, больше, чем при движении рук в стороны;
- максимальное усилие, развиваемое стопой ноги в положении сидя, достигается, если угол между голенью и бедром составляет 95–120°;
- максимальное усилие при движении ноги достигается в положении сидя при наличии упора для спины;
- скорость и частота движений, совершаемых стопой ноги, больше в положении сидя, чем в положении стоя.

3. Усилия, необходимые для осуществления управляющих действий, должны устанавливаться с учетом способа перемещения органа управления (пальцами, кистью с предплечьем, всей рукой, стопой и т. д.), частоты использования и в некоторых случаях с учетом продолжительности непрерывного воздействия на органы управления, скорости выполнения управляющего действия и положения человека в процессе управления. Пример зависимости допустимых усилий вращения маховика с рукояткой от способа управления, скорости и времени вращения приведен в табл. 7.6 и 7.7.

4. Места возможных контактов органов управления с руками и ногами работающего должны быть выполнены из нетоксичных, а в необходимых случаях и из нетеплопроводных и электроизоляционных материалов.

5. Форма и размеры приводных элементов органов управления должны обеспечивать надежный захват их руками и предотвращать соскальзывание ног.

6. Для обозначения функционального назначения органов управления следует применять надписи и (или) символы, которые должны быть

расположены на элементах конструкции рабочего места в непосредственной близости от органов управления или на их приводных элементах.

7. Органы управления должны кодироваться формой, цветом, размером или другими видами алфавита кода или их комбинациями.

8. Ножные органы управления должны применяться при необходимости разгрузки рук для осуществления управляющих действий, требующих небольшой точности. Допустимые усилия нажатия на педали приведены в табл. 7.4.

9. Размеры, форму, значение перемещения педали определяют с учетом особенностей производственного оборудования конкретного вида (типа), при этом при управлении стопой перемещение педали должно быть не более 80 мм и ширина опорной поверхности – не менее 60 мм.

По назначению органы управления делятся на четыре группы:

1. Органы включения и выключения, осуществляющие пуск и остановку машины (кнопки, педали, рукоятки, рычаги и т. д.).

2. Органы переключения с одного вида работы на другой (рукоятки, штурвалы).

3. Органы регулирования (рукоятки, штурвалы).

4. Аварийные органы управления, требующие минимального времени срабатывания (рычаги, кнопки для нажатия ладонью).

По характерным конструктивным признакам органы управления делятся на три группы (рис. 7.8):

1. Рычаги и рукоятки (рис. 7.8, а).

2. Маховики (маховички) управления и штурвалы (рис. 7.8, б, в).

3. Кнопки и переключатели (рис. 7.8, з, д).

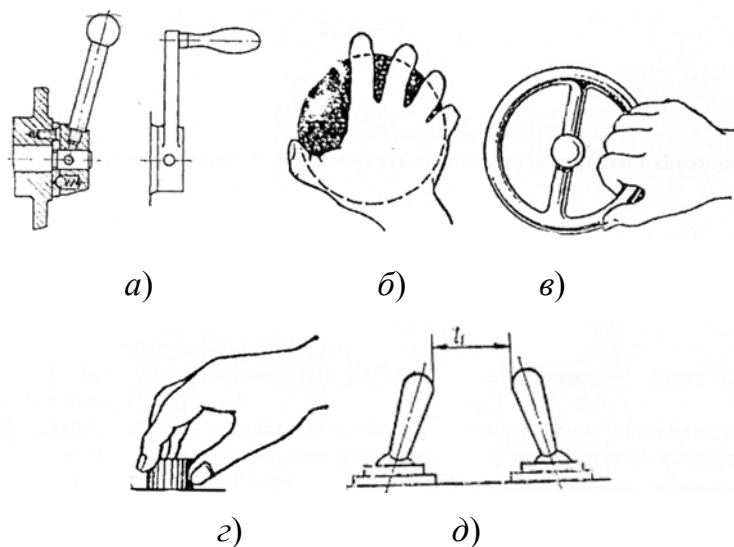


Рис. 7.8. Формы рукояток и управление ими

Рычаг управления – устройство, предназначенное для передачи управляющих воздействий от человека к машине в системе «человек–машина» и имеющее два плеча: одно с рукояткой – для приложения усилий человеком, другое – для передачи этих усилий к машине.

Рычаги и рукоятки предназначены для выполнения ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками. К ним предъявляются следующие эргономические требования:

- минимальная длина свободной части должна быть не менее 50 мм для захвата пальцами и 150 мм – для захвата всей кистью;

- форма и размеры рукояток рычагов должны обеспечивать максимальное удобство их захвата и надежного удержания в процессе управления. При этом предпочитают рукоятки с плавными округлыми формами, близкими к шаровидной и удлиненной – цилиндрической, тщательно обработанной гладкой или рифленой поверхностью без острых углов и заусенцев;

- рукоятки рычагов, используемых в условиях низкой температуры окружающей среды, должны изготавливаться из материалов или покрываться материалами, которые обладают низкой теплопроводностью;

- для одновременного выполнения нескольких управляющих действий (более чем в двух измерениях) допускается применять рычаги управления в комбинации и едином конструктивном исполнении с другими типами органов управления (штурвалом, кнопкой и др.). Каждый из них должен отвечать своим специфическим эргономическим требованиям;

- рычаги управления необходимо устанавливать на рабочем месте так, чтобы их рукоятки при любом положении рычага находились в пределах зоны досягаемости моторного поля оператора с учетом требований безопасности;

- рукоятки рычагов, используемые чаще пяти раз за смену, должны находиться в зоне моторного поля оператора. Рукоятки рычагов, перемещаемых одной рукой, необходимо размещать на стороне соответственно действующей правой или левой руки в пределах досягаемости при сгибе ее в локтевом суставе под углом 90–135° и приложении усилия по направлению прямо «на себя – от себя»;

- рукоятки рычагов, перемещаемых двумя руками, размещают в плоскости симметрии сиденья с отклонениями не более 50 мм;

- для использования рычагов точного и непрерывного регулирования в отдельных случаях (при наличии сотрясений, вибраций, ускорений и пр.) должна быть обеспечена опора:

а) локтю – при больших (широких) движениях кистью с предплечьем;

б) предплечью – при движениях кистью;

в) запястью – при движениях пальцами;

– рычаги, применяемые для дискретных (ступенчатых) переключений, должны иметь надежную фиксацию промежуточных и конечных положений. В необходимых случаях конечные положения рычага должны быть ограничены специальным стопором (упором);

– рычаги управления должны быть установлены так, чтобы при их перемещении исключалась возможность случайного включения (выключения) смежного рычага.

Размеры рукояток рычагов управления в зависимости от их форм и способа захвата должны соответствовать антропометрическим данным человека и находиться в пределах, приведенных в табл. 7.5.

Таблица 7.5

Размеры рукояток рычагов управления

Форма рукоятки	Диаметр				Высота			
	для захвата пальцами		для захвата кистью		для захвата пальцами		для захвата кистью	
	Предельные значения	Оптимальные значения	Предельные значения	Оптимальные значения	Предельные значения	Оптимальные значения	Предельные значения	Оптимальные значения
Округлая (шаровидная, грушевидная, коническая и др.)	10–40	30	35–50	40	15–60	40	40–60	50
Удлиненная (веретенообразная, цилиндрическая и др.)	10–30	20	20–40	28	30–90	50–60	80–130	100

Примечание. Для грушевидной, конической и веретенообразной рукояток приводятся размеры наибольших диаметров, для шаровидной – только диаметры.

Значения усилий, прилагаемых к рукояткам рычагов управления, в зависимости от способов их перемещения и частоты использования должны соответствовать возможностям работающего (табл. 7.6).

Усилия, прилагаемые к рукояткам рычагов

Способ перемещения	Усилие, кгс, не более				
	Частота использования, раз в смену				
	более 960	960–241	240–17	16–5	менее 5
Преимущественно пальцами	0,5	1	1	1	3
Преимущественно кистью	0,5	1	1,5	2	4
Преимущественно кистью с предплечьем	1,5	2	2,5	3	6
Всей рукой	2	3	4	6(4)	15(7)
Двумя руками	1,5	9	9	9	20(14)

Примечание. В скобках указано значение усилия при движении «вправо–влево» и «вверх–вниз».

Интервалы между рукоятками смежных рычагов управления, расположенных в параллельных плоскостях, должны быть не менее 50 мм – при перемещениях одной рукой последовательно или в случайном порядке; 100 мм – при перемещении одновременно двумя руками; 130 мм – при работе в рукавицах или перчатках; 150 мм – при отсутствии визуального контроля за рычагами.

Маховик управления представляет собой орган управления, имеющий форму колеса, со спицами или без спиц, вращаемый одной или двумя руками вокруг перпендикулярной к плоскости вращения оси с целью передачи управляющих воздействий от человека к машине в системе «человек–машина».

К маховикам и штурвалам предъявляются следующие конструктивные требования, которые должны учитывать при взаимосвязи человека с системой управления:

1. Обод маховика, захватываемый кистью руки, в поперечном сечении должен иметь круглую, овальную или близкую к ним форму. Поверхность обода должна быть тщательно обработана, без острых углов и заусенцев и при необходимости надежного удержания в местах соприкосновения с пальцами должна иметь соответствующую волнистую профилировку.

2. Форма и размер рукояток вращения маховиков должны обеспечивать максимальное удобство их захвата и надежного удержания в процессе управления. При этом предпочитают рукоятки удлиненных форм (цилиндрической, веретенообразной, грушевидной и др.) с плав-

ными округлыми обводами и тщательно обработанной гладкой или рифленой поверхностью.

3. Обод и рукоятка маховиков и штурвалов, используемых в условиях низкой температуры окружающей среды, должны изготавливаться из материалов или покрываться материалами, которые обладают низкой теплопроводностью.

4. Для обеспечения оптимального обзора объектов наблюдения и удобства движения ногами необходимо устанавливать только часть маховика, т. е. штурвал с двумя хордами-рукоятками с вращением $90\text{--}120^\circ$ (рис. 7.9, а).

5. Для одновременного выполнения нескольких управляющих действий (более чем в двух измерениях) допускается применять маховики и штурвалы в комбинации и едином конструкторском исполнении с другими типами органов управления (рычагом, кнопкой и др.). Каждый из них должен отвечать своим специфическим требованиям.

6. Маховики управления и штурвалы необходимо устанавливать на рабочем месте в пределах зоны досягаемости моторного поля оператора с учетом требований безопасности. При этом часто используемые маховики и штурвалы должны устанавливаться в зоне легкой досягаемости.

7. Ось вращения маховиков управления и штурвалов при вращении его двумя руками сидя следует располагать в плоскости симметрии сиденья с отклонениями не более 50 мм.

8. Маховик, вращаемый одной рукой, должен устанавливаться против (на стороне) соответственно действующей (правой или левой) руки.

9. Направление вращения маховиков и штурвалов может осуществляться по часовой и против часовой стрелки. При этом (за исключением маховиков управления клапанами) должно быть обеспечено соответствие направления движения управляемого объекта или соответствующего указателя индикатора СЧМ направлению вращения маховика и штурвала.

10. Поворот маховика управления клапанами по часовой стрелке должен приводить к закрытию клапана, уменьшению параметра, а против часовой стрелки – к его открытию, увеличению параметра.

11. Направления быстрых вращательных движений, осуществляемых одновременно одной левой и правой рукой на двух маховиках, должны быть взаимно противоположными.

12. Маховики (за исключением рулевых маховиков и штурвалов) должны иметь хорошо видимые надписи, обозначающие их назначение, а также указатели положения, направления перемещения и его следствия, помещаемые как непосредственно на маховиках, так и рядом с ними.

13. Кодирование маховиков, в том числе и маховиков специального назначения (аварийных, противопожарных и др.), а также маховиков, объединенных в функциональные группы, необходимо проводить выбором соответствующей формы, размера и цвета, а также расположением.

14. Конечное положение маховика и штурвала должны быть четко обозначены и при необходимости ограничены специальным стопором (упором).

15. Маховики, предназначенные для ступенчатых переключений, должны иметь надежную фиксацию и обозначение их промежуточного положения.

Исходя из конструкторских требований к маховикам управления и штурвалам, к ним должны предъявляться следующие эргономические требования:

- размеры маховиков управления и штурвалов с учетом эргономических требований должны соответствовать размерам, приведенным в табл. 7.7. В таблице для штурвалов приведены только оптимальные размеры, вместо диаметра – расстояние между рукояткой;

- усилие, необходимое для вращения маховиков и штурвалов, должно соответствовать силовым возможностям человека и значениям, приведенным в табл. 7.8 и 7.9;

- плоскость вращения маховика, не имеющего рукоятки, и штурвала должна находиться при вращении двумя руками:

- а) сидя – перпендикулярно продолженной плоскости симметрии сиденья и под углом от 40 до 90° к горизонтали;

- б) стоя – под углом от 0 до 90° к горизонтали с осью вращения в сагиттальной плоскости тела оператора (рис. 7.9, б);

- плоскость вращения маховика без рукоятки, вращаемого одной рукой как сидя, так и стоя, должна находиться под углом от 10 до 60° по отношению к предплечью соответственно действующей (правой или левой) руки (рис. 7.9, в);

- плоскость вращения маховика, снабженного рукояткой, должна находиться по отношению к предплечью соответственно действующей (правой или левой) руки под углом:

- а) от 10 до 90° – при вращении кистью с предплечьем;
 б) от 10 до 45° – при вращении всей рукой;
 – интервал между ободами и другими деталями соседних маховиков, расположенных в одной плоскости, должен быть не менее:
 – 50 мм – при вращении одной рукой последовательно или в случайном порядке;
 – 100 мм – при вращении двумя руками одновременно;
 – 130 мм – при работе в рукавицах или перчатках.

Таблица 7.7

Размеры маховиков управления

Способ вращения	Обод				Рукоятка			
	Диаметр наибольший		Поперечное сечение		Длина		Диаметр наибольший	
	Предельные значения	Оптимальные значения	Предельные значения	Оптимальные значения	Предельные значения	Оптимальные значения	Предельные значения	Оптимальные значения
Двумя руками за обод	140–1000	350–400	10–40	25–30	–	–	–	–
Одной рукой за обод	50–140	75–80	10–25	–	–	–	–	–
Кистью за рукоятку	150–400	250–300	–	–	75–150	100–120	15–35	25–30
Пальцем за рукоятку	50–200	75–100	–	–	30–75	40–50	10–20	15–18

Таблица 7.8

Усилия, необходимые для вращения маховиков и штурвалов

Способ вращения	Маховики с рукояткой	Маховики без рукоятки и штурвалы	
	Характер и частота использования		
	Быстрое вращение с точной установкой	Более пяти раз за смену	Менее пяти раз за смену
	Усилие, Н, не более		
Кистью с пальцами	10	–	–
Кистью с предплечьем	20	30	60
Всей рукой	40	40	150
Двумя руками	–	60	250

**Зависимость допустимых усилий вращения маховика
с рукояткой от скорости, радиуса и времени непрерывного
вращения при положении стоя**

Допустимое усилие вращения, Н (кгс)	Частота вращения, об/с								
	при радиусе вращения 50 мм			при радиусе вращения 100 мм			при радиусе вращения 150 мм		
	и при времени непрерывного вращения, с								
	5	20	300	5	20	300	5	20	300
5,0 (0,5)	4,5	3,0	1,5	4,4	3,3	1,5	3,7	2,8	1,2
10,0 (1,0)	3,9	2,9	1,3	4,0	3,0	1,3	3,3	2,5	1,1
20,0 (2,0)	3,8	2,8	1,3	3,7	2,8	1,2	3,1	2,3	1,0
40,0 (4,0)	3,1	2,3	1,0	3,3	2,5	1,1	2,8	2,1	0,9
60,0 (6,0)	2,7	2,1	0,9	3,0	2,3	1,0	2,5	1,9	0,8
80,0 (8,0)	2,6	2,0	0,9	2,4	1,8	0,8	2,2	1,6	0,7

Примечания: 1. Способ управления: для радиуса 50 мм – преимущественно кистью; для радиуса 100 мм – преимущественно кистью с предплечьем; для радиуса 150 мм – всей рукой (кисть, плечо и плечевой пояс).

2. Центр вращения маховика в оптимальной зоне. Оптимальная зона – по ГОСТ 12.2.033–78.

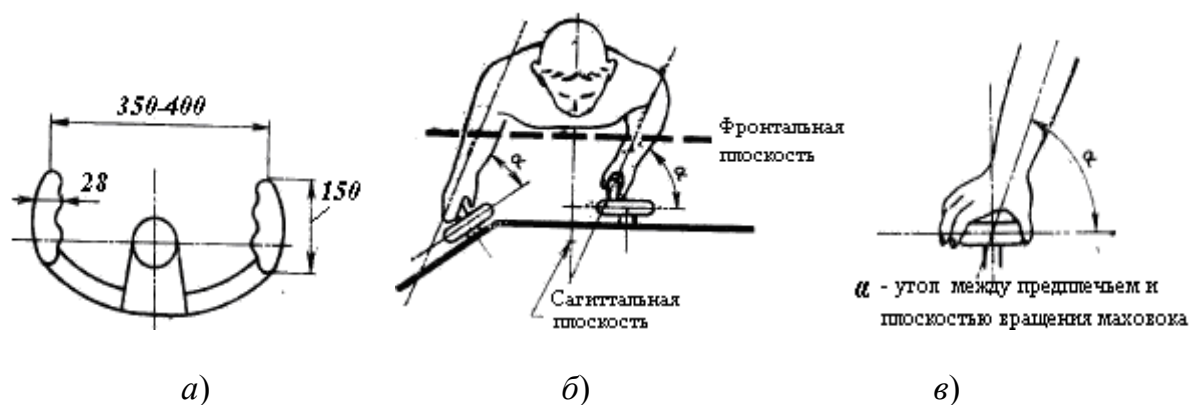


Рис. 7.9. Расположение маховиков управления относительно работающего стоя (*а*), с осью вращения в сагиттальной плоскости (*б*) и плоскостью вращения без рукоятки (*в*)

В технологических системах для различных систем управления часто используются кнопки включения и переключения. К ним относятся выключатели и переключатели типа «тумблер», а также клавишные и кнопочные выключатели и переключатели.

Рассмотрим переключатель типа «тумблер». Выключатель (переключатель) типа «тумблер» – выключатель (переключатель – далее выключатель), приводимый в действие переводением приводного элемента из одного фиксированного положения в другое пальцами руки человека-оператора. Приводной элемент – это часть выключателя, посредством которого происходит приведение в действие его подвижной системы пальцами руки. Рабочей поверхностью приводного элемента является участок поверхности приводного элемента, непосредственно соприкасающейся с пальцами руки человека-оператора в момент приведения в действие подвижной системы выключателя (рис. 7.10).

Выключатели применяются для осуществления операций быстрого включения-выключения и переключения электрических цепей при необходимости зрительного контроля положения переключателей.

Выключатели должны соответствовать следующим эргономическим требованиям:

1. Форма и размеры приводного элемента выключателей должны соответствовать антропометрическим данным пальцев человека и обеспечивать максимальное удобство захвата приводного элемента в процессе управления с учетом спецснаряжения. Форма приводного элемента должна быть цилиндрической, конусообразной или в виде параллелепипеда. Цилиндрические части на конце приводного элемента допускается выполнять в виде шарика или лопатки. Приводной элемент, имеющий конусообразную форму, основанием конуса должен быть обращен в сторону оператора.

2. В выключателях при переводе приводного элемента из одной позиции в другую должен ощущаться перепад величиной упругого сопротивления и быть слышен характерный щелчок.

3. Положение приводного элемента выключателей «вверх», «вправо», «от себя» должно соответствовать рабочему состоянию «включено», в положении приводного элемента «влево», «вниз», «к себе» – состоянию «выключено».

4. Тумблеры, используемые как аварийные, следует защищать специальными крышками или размещать в углублении панели.

5. Размеры приводного элемента в зависимости от значения прилагаемых усилий должны соответствовать размерам, указанным в табл. 7.10 и на рис. 7.10 и 7.11.

6. В двухпозиционном переключателе угол перемещения приводного элемента (по средней линии) из одного положения в другое должен составлять 40–60°, в трехпозиционном – 30–50°.

7. На рабочих поверхностях приводных элементов (рис. 7.10.) не должно быть острых кромок и граней. При необходимости допускается на поверхности приводного элемента наличие плоских граней с радиусом перехода для тумблеров легкого типа – не менее 0,2 мм, для тумблеров тяжелого типа – не менее 0,5 мм. Не допускается наносить насечки.

8. При размещении тумблеров на панели управления в ряд расстояние l между осевыми линиями приводных элементов должно быть не менее 19 мм, при работе в перчатках (рис. 7.11), при размещении ряда тумблеров в глубь панели, расстояние l должно быть не менее 25 мм, а при работе в перчатках – не менее 35 мм. Если приводные элементы перекидываются в противоположных направлениях, их концы должны быть удалены друг от друга на расстояние l_1 , не менее 19 мм (рис. 7.11). Расстояние между осевыми линиями тумблеров и другими элементами управления лицевой панели должно быть не менее 25 мм.

Таблица 7.10

Значения прилагаемых усилий и размеров приводных элементов тумблеров

Сопротивление перемещению приводного элемента	Длина приводного элемента L , мм	Минимальный диаметр d , мм	Усилие, необходимое для перемещения приводного элемента	Примечание
До 2,0 2,0–3,0 3,0–5,0 5,0–7,0	10 10–15 15–20 20–25	3–8	2,0 3,0–2,0 3,3–2,5 3,5–2,8	Тумблеры широкого применения (частота переключения не более 20 раз в мин)
7,0–10,0 10,0–15,5 15,0–20,0 20,0–25,0	25–30 30–35 35–40 40–50	8–15	4,0–3,3 5,0–4,2 5,7–5,0 6,2–5,0	Тумблеры специального применения (частота переключения не более 1 раза в мин)

Примечание. При сопротивлении переключению, превышающем 2,5 Н, следует применять выключатели типа «рычаг».

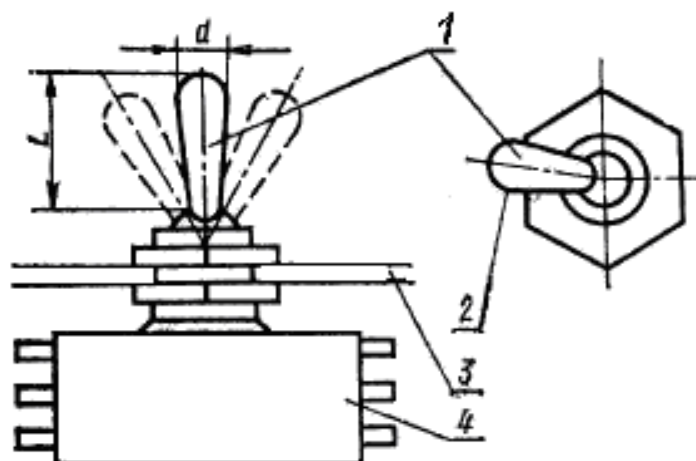


Рис. 7.10. Тумблер:
 1 – приводной элемент; 2 – рабочая поверхность;
 3 – панель; 4 – тумблер

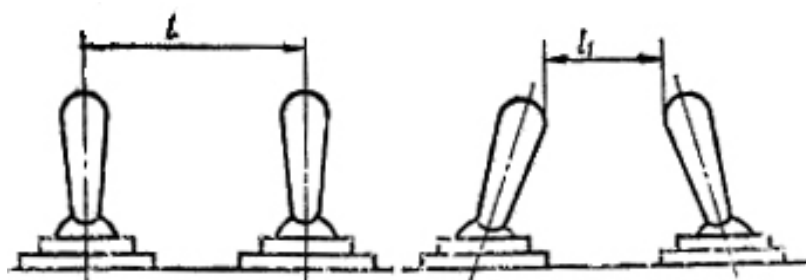


Рис. 7.11. Приводной элемент

Далее рассмотрим другой вид поворотных выключателей и переключателей. Они применяются для операций включения-выключения, последовательного переключения для плавного непрерывного или ступенчатого (дискретного) регулирования.

По характеру взаимодействия руки человека-оператора с приводными элементами поворотных выключателей и переключателей (далее поворотные переключатели) приводные элементы подразделяются на четыре основных типа (рис. 7.12):

- I тип – приводной элемент, захват которого производится большим и фалангой указательного пальцами руки человека-оператора;
- II тип – приводной элемент, захват которого производится пятью пальцами (кистью) руки оператора;
- III и IV тип – приводной элемент, захват которого производится большим, указательным и средним пальцами руки человека-оператора.

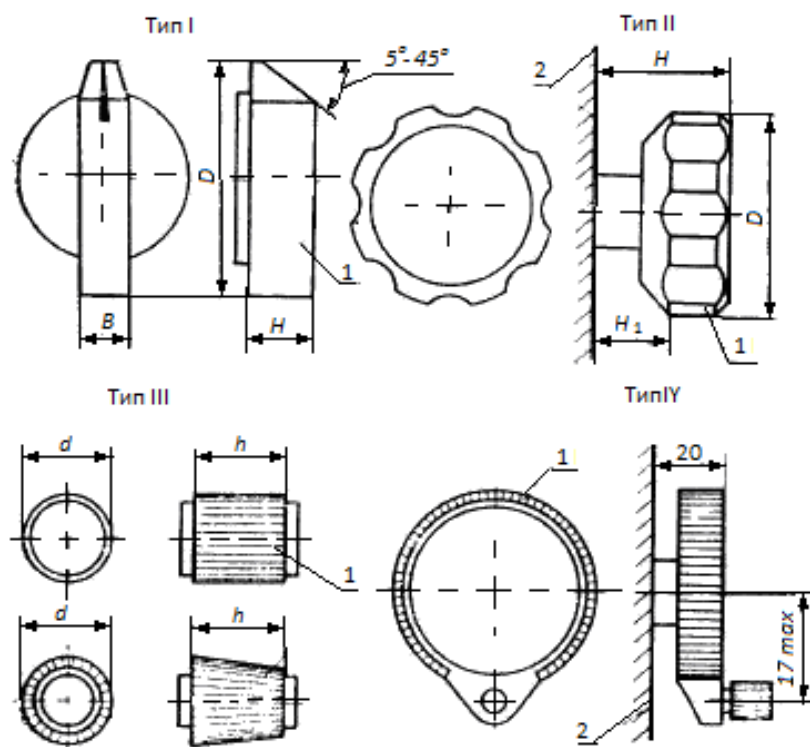


Рис. 7.12. Приводные элементы для поворотных выключателей и переключателей

Поворотные выключатели и переключатели должны отвечать следующим требованиям:

- поворот переключателя по часовой стрелке должен приводить к включению, увеличению параметра, а против часовой стрелки – к его выключению, уменьшению параметра. При этом должен соблюдаться принцип соответствия движения указателя индикаторного устройства движению органа управления;

- при высоте приводных элементов I, II и III типов меньше 12 мм необходимо в нижней их части устанавливать шайбу (диск) для предотвращения трения пальцев человека-оператора о панель прибора, пульта;

- рабочая поверхность приводных элементов II, III и IV типов должна иметь удобные для захвата пальцами человека-оператора выемки, насечку или рифление, обеспечивающие соблюдение гигиенических требований;

- на рабочей поверхности приводных элементов I типа не должно быть выступов крепления на оси выключателей и переключателей. Приводные элементы в местах захвата пальцами оператора не должны иметь острых ребер;

– начальное положение однотипных приводных элементов поворотных переключателей должны быть одинаково ориентированными на панели, максимальное число положений – 24;

– приводные элементы для повторных переключателей ступенчатого переключения и включения-выключения (типа I и II) должны иметь указатель (стрелку, точку, метку и др.), а также надежную фиксацию положения, дающие возможность быстро и однозначно определить позицию переключения.

На панелях, где устанавливаются переключатели с приводными элементами I и II типа, необходимо выполнять метки деления шкалы, соответствующие фиксированным положениям переключателя: указатель на приводном элементе должен располагаться возможно ближе к неподвижной шкале.

Размеры приводного элемента поворотных переключателей выбираются в зависимости от величины прилагаемых усилий и должны соответствовать величинам, указанным в табл. П.3.4.

Кнопочные и клавишные выключатели и переключатели (далее клавишные переключатели) применяют для осуществления операций быстрого включения и выключения, для выбора нужного параметра, набора и ввода команд управления.

Кнопочные переключатели – это переключатели, которые срабатывают от осевого перемещения привода в виде кнопки за счет воздействия на него усилия нажатия человека-оператора.

Клавишные переключатели – переключатели, которые срабатывают от вращательного движения привода в виде клавиши вокруг смещенной оси за счет воздействия на него усилия нажатия человека-оператора. Кнопочные и клавишные переключатели включают в себя следующие элементы:

– приводной элемент переключателя – часть выключателя, посредством которой производится приведение в действие их подвижной системы пальцами или кистью руки человека-оператора;

– рабочая поверхность приводного элемента – участок поверхности приводного элемента (одна из его поверхностей), непосредственно соприкасающийся с пальцем или кистью человека-оператора в момент приведения в действие подвижной системы переключателя;

– базовый модуль – основной исходный размер (модуль) какой-либо части приводного элемента. Все остальные значимые размеры кратны этому модулю;

– клавиша – приводной элемент клавишных переключателей, который характеризуется размерами, соизмеримыми с пальцами руки (или больше) человека-оператора, и, как правило, имеет прямоугольную форму;

– кнопка – приводной элемент кнопочных переключателей, имеющих размеры, соизмеримые с пальцами руки человека-оператора, и, как правило, имеет прямоугольную или круглую в сечении форму.

Одно из важных свойств переключателей заключается в обратной связи, т. е. в момент приведения в действие его подвижная система оказывает упругое сопротивление пальцу или кисти руки человека-оператора, а после завершения действия сигнализирует об этом: механически – резкое падение упругого сопротивления, акустически – «щелчок», или визуально-световой сигнал.

К приводным элементам переключателей предъявляются следующие эргономические требования:

– приводной элемент кнопочных переключателей в сечении горизонтальной плоскости должен иметь круглую или прямоугольную форму со стороны рабочей поверхности (рис. 7.13, *a–z*);

– приводной элемент клавишных выключателей и переключателей должен быть прямоугольной формы (рис. 7.13, *d, e*);

– для надежного фиксирования пальца рабочая поверхность кнопок и клавиш должна иметь небольшую вогнутость (рис. 7.13, *ж*). У кнопок прямоугольной формы и кнопок малого диаметра (3–5 мм) рабочую поверхность допускается выполнять плоской, без вогнутости. При необходимости на рабочей поверхности допускается выполнять сферу или небольшой бортик, выступающий над рабочей поверхностью кнопок и клавиш;

– размеры приводных элементов кнопочных и клавишных переключателей в зависимости от значений прилагаемых усилий приведены в табл. 7.11, рис. 7.14 и 7.15;

– кнопочные и клавишные переключатели должны иметь в момент нажатия на приводной элемент обратную связь;

– кнопочные и клавишные переключатели «включено» и «выключено» должны:

а) для фиксирующих переключателей иметь высоту выступающей над панелью кнопки или клавиши 5–10 мм для положения «выключено» и 1–3 мм для положения «включено»;

б) для нефиксирующихся переключателей в необходимых случаях положение «включено» должно обозначаться световым сигналом или специальными несветящимися индикаторами;

– при применении кнопочных и клавишных переключателей на панели управления расстояние между ближайшими точками приводных элементов и другими органами управления должны быть не менее 15 мм, а при работе в перчатках – не менее 25 мм;

– если при проектировании кнопочно-клавишных полей возникает необходимость в кнопках-клавишах различного размера, следует применять модульный принцип выбора их размеров и расстояний между ними. Все значимые размеры должны быть кратными базовому модулю. Следует также применять функционально-цветовое кодирование (табл. П.4.1);

– кнопки, расположенные в ряд, а также многокнопочные переключатели следует располагать горизонтально; в случаях, обусловленных особыми (конструктивными) условиями применения, допускается располагать их вертикально.

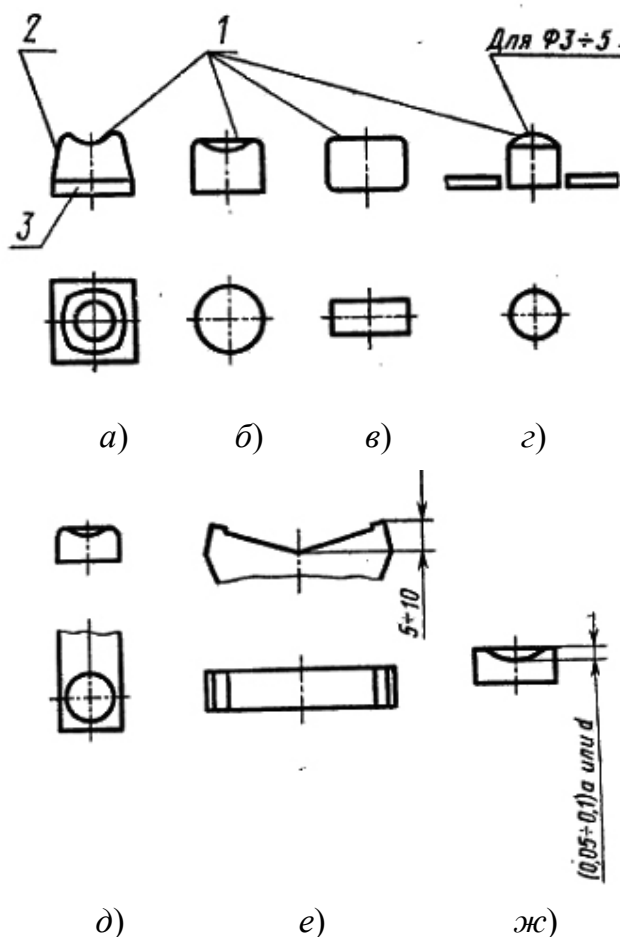


Рис. 7.13. Приводные элементы кнопочных и клавишных переключателей:
 1 – рабочая поверхность; 2 – поверхность перехода;
 3 – основание

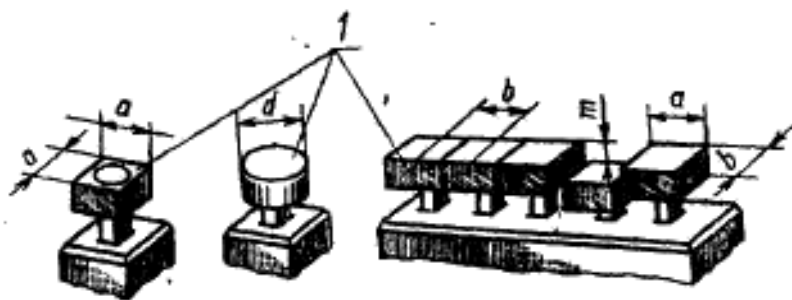


Рис. 7.14. Кнопочные переключатели:
1 – приводной элемент (кнопка)

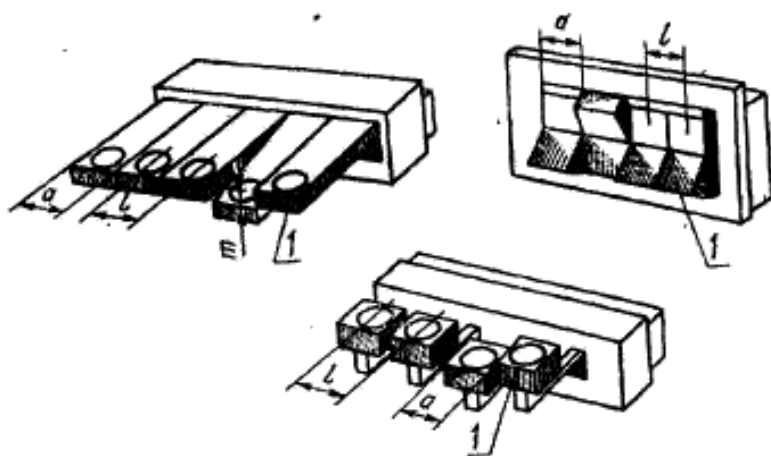


Рис. 7.15. Клавишные переключатели

Таблица 7.11

Размеры приводных элементов (кнопочных и клавишных)

Приводной элемент	Усилие нажатия, Н	Минимальные размеры приводного элемента		Минимальные расстояния между приводными элементами l , мм	Рабочий ход приводного элемента t , мм	Примечание
		$a \times b$	d			
Кнопка под указательный палец	до 1	10×5	3–5	10	до 2	Частота нажатия не более 2 раз в мин
	1–1	12×7	10	15	2–3	Частота нажатия не более 10 раз в мин
	2–4	18×8	12	15–18	3–5	
	4–8	20×12	15	18–20	4–6	

Приводной элемент	Усилие нажатия, Н	Минимальные размеры приводного элемента		Минимальные расстояния между приводными элементами l , мм	Рабочий ход приводного элемента m , мм	Примечание
		$a \times b$	d			
Кнопка под большой палец	8–20	–	30	30	3–8	Частота нажатия не более 5 раз в мин
	20–35	–	30	30	5–8	
Кнопка под ладонь	10–50	–	50	150	5–10	Частота нажатия не более 3 раз в мин
Клавиша	до 2,5	10	–	18–25	3–5	Частота нажатия не более 10 раз в мин
	2,5–4,0	15	–		4–6	
	4–6	18	–	18–25	4–6	Частота нажатия не более 1 раза в мин
	6–16	18–20	–		5–10	

Общие требования, предъявляемые к системе управления

Эксплуатационные качества установки (станка) и, как естественное следствие, производительность и надежность зависят в очень значительной степени от того, насколько удачно сконструирована система управления ими.

Требования, которые предъявляются к системе управления, должны обеспечить не только высокие эксплуатационные качества станка или установки, но и, что важнее, полную безопасность и минимальное утомление рабочего.

Если эти требования в значительной степени выполнены в самолетах и автомобилях, то в других видах техники эта сторона до совсем недалекого прошлого как-то выходила из поля зрения создателей современных машин.

Манипулирование органами управления составляет от 10 до 25 % рабочего времени. Рабочий в смену поклонился машине от 460 до 2300 раз.

Если взять за основу при конструировании органов управления некий идеальный пост управления, в котором обеспечивается макси-

мум производительности труда при минимальных затратах человеческой энергии, и принять его за 100 %, то зависимость уровня работоспособности оператора от отдельных особенностей органов управления будет распределяться следующим образом:

- от частоты пользования ручными и ножными органами управления ~ 30 %;
- от количества рычагов и педалей ~ 15 %;
- от усилий, затрачиваемых на ручных органах управления ~ 20 %;
- от усилий, затрачиваемых от ножных органов управления ~ 10 %;
- от приспособленности по форме, соответствия движения органов управления движениям управления ~ 5 %.

Располагать органы управления следует так, чтобы сократить и количество движений, усилие, прилагаемое к ним, а также повысить скорость работы оператора, но все это ни в коей мере не должно нарушать точности и надежности работы оператора во время управления.

Взаиморасположение, величина, форма, усилие, цвет органов управления – все это должно сводить возможность возникновения ошибок в процессе управления к минимуму. Чем больше различаются места расположения органов управления и сами они, тем скорее привыкает к ним оператор, тем быстрее вырабатываются у него условные рефлексы.

Цвет рукояток подобно их форме должен облегчать поиск нужных органов управления, причем выбирать следует такие цвета, которые хорошо распознаются при всех ожидаемых в эксплуатации условиях освещенности.

При работе с органами управления многие движения направляются осязанием. Но чтобы в работе оператор мог их различать безошибочно, необходимо группировать рукоятки по 2–3 одинаковой формы.

7.5. Анализ управляющих действий оператора технологических систем

Анализ управляющих движений рабочего (оператора, станочника) при обработке деталей на станке включает:

- движение рук в вертикальной и горизонтальной плоскости (по высоте, в стороны и в глубину от плоскости симметрии работающего оператора) (рис. 7.16);

- наклоны вперед и повороты в стороны вправо и влево (в градусах);
- шаг вправо и влево от плоскости симметрии рабочего (шаг равен 0,5 м);
- усилие, затрачиваемое рабочим при переключении органов управления станками.

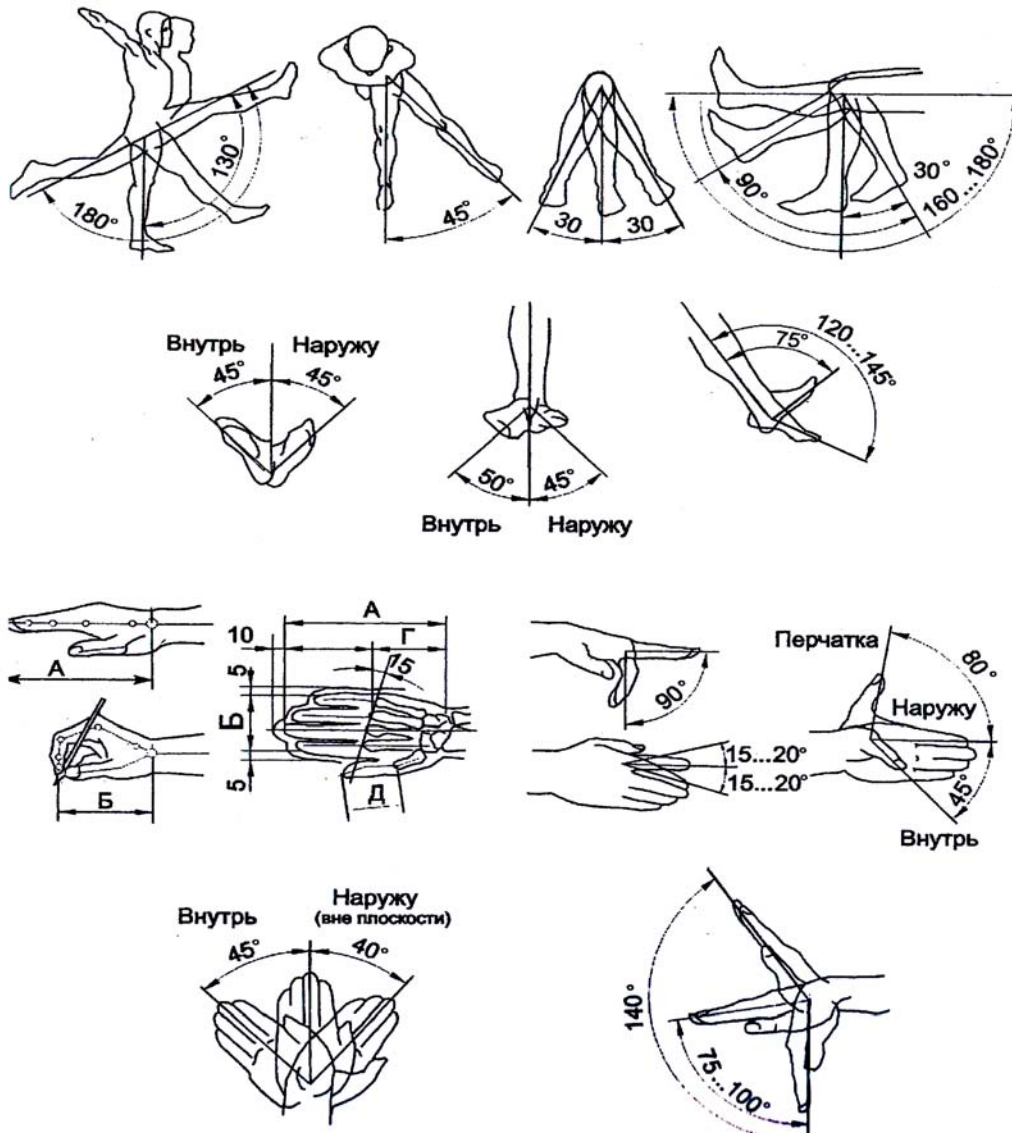


Рис. 7.16. Движение рук и ног оператора

При анализе управляющих действий станочника выбирается наиболее характерная для обработки на данном станке деталь. Вычерчивается операционный эскиз детали в масштабе с указанием обрабатываемых поверхностей и их размеров. Составляется описание операции, включающей полный перечень всех основных и вспомога-

тельных переходов и приемов работающего в точном соответствии и последовательности выполнения, необходимой при обработке заданной детали. Затем деталь обрабатывается и заполняется сводная таблица управляющих действий станочника, где указываются операции, движения оператора и органы управления.

Завершается анализ управляющих действий станочника построением графиков движений рук рабочего по высоте и его наклонов при обработке на данном станке данной детали, которые анализируются, а затем делаются предложения по частичному изменению, переконфигурации или модернизации системы управления без изменения кинематики станка.

Типовые предложения по результатам анализа управляющих движений станочника:

1. Поднять станок (увеличить по высоте фундамент).
2. Удлинить низко, высоко или неудобно расположенную рукоять.
3. Заменить ряд органов управления более удобными по конструкции.
4. Заменить индикаторы или внести в них конструктивные улучшения (поставить увеличительное стекло над нониусом, ввести индивидуальную подсветку шкалы и т. п.).
5. Перенести в более удобную зону для наблюдения и использования некоторые индикаторы или органы управления.
6. Снять для консервации неиспользуемые в ряде случаев узлы с элементами управления.

Сформированные предложения оцениваются с точки зрения улучшения условий труда.

Особого внимания заслуживают предложения, направленные на механизацию и автоматизацию операций питания и зажима-разжима детали, так как они дают очень высокий экономический эффект, связанный с сокращением времени цикла обработки и выполнения станочником физической работы.

7.6. Определение основных рабочих и функциональных зон оператора (станочника)

Под рабочими зонами понимается пространство, ограниченное круговыми движениями рук (две совмещенные окружности) в плечевом и локтевом суставах. В пространстве рабочие зоны представляют собой две полусферы, совмещенные друг с другом (рис. 7.17).

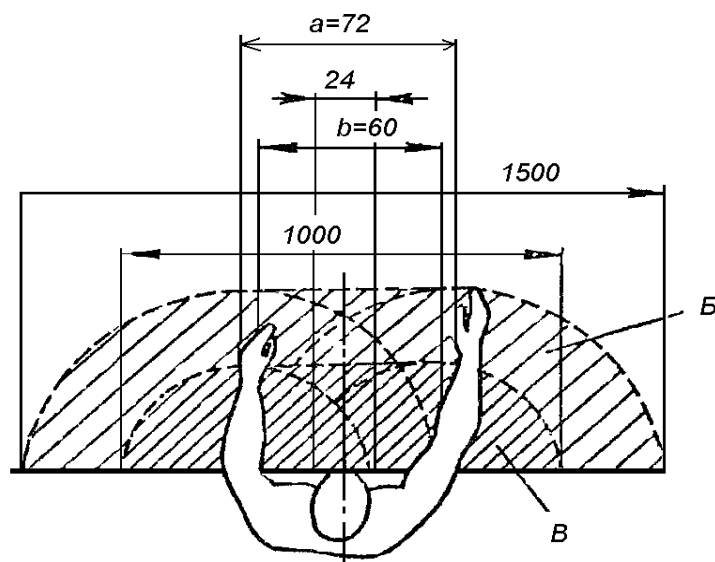
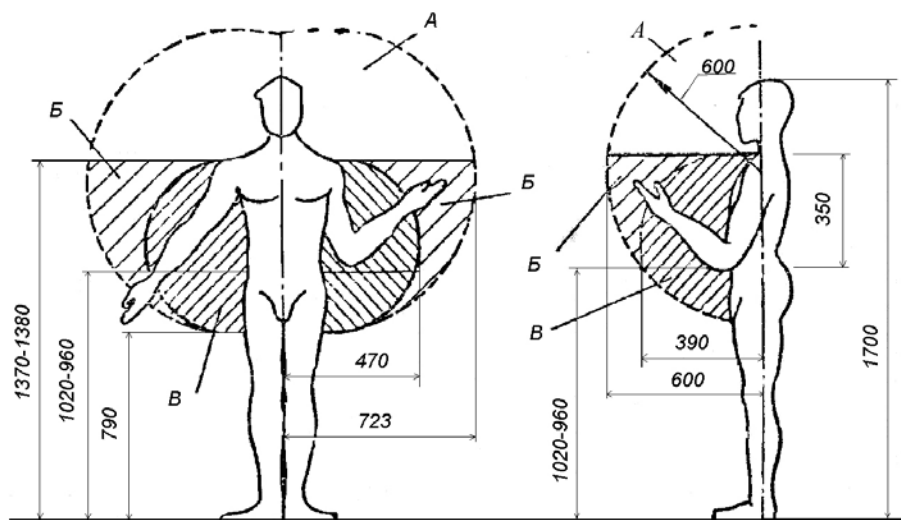


Рис. 7.17. Рабочие зоны:

A – рабочее пространство; *B* – зона удобного обслуживания;
B – оптимальное рабочее пространство

Различают максимальную, оптимальную и функциональную рабочие зоны.

Максимальная рабочая зона определяется длиной вытянутой руки оператора при фиксировании (не отключаемом) положении корпуса. Эта зона неэкономична, так как в работу включается дополнительная группа мышц руки и плечевого пояса. В этой зоне желательно выполнять вспомогательные движения, производимые нечасто.

Оптимальная рабочая зона определяется движением руки чуть согнутой в локте. Для этой зоны характерно выполнение основных движений и проведение точных манипуляций.

Функциональная рабочая зона расположена на высоте от плеча до локтя. В этой зоне можно развить максимальные усилия и самые сложные и быстрые движения.

В общем случае при конструировании рабочего места должны быть обеспечены:

- оптимальное пространство рабочего места, позволяющее выполнять рабочие движения и перемещения, а также необходимые проходы;

- размеры оборудования, органов управления, приспособлений и других элементов и их размещение в соответствии с антропометрическими требованиями и биомеханическими данными человека;

- оптимальные зрительные, слуховые, физические и другие связи между рабочим и оборудованием;

- оптимальные приемы и методы выполнения рабочих операций, правильный режим труда и отдыха;

- средства защиты и безопасности работы;

- оптимальный микроклимат рабочей среды.

Основными характеристиками рабочего пространства являются зоны досягаемости. Для операторов систем управления зоны досягаемости в горизонтальной плоскости показаны на рис. 7.18. В зонах *D* и *E* движения наиболее быстрые, точные и наименее утомляющие. Сектор досягаемости для каждой руки имеет угол 180° .

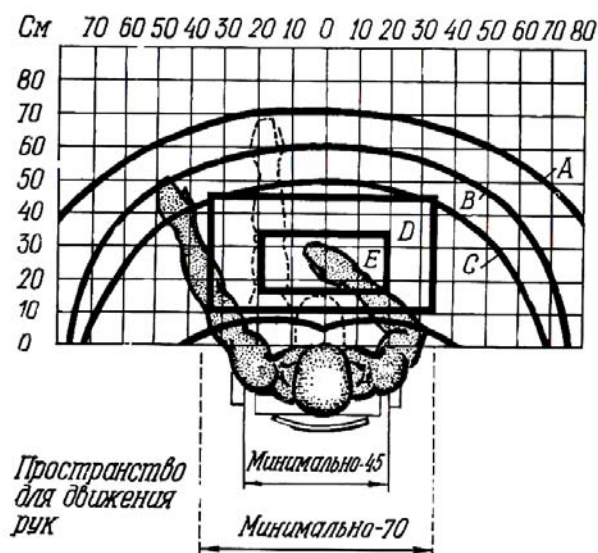


Рис. 7.18. Зоны досягаемости в горизонтальной плоскости:
A – зона максимальной досягаемости; *B* – зона досягаемости пальцев при вытянутом плече; *C* – зона удобной досягаемости ладони; *D* – оптимальное пространство для грубой ручной работы; *E* – оптимальное пространство для тонкой ручной работы

Пространство для ног под рабочей поверхностью должно иметь высоту, ширину и глубину не менее, соответственно, 600, 500 и 400 мм. Основные размеры рабочего места сидячего оператора показаны на рис. 7.19.

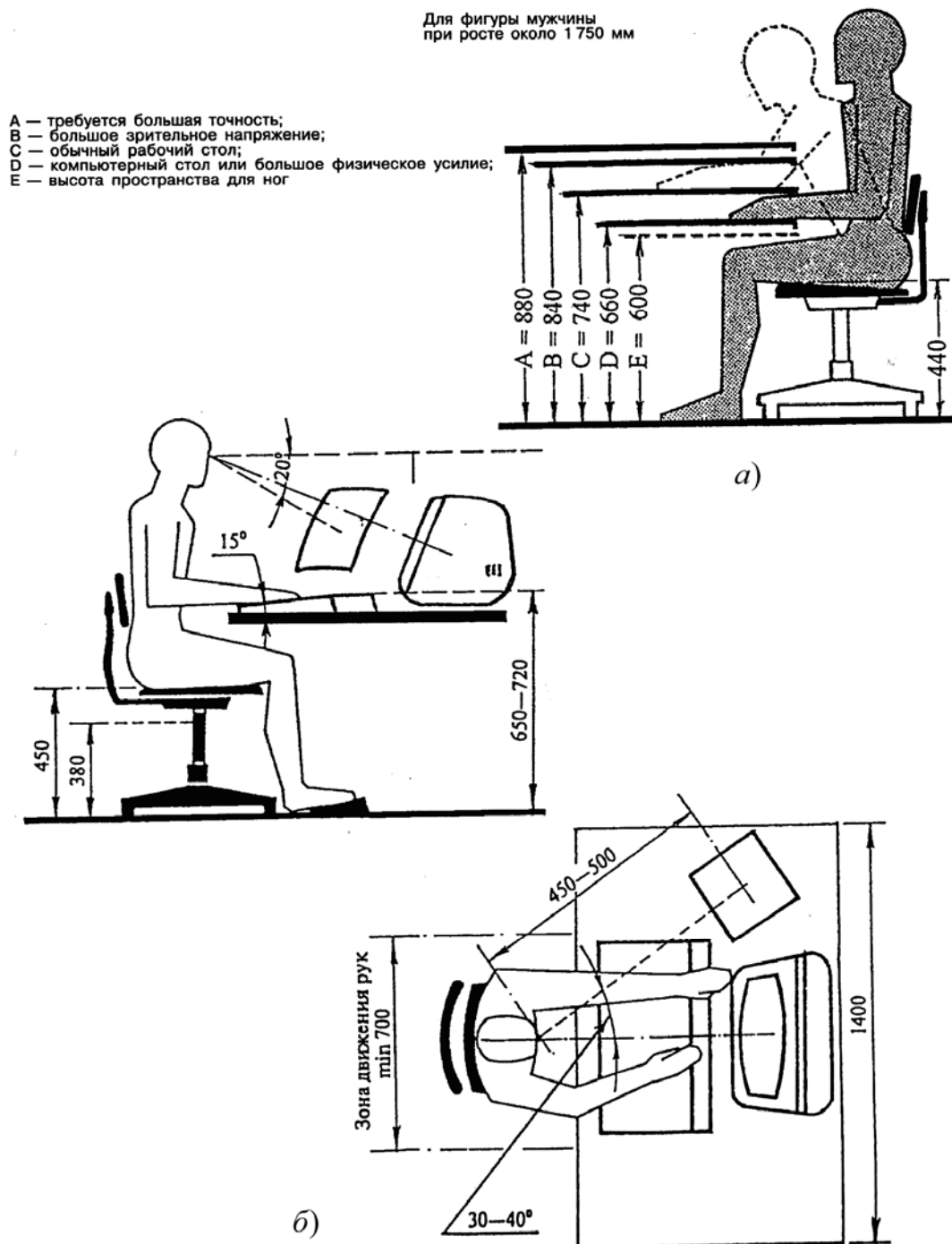


Рис. 7.19. Пример рабочего места при работе сидя:
 а — в зависимости от рода деятельности;
 б — решение рабочего места

После определения границ рабочих зон и их относительного размещения разрабатывается рациональная компоновка отдельных элементов в пределах зон. При выборе и компоновке органов управления рекомендуется соблюдать следующие требования:

- количество их принимать минимальным и располагать в соответствии с последовательностью использования в работе (слева направо, сверху вниз);
- группировать и располагать органы управления с учетом функциональной значимости (наиболее важные и часто применяемые – в зонах наибольшей доступности);
- направление движения каждого органа должно соответствовать производимому эффекту;
- окрашивать органы управления в серый или черный цвет, за исключением случаев, когда требуется цветовое кодирование;
- форма должна быть удобной в работе, без острых углов;
- конструкция и расположение органов управления должна предотвращать их случайные сдвиги и срабатывания.

При организации рабочего места важно обеспечить условия нормального зрительного восприятия в пределах рабочей зоны с учетом чувствительности глаз и возможности человека. Оптимальные и допустимые углы обзора в горизонтальной и вертикальной плоскостях показаны на рис. 7.20.

Чувствительность глаза резко уменьшается от центра к периферии, поэтому наиболее важные элементы необходимо располагать в оптимальной зоне видимости (в пределах 15° от нормальной линии взора).

Для определения рабочих и функциональных зон станочника необходимо определить требования к его рабочему месту.

Требования к рабочему месту оператора (станочника) следующие (ГОСТ 12233):

1. Рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологической обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категории работ регламентируются ГОСТ 12.1.005–76.

2. Конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т. д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

3. Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) требованиями безопасности труда.

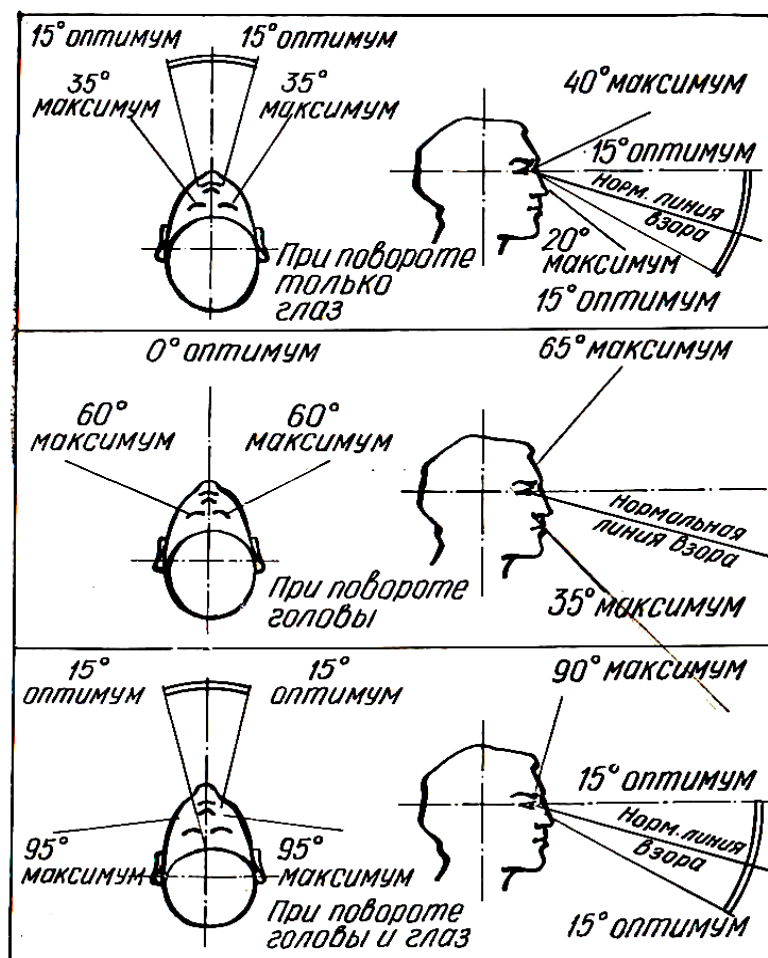


Рис. 7.20. Зоны видимости в вертикальной и горизонтальной плоскостях

Учитывая требования к рабочему месту и используя основные антропометрические данные человека, можно определить размерные характеристики рабочего места (рис. 7.21–7.23) и построить соматографическое изображение его фигуры в трех проекциях и определить рабочие зоны.

Размерные характеристики рабочего места должны отвечать следующим требованиям:

1. Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приводятся на рис. 7.21 и 7.22.

2. Выполнение трудовых операций «часто» и очень часто» должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля (рис. 7.23 и 7.24). Частоту выполнения операций принимают следующей: очень часто – две и более операции в 1 мин; часто – менее двух операций в 1 мин, но более двух операций в 1 ч; редко – не более двух операций в 2 ч.

3. При проектировании оборудования и организации рабочего места следует учитывать антропометрические показатели женщин (если работают только женщины) и мужчин (если работают только мужчины); если оборудование обслуживают мужчины и женщины – общие средние показатели мужчин и женщин.

4. Организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15° .

5. Конструкцией производственного оборудования и организацией рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

– высоты рабочей поверхности. Регулируемые параметры в зависимости от тяжести труда и роста работающего следует выбирать по номограмме, приведенной на рис. 7.25;

– подставки для ног при нерегулируемой высоте рабочей поверхности. В этом случае высоту рабочей поверхности устанавливают по номограмме, приведенной на рис. 7.25 для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста достигается за счет увеличения высоты подставки для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста данного работающего.

6. В тех случаях когда невозможно осуществить регулирование высоты рабочей поверхности и подставки для ног, допускается изготавливать оборудование с нерегулируемой высотой рабочей поверхности и подставки для ног. В этом случае числовые значения высоты рабочей поверхности определяют по табл. 7.12.

7. Для обеспечения удобного, возможно близкого подхода к столу, станку или машине должно быть предусмотрено пространство для стоп размером не менее 150 мм по глубине, 150 мм по высоте и 530 мм по ширине.

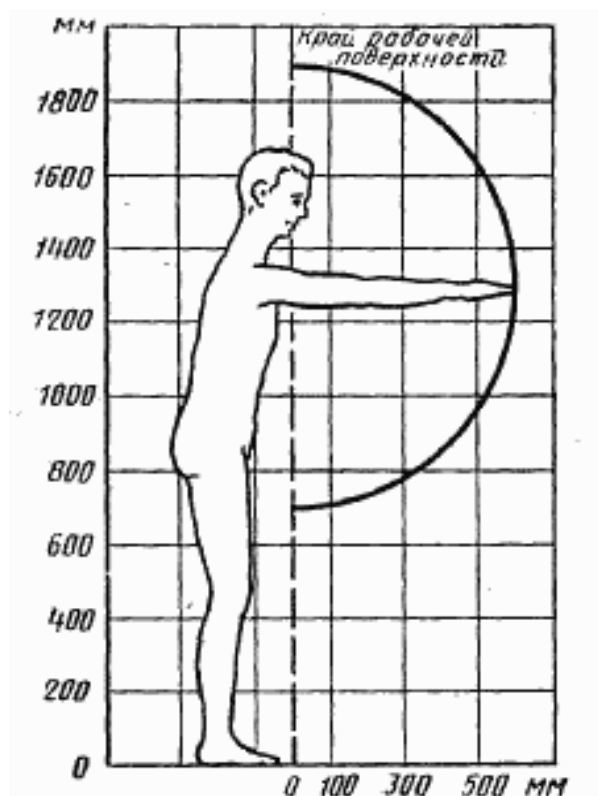


Рис. 7.21. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

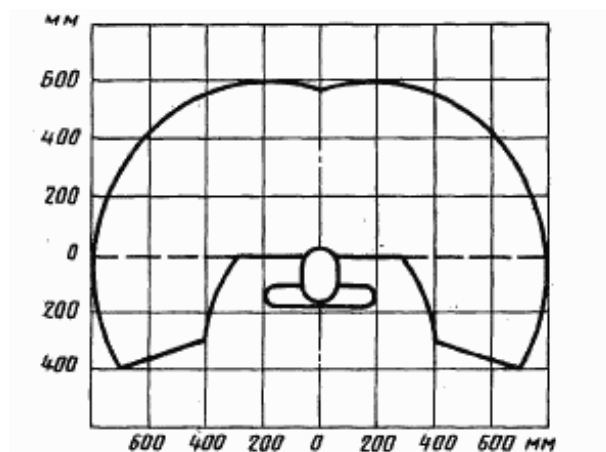


Рис. 7.22. Зоны досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости

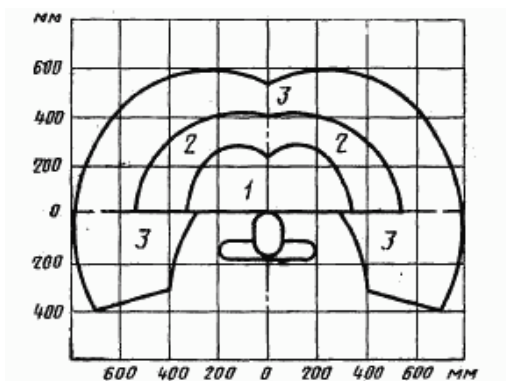


Рис. 7.23. Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в горизонтальной плоскости:

- 1 – зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная зона моторного поля);
 2 – зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля); 3 – зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля)

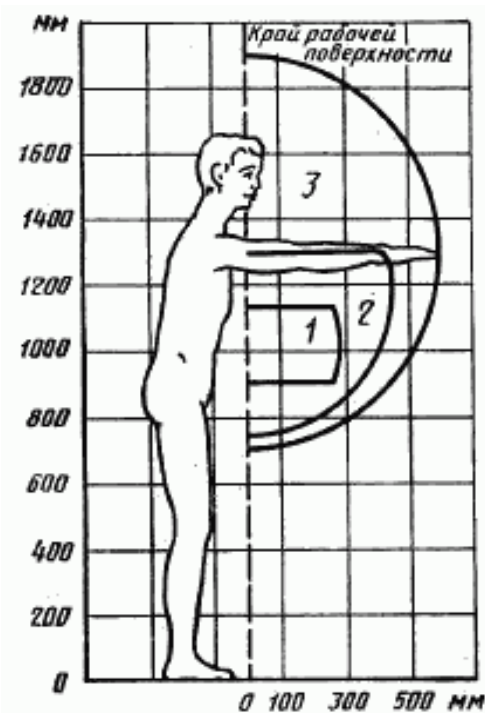


Рис. 7.24. Зона для выполнения ручных операций и размещения органов управления в вертикальной плоскости:

- 1 – зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная зона моторного поля); 2 – зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля);
 3 – зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля)

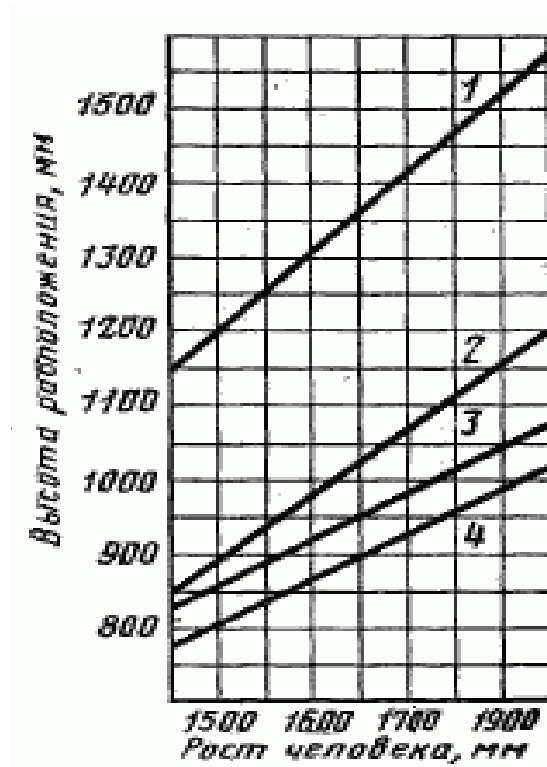


Рис. 7.25. Номограмма зависимости от роста человека:
 1 – высоты расположения средств отображения информации;
 2 – высоты рабочей поверхности при легкой работе;
 3 – при работе средней тяжести, 4 – при тяжелой работе

Таблица 7.12

Числовые значения высоты рабочей поверхности

Категория работ	Высота рабочей поверхности, мм, при организации рабочего места		
	женщин	мужчин	женщин и мужчин
Легкая	990	1060	1025
Средняя	930	980	955
Тяжелая	870	920	895

При проектировании технологических систем и организации рабочей зоны необходимо учитывать требования, предъявляемые к размещению органов управления. При размещении органов управления при проектировании технологических систем необходимо учитывать следующее:

1. При работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук.

2. При размещении органов управления необходимо руководствоваться данными табл. 7.12. и рис. 7.23–7.25. Органы управления на рабочей поверхности в горизонтальной и вертикальной плоскостях необходимо размещать с учетом следующих требований:

– очень часто используемые и наиболее важные органы управления должны быть расположены в зоне 1 (рис. 7.23 и 7.24);

– часто используемые и менее важные органы управления не допускается располагать за пределами зоны 2, а при тяжелой работе – выше 1000 мм от площадки, на которой стоит рабочий;

– редко используемые органы управления не допускается располагать за пределами зоны 3.

3. Органы управления, используемые до пяти раз в смену, допускается располагать за пределами зоны досягаемости моторного поля.

4. Аварийные органы управления следует располагать в пределах зоны досягаемости моторного поля, при этом следует предусмотреть специальные средства опознания и предотвращения их непроизвольного и самопроизвольного включения.

При проектировании ряда технологических систем необходимо учитывать размещение средств, отображающих информацию. При этом необходимо выполнять следующие требования:

– средняя высота расположения средств отображения информации должна соответствовать значениям в зависимости от работающих на оборудовании (мужчин или женщин), приведенным в табл. 7.13;

– очень часто используемые средства изображения информации, требующие точного и быстрого считывания, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости (рис. 7.26);

– часто используемые средства отображения информации, требующие менее точного и быстрого считывания показаний, допускается располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 30^\circ$ от сагиттальной плоскости. Для стрелочных индикаторов допустимый угол отклонения от нормальной линии взгляда – не более $\pm 25^\circ$;

– редко используемые средства отображения информации допускается располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 60^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 60^\circ$ от сагиттальной плоскости (при движении глаз и повороте головы).

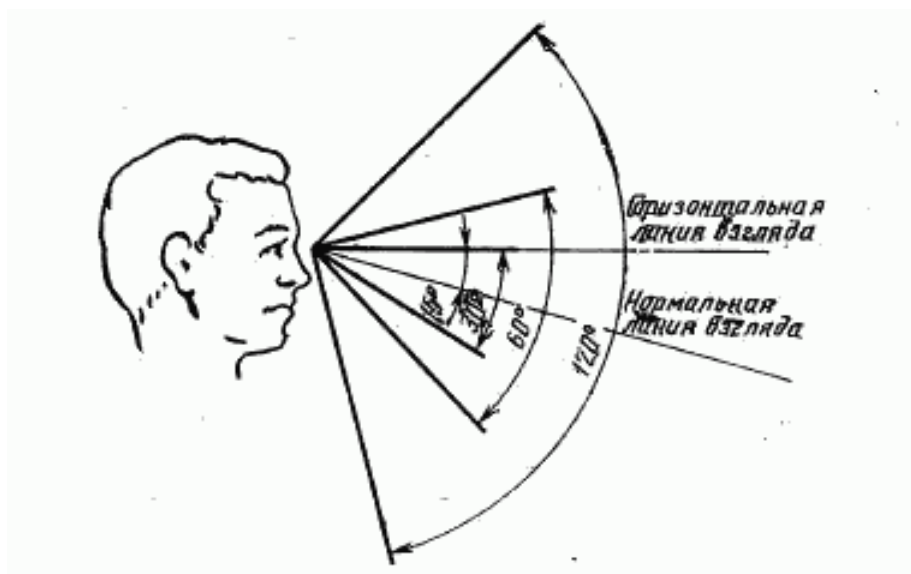


Рис. 7.26. Зоны зрительного наблюдения в вертикальной плоскости

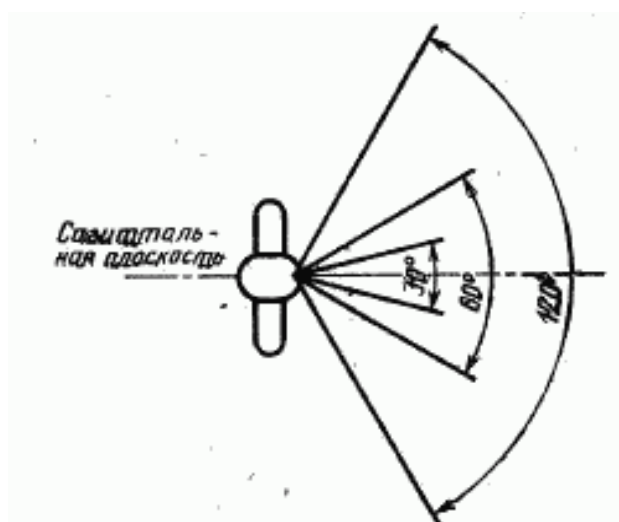


Рис. 7.27. Зоны зрительного наблюдения в горизонтальной плоскости

Таблица 7.13

Средняя высота расположения средств отображения информации

Пол работающего	Размеры, мм
Женщины	1320
Мужчины	1410
Женщины и мужчины	1365

7.7. Работоспособность оператора (станочника), пути снижения его утомляемости и повышения работоспособности оператора

Изменение функционального состояния работающего человека (оператора) является одним из важнейших вопросов психофизиологии.

В процессе выполнения работы человека изменение его функционального состояния происходит в несколько этапов, каждый из которых характеризуется закономерными изменениями физиологических функций и отличается от другого успешностью выполняемой работы.

1. Организм человека мобилизуется еще до начала работы. Характер специфических сдвигов определяется выработанными навыками и степенью тренированности организма. Человек отвлекается от внешних раздражителей, внутренне собирается, обдумывает особенности предстоящей работы. Выражением первого этапа является некоторое возрастание силы сердечных сокращений, подъем артериального давления, усиление и углубление дыхания.

2. Физиологический механизм этого этапа связан с внешним торможением в результате изменения характера раздражителей. Он длится несколько минут, а при отчетливо выраженном первом этапе может и вообще не наблюдаться.

3. Третий этап – один из наиболее сложных, он занимает весь период начальной работы. Человек приспособливается к оптимальному режиму работы, реакции его организма еще не точно соответствуют ее характеру и величине нагрузки. Организм реагирует на внешние раздражители с большей силой, чем это необходимо. Продолжительность этого этапа зависит от тренированности оператора.

Второй и третий этапы нередко объединяют в один, называемый этапом втягивания.

4. На четвертом устанавливается оптимальный режим работы органов и систем организма. Эффективность труда на этом этапе максимальная.

5. Функциональное состояние снижается. Организм начинает перестраиваться, и необходимый уровень его работы поддерживается за счет ослабления менее важных функций (например, нормальное кровоснабжение обеспечивается не за счет увеличения силы сердечных сокращений, а за счет возрастания их частоты). Перестройка работы организма поддерживает относительно стабильное функцио-

нальное состояние, но уровень функционирования рабочих систем организма снижается и эффективность труда понижается.

6. Этот этап характеризуется неуклонным ухудшением функционального состояния организма, появлением ошибок в работе и снижением эффективности труда.

Пятый и шестой этапы объединяют в один, называемый этапом утомления.

7. Этап срыва, при котором регулирующие механизмы расстраиваются, реакции организма неадекватны внешним сигналам, а работоспособность резко падает. Нарушение деятельности внутренних органов может привести к обморокам, а при чрезвычайных длительных напряжениях – даже к смертельным исходам.

Если длительная работа приводит к появлению только четвертого или пятого этапа, то перед окончанием их возможно появление состояния так называемого конечного прорыва. В этом случае мобилируются все дополнительные резервные силы организма и работоспособность может резко повыситься. Длительность этого состояния зависит от характера раздражителей.

Состояние утомляемости начинает возникать, таким образом, с пятого этапа и зависит от ряда факторов. Основным является физическая нагрузка, и чем она больше, тем раньше наступает утомление. На развитие утомления оказывает также влияние статический или динамический характер работы: интенсивность нагрузки во времени и ее характер (постоянная или ритмическая).

Утомление наступает быстрее при статической нагрузке, а также при увеличении интенсивности нагрузки во времени. При уменьшении интенсивности время наступления утомляемости не изменяется, но снижается производительность.

Появлению утомления способствуют также факторы, которые действуют не сами по себе, а в сочетании с основным. Их подразделяют на три большие группы:

1) факторы микроклимата (пониженное содержание кислорода в воздухе, повышенное содержание углекислого газа, пониженная влажность, высокая температура и т. п.);

2) факторы, связанные с использованием техники (загрязненность воздуха газами, вибрация, ускорение, шум, изменение освещенности, неудобство рабочей позы и т. д.);

3) факторы, связанные с нарушением режима труда и отдыха (недостаточность времени для восстановления сил после утомления,

неправильное использование перерывов между работой, неправильное чередование работы и отдыха и т. д.).

На развитие утомления большое влияние оказывают эмоциональные факторы, связанные с состоянием человека и со значимостью выполняемой им работы. Степень выраженности и характер эмоционального состояния определяют множество факторов – личностные характеристики, врожденные особенности нервной системы, степень подготовленности оператора, эмоциональная устойчивость и др. Положительные эмоции препятствуют наступлению утомления, повышают работоспособность и являются основой творчества, отрицательные – наоборот. Но предсказать эффект трудно, так как эмоциональная сфера человека относится к сложнейшим вопросам психофизиологии.

Специфический вид утомления возникает также при отсутствии деятельности, например, у работающих операторов в режиме ожидания. Снижению общего уровня возбуждения и появлению более быстрого утомления способствует монотонный труд.

Динамика работоспособности и утомления связаны со структурой рабочего процесса, поэтому не следует стремиться к установлению единых критериев утомления для всех видов деятельности. Правильным будет устанавливать их применительно к конкретной работе.

Для обеспечения надежности оператора в системе ЧМС, особенно при современной технике с повышенными требованиями к управлению и возрастающей сложностью трудовых операций, необходимо соблюдать общие требования инженерной психологии и проектировать надежность не только машины, но и работы человека, правильно распределять функции между ними.

Все пути и способы, которые ведут к более позднему утомлению, разделяют на две группы: специфические и неспецифические. К первой группе относятся подготовка оператора к профессиональной деятельности и рациональная организация рабочего процесса (организация рабочего места и разработка таких физиологических приемов и навыков, которые соответствуют физиологическим закономерностям системы организма). В данном случае необходимо точно знать структуру рабочего процесса и разрабатывать рекомендации к конкретному виду труда. Неспецифические методы поддержания работоспособности связаны в основном не с особенностями труда, а с воспитанием и тренировкой общих качеств и общей физической подготовки человека.

Восстановление функционального состояния организма и снятие утомления происходит в процессе отдыха. Однако изменение функционального состояния после окончания работы протекает по-разному, и это необходимо учитывать при организации отдыха.

Если в конце работы утомление достигло выраженной величины, то в первый час отдыха состояние организма, особенно его ведущих функций, остается пониженным или даже несколько ухудшается. Постепенное восстановление их происходит лишь с течением времени, при этом раньше восстанавливается состояние органов, обеспечивающих жизненно важные функции (нормализуется частота и сила сердечных сокращений, артериальное давление, дыхание). Другие органы, в том числе и нервная система, нормализуются позже, так как для этого сначала необходимо обеспечить их энергетическими материалами.

Организация и содержание отдыха определяются характером работы, а также условиями быта человека и его склонностями.

Если отдых после работы оператора был правильно организован и достаточным по времени, то состояние физиологических функций полностью нормализуется. Но эта нормализация не означает полного возврата к прежнему состоянию. В организме возникают определенные физиологические изменения, которые отражают процесс тренировки.

Правильно организуемый режим труда и отдыха позволяет значительно отодвинуть утомление и сохранять высокую работоспособность. Такой режим должен выработываться с учетом конкретных условий, характера работы и общих физиологических рекомендаций.

7.8. Организация трудового процесса

Организация трудового процесса базируется на нескольких основных принципах экономии движений.

Под экономией движений подразумевается исключение из трудового процесса таких лишних приемов трудовых действий и движений, как перекладывание предметов труда или инструмента из одной руки в другую, статические приемы (держать, поддерживать), переходы за пределы рабочей зоны и вне ее, нажатие, повороты, приседание и т. д.

Основные принципы следующие:

1) принцип непосредственности и плавности: каждый последующий прием, трудовые действия или движения – естественное продолжение предшествующих движений, движения должны быть плавные (по дуговой линии) как наиболее экономичные;

2) принцип синхронности: наиболее полная загрузка во времени и симметричность движений (одно и то же время работы обеих рук, начало и конец);

3) принцип благоприятной позы рабочего и траектории его движений (при выборе позы) следует учитывать:

- мышечное напряжение при работе стоя выше, чем сидя;
- чередование работы: стоя и сидя, т. е. периодическое изменение рабочей позы значительно снижает утомление;
- вес детали;
- траекторию, амплитуду и сложность действий.

При выборе траекторий движений следует отдавать предпочтение: симметричным движениям по сравнению с несимметричными; плавным и непрерывным движениям по сравнению с зигзагообразными; круговым движениям по сравнению с прямолинейными; следует избегать подъема, перемещения деталей. Движения должны быть простыми.

При перемещении грузов (деталей) следует учитывать:

- усталость в результате перемещения деталей зависит от пути переноски детали, ее веса и способа перемещения;
- необходимо обеспечить на рабочем месте максимальное удобство перемещения деталей посредством:
 - а) коротких плавных движений;
 - б) уменьшения веса деталей;
 - в) уравнивания груза с помощью противовесов, пружин, наклонных желобов и других приспособлений;
 - г) передвижения деталей вместо их переноса.

Глава 8

ХУДОЖЕСТВЕННО-КОНСТРУКТОРСКИЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

8.1. Методика проведения анализа и критерии оценки технологических систем

Художественно-конструкторский анализ промышленного изделия необходим как инженеру, так и дизайнеру, особенно когда идет разработка нового изделия либо модернизация уже существующего, ведь еще на стадии предпроектного задания нужно детально разо-

браться в композиции, выявить ее погрешности. Большое значение приобретает такой анализ в связи с оценкой качества промышленной продукции – оценкой, требующей не субъективных и поверхностных суждений, а глубоко обоснованных заключений об эстетическом уровне изделий. Без обоснованного анализа композиции изделия была бы затруднена или вовсе не дала бы нужных результатов деятельность многих художественно-технических советов, функционирующих при различных научно-исследовательских институтах, конструкторских бюро и предприятий.

Таким образом, повышение качества всей промышленной продукции как важнейшая народнохозяйственная задача требует решения ряда частных, но весьма актуальных проблем, связанных с поисками надежных критериев оценки эстетических свойств. К числу таких проблем относится и анализ композиции промышленных изделий.

Разумеется, оценка эстетических свойств промышленных изделий не такое простое дело. Ведь тут нет количественных показателей. Если долговечность изделия, например, вполне точно замеряема (достаточно поставить механизм на специальный испытательный стенд, задать ему необходимый режим работы, а затем сопоставить результаты с заданными параметрами), то уровень композиционного совершенства на стенде не измеришь. Нельзя измерить, например, целостность формы или масштабность станка, прибора.

Прежде чем приступить к конкретному анализу ряда промышленных изделий, необходимо вспомнить о том, что объективно связывает форму с функцией, конструкцией и другими формообразующими условиями. Говоря об обусловленности формы конкретного изделия, имеется в виду, что дизайнер в процессе работы над изделием должен построить своего рода систему связей. То есть он должен четко представить себе, каково влияние каждого из заданных ему условий на форму изделия, где больше свободы в композиционном поиске, а где условие или группа условий жестко диктует ту или иную особенность формы.

Степень обусловленности – это не простой перечень параграфов, а именно система во всей ее сложности. Ведь даже относительно простое изделие – это материализованное воплощение ответа проектировщиков на заданные условия, и от того, как они учтены, как решены неизбежно возникающие противоречия и найдены компромиссы, зависит и качество данной машины.

Среди промышленных изделий немало таких, для которых эстетический фактор приобретает определяющее значение. Это прежде всего предметы культурно-бытового назначения – их форма служит зачастую одной из важнейших сторон самой функции. Например, широта ассортимента телевизоров, бытовых изделий. Иное соотношение имеют различные формообразующие факторы в машиностроении и приборостроении. Для многих станков и технологических систем, форма которых непосредственно связана с компоновкой механизма (т. е. с технической частью функции), а также с эргономическими факторами, степень свободы в поисках формы гораздо меньше, скажем, чем для мебели или посуды, где разнообразие форм – одна из важных сторон самой функции. Впрочем даже форма посуды во многом определяется технологическими требованиями, удобством транспортировки и хранения.

8.2. Художественно-конструкторский анализ металлорежущих станков

Продольно-фрезерные станки. При проведении анализа формы продольно-фрезерных станков необходимо учесть влияние унификации элементов в станкостроении не только на инженерно-конструкторское решение, но и на всю основу формообразования. На рис. 8.1 представлена гамма продольно-фрезерных полуавтоматических станков, где прослеживается наличие четкой горизонтально-вертикальной структуры, в которую укладывается каждый из ее элементов – от крупных до самых мелких, а также строгая модульность, пронизывающая всю эту систему, создана высокая степень организации и каждого из агрегируемых элементов – отдельных станков, и всего семейства в целом. Здесь система строения формы как принцип формообразования является объективной основой нашей первой реакции на получаемую визуальную информацию. Рассматривая в отдельности каждый из станков этой гаммы, определяем отсутствие нарушения целостности их форм. Более того, и в наружных формообразующих контурах, и во всех внутренних замкнутых или незамкнутых (односторонне раскрытых) контурах станков, как, например, у моделей на рис. 8.1, б, в, наглядно проявляется полная соподчиненность каждого элемента этой системы.

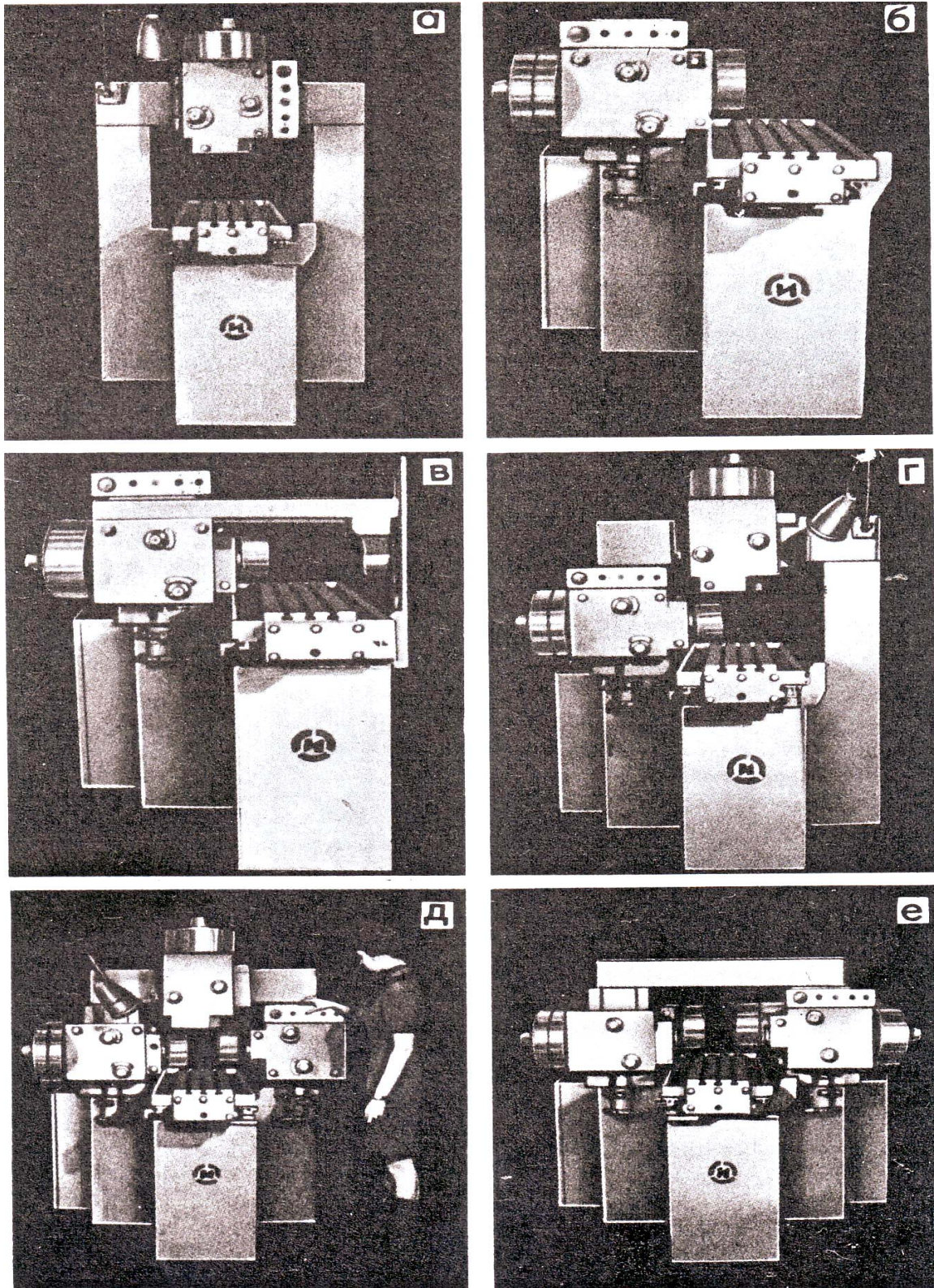


Рис. 8.1. Продольно-фрезерные станки

К примеру, маленький Т-образный профиль станка, образуемый двумя соседними направляющими стола (в перевернутом виде торец самой направляющей) – этот фрагмент повторяется неоднократно в самых различных сочетаниях, что является своего рода отражением малого в большом. В самом общем виде принцип, на котором основана данная композиция и подобные ей, можно охарактеризовать как единство формирующих признаков. Таким образом, при агрегатировании станков и машин с использованием унифицированных элементов гармоничная целостность формы выступает как качество, достижение которого всякий раз связано с единством геометрических признаков.

Такие своеобразные композиционные системы, если, конечно, не слишком ограничено количество первичных элементов, никоим образом не сужают рамки формообразования, не приводят к единообразию форм. В рассмотренном примере видно, как по-своему разнообразна каждая из получаемых композиций ряда. В одних случаях форма явно асимметрична, в других развивается симметричная основа с небольшими и вполне оправданными композиционно уравновешенными отклонениями. Одни модели более сложны и активны в объемно-пространственном отношении, как на рис. 8.1, *г–е*, другие более лаконичны (рис. 8.1, *а, б*).

Здесь система строения формы как принцип формообразования является объективной основой нашей первой реакции на получаемую визуальную информацию. Рассматривая в отдельности каждый из станков этой гаммы, определяем отсутствие нарушения целостности их форм.

Композиционная общность проявляется и в форме оснований всех станков. Здесь развиваются интересные метрические повторы объемов, и даже примыкания оснований к полу объемной «лесенкой» проявляются как определенный единый объемно-пространственный признак. Не менее значимо здесь и ясное выражение тектоники каждого из станков этой группы. Она не маскируется никакими ложными, чисто формальными неработающими элементами – в систему подобного рода их нельзя включить даже при желании.

Таким образом, когда речь идет об агрегатировании и унификации в станкостроении, значимость вопросов, связанных с композицией, резко возрастает.

Зубофрезерный станок. В некоторых случаях, особенно если у промышленного изделия есть аналоги, близкие по техническим ха-

рактикам, можно провести сравнительный анализ композиции. На рис. 8.2 и 8.3 приведены два крупных зубофрезерных станка. Рассмотрим станок на рис. 8.2. В его композиции ощущается некоторая нечеткость, даже противоречивость, и именно в ней следует искать причину нарушения целостности, отсутствие подлинной гармонии. По распределению основных масс форма асимметрична, и в то же время две сильнейшие наклонные линии, направленные в точку схода вверх, при относительно близких по своим массам, а главное – по конфигурации двух объемов *Б* и *В*, создают впечатление симметрии формы. Наклонная линия у элемента *Б* доходит до самой горизонтали станины, упираясь в ее направляющие, а наклонная элемента *В* обрывается, переходя в вертикаль.

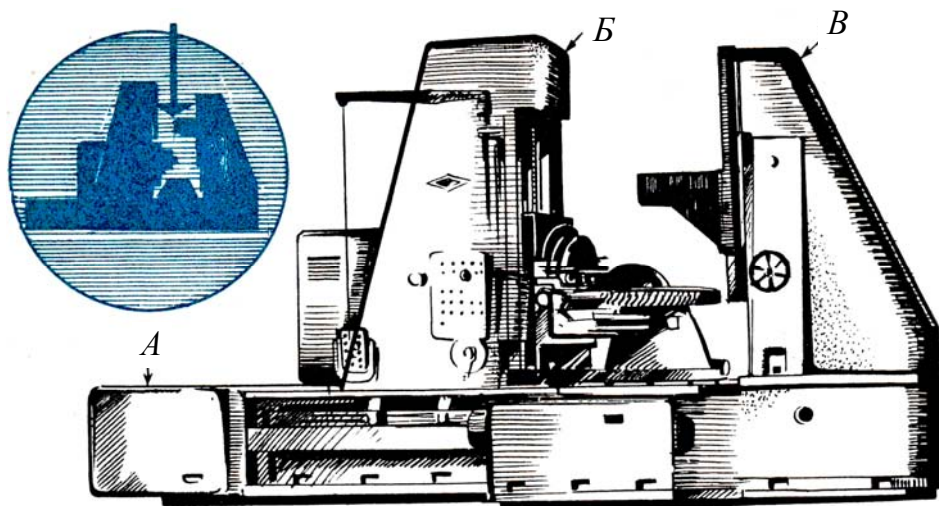


Рис. 8.2. Зубофрезерный станок – первая модель

В данном случае сходство объемов *Б* и *В* по геометрическим признакам при совершенно различных функциях этих объемов также приводит к нарушению целостности композиции. Функционально-конструктивные отличия элементов *Б* и *В* должны быть выявлены в явной асимметрии формы. Работая над композицией, в данном случае нужно было стремиться максимально отойти от сходства элементов *Б* и *В*, выразив их различие, тогда не возникло бы впечатления какой-то деформированной симметрии. Это тем более неприятно, что объемы все-таки в чем-то разные – в подобных случаях даже намек на ось симметрии вызывает ощущение деформации всего организма.

Как же композиционно подчеркнуть разницу между объемами *Б* и *В*? На рис. 8.3 приведен станок, который представляет отличный пример того, как это можно достигнуть. Крутое падение наклонной позади

суппортной стойки прервано. В этом месте появляется горизонталь (верхняя образующая той части, где размещается двигатель). Форма элемента *Б* здесь не имеет сходства с конфигурацией элемента *В*. Таким образом, в схеме (рис. 8.3, б) взаимодействие объемов выглядит уже совсем иначе, чем у станка на рис. 8.2. Вместо весьма активной наклонной элемента *Б* (рис. 8.2) здесь композиционно взаимодействуют две горизонталы 1–1 и 2–2 (рис. 8.3, а).

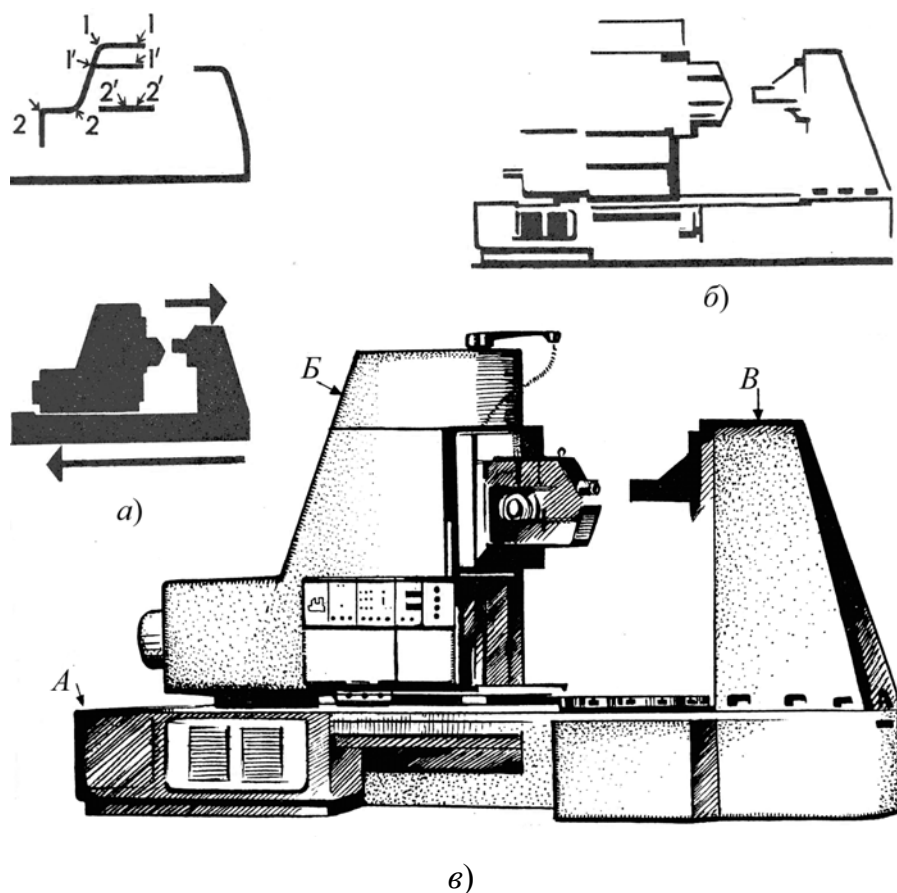


Рис. 8.3. Зубофрезерный станок – вторая модель

Эти участки, активно сдвинутые один по отношению к другому, и придают динамичность суппортной стойке. Теперь ее форма говорит о том, что она перемещается по направляющим, а не представляет собой неподвижный упор. Верхняя линия 1–1 композиционно поддержана местом разъема верхней части колонны по линии 1'–1', а горизонталь 2–2 композиционно продолжена линией щита управления 2'–2'. Как видно, в отличие от станка на рис. 8.2, здесь развивается целая система горизонталей, и именно это приводит к кардинальным различиям основных геометрических признаков объемов *Б* и *В*. Это сделало весь станок зрительно более устойчивым, в нем отлично вы-

ражено действие станка и характер различных связей объемов *Б* и *В* с основанием. Более лаконично решен и элемент *В*. Схемы с синим силуэтом (сверху рисунков) на рис. 8.2 и 8.3 показывают, что, казалось бы, даже не столь существенные отличия элементов формы одного станка от другого приводят к качественным отличиям в композиции.

Приведенный анализ позволяет вывести определенную закономерность: не следует стремиться к тождеству формы элементов станка, машины или другой технологической системы, особенно имеющих крупные формообразующие элементы, если они выполняют совершенно различные функции, например, один движется, а другой неподвижен. В таких случаях следует избегать геометрического сходства.

Токарный полуавтомат. В композиции этого гидрокопировального станка с программным управлением выражено глубокое понимание закономерностей строения формы, умение найти в сложной технической структуре те особенности, тонкое подчеркивание которых позволяет создать новый образ станка – острый, своеобразный (рис. 8.4). Такие разработки поднимают не только эстетический уровень станков и машин, но и технику вообще на новую, более высокую ступень.

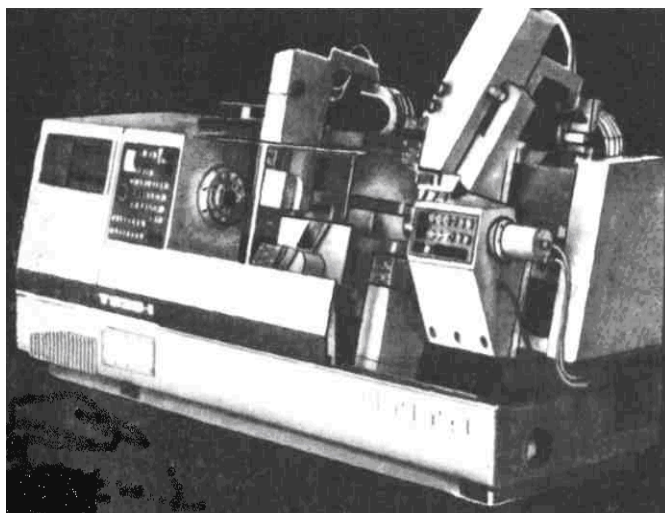


Рис. 8.4. Токарно-копировальный полуавтомат

Самое характерное в композиции станка – строго закономерное, системное развитие даже второстепенных формообразующих линий, четкое, гармоничное взаимодействие всех объемов. Так, все наклонные линии верхней части станка строго скоординированы между собой. При этом дизайнер ни в одном элементе формы не жертвует

функцией. Напротив, все средства композиции привлекаются для того, чтобы выявить особенности работы этого станка с программным управлением.

Проследим, например, использование одного из средств композиции – контраста. Темная горизонталь в нижней зоне станка не только эффектно включена в композицию – она подчеркивает переход наклонной плоскости в вертикальную, композиционно закрепляет всю нижнюю зону и задает систему пропорций. Далее эта горизонталь поддержана и развивается как в левой темной панели управления, так и в небольшом наклонном пульте справа. С целью установления связей между темным и светлым использованы даже небольшие темные ниши для анкерных болтов в подрезке, а также три темных круглых литевых заглабления под наклонной плоскостью пульта управления справа. Контраст темного со светлым мог бы быть чрезмерным, если бы дизайнер не использовал связующих тональных мостиков между светлым и темным: в одном случае светлые надписи на темной полосе, в другом – выделение светлых кнопок и ручек на темных панелях. Очень интересно выявлена здесь и тектоническая основа станка: вырезы в лицевых панелях, прозрачные защитные фартуки, раскрытые местами несущие элементы станины, сочленения корпусных деталей – все это отлично подчеркивает тектоническую сущность станка.

8.3. Порядок разработки дизайн-проекта технологических систем

Порядок действий

1. Определить важнейшие функции или функциональные признаки объекта. Разместите найденные функции и признаки на одной из осей карты. Порядок размещения большого значения не имеет. То, чем будет заполняться карта (функциями или признаками), зависит от типа объекта и целей проектирования. Если вы ищете новую форму, то скорее всего это будут признаки. Если же вы проектируете новый способ действия объекта, то нужно в первую очередь выявить функции. Важно, чтобы вы не упустили существенных признаков и функций. Для этого нужно очень хорошо представлять свою проектную ситуацию и иметь четкую формулировку проблемы. Чем больше вы будете знать о проектируемом объекте, тем проще вам будет составить карту.

2. Для каждой функции или признака перечислить максимум возможных вариантов частичных решений. Разместите частичные ре-

шения по другой оси в соответствующих колонках (столбцах). Частичное решение – это решение какого-либо одного аспекта всей проблемы. В идеале нужно записать все варианты частичных решений. Но не углубляйтесь в лишние подробности, иначе ваше поле поиска станет необозримым. Обобщайте. В каждом ряду решений можно добавить вариант «прочее», оставив тем самым себе свободу для маневра.

3. Выбрать по одному приемлемому частичному решению для каждого признака и функции. Для удобной ориентировки разные комбинации выделяйте разным цветом. На примере закрашены ячейки выбранных решений. Можно также отмечать выбранные решения точками и соединять их ломаными линиями – разных цветов, толщины, конфигурации. Комбинаций вариантов может быть достаточно много. Чем больше функций и частичных решений, тем быстрее растут возможности комбинаторики, достигая огромных чисел. Нет необходимости исчислять все варианты. Достаточно быстро вы сможете выявить несколько приемлемых, а потом, проанализировав их, выбрать самые удачные.

4. В результате вы получите несколько вариантов решения вашей проектной проблемы. Проверьте совместимость частичных решений различных аспектов проблемы. Проанализируйте возможности практической реализации решений. Выберите ту комбинацию, которая максимально соответствует требованиям проектной ситуации.

Вместе они составляют методологию проектного анализа, т. е. набор эмпирических советов и правил, позволяющих автору:

- отойти, «отвыкнуть» от непрерывного общения со своим детищем, увидеть его свежим, непредвзятым взглядом;
- сверить проделанное с внутренне сформулированной творческой задачей, найти объективные и случайные отступления от намеченной «идеальной цели»;
- проанализировать «формальные» качества работы: гармоничность, колористическую согласованность, ритмические и пропорциональные связи и закономерности;
- выбрать меры по исправлению недочетов или разработать способы усиления положительных впечатлений.

Дело в том, что в процессе «обрастания» дизайн-концепции реальными размерами, конструкциями, наборами оборудования исходная идея часто искажается, заслоняется случайными впечатлениями и подробностями. Поэтому время от времени имеет смысл по уже наработанным материалам проекта составлять условные схемы

взаимосвязей композиционных элементов получающейся структуры, разбивая ее на содержательные уровни: пространственная композиция (акцентно-доминантный строй комплекса), композиционные системы отдельных предметно-пространственных или декоративно-художественных фрагментов и т. д.

Существо системного дизайна раскрывают его основные понятия: «субъект», «объект», «связи» и др. Эти структурные элементы (подсистемы) обладают одновременно многими различными характеристиками и выполняют разные функции.

При разработке технико-эстетических свойств объекта дизайнер должен уяснить себе: чем вызвана необходимость его разработки; в каких общих процессах он будет участвовать, как использоваться; с какими иными объектами «работает», употребляется или соседствует; чем характеризуются объекты, функционально соподчиненные данному; каковы функции человека по отношению к объекту; в каких условиях он используется.

Положение о том, что материал определяет форму, указывает на одну сторону дела: морфология должна быть внутренне обоснована знанием свойств материала. Но дизайнерское «испытание» материала новыми формами, найденными в природе или культуре, говорит о возможности и обратного: форма определяет материал. Диалектическое столкновение материала и формы и их взаимоопределение – источник целесообразных и выразительных дизайнерских конструктивных решений.

Можно выделить три типа конструкторских моделей: проективный (функции и морфология объекта создаются вновь, вне связи с особенностями прототипа), переходный (функции и морфология прототипа подвергаются переосмыслению в целях придания объекту новых качеств), коррективный (функции и морфология прототипа развиваются без потери основных традиционных качеств) (рис. 8.5).

Форэскизное проектирование – это подготовительный этап для дизайн-проектирования. При форэскизном проектировании:

- создается объемно-планировочное решение;
- осуществляется зонирование;
- выполняется привязка помещений различного предназначения к входным дверям, окнам, солнечной либо темной стороне;
- обязательно принимается во внимание возможность тех или иных изменений планировки с инженерной точки зрения.

Весь процесс создания объемно-пластического макета можно разделить на три основных этапа (задания).

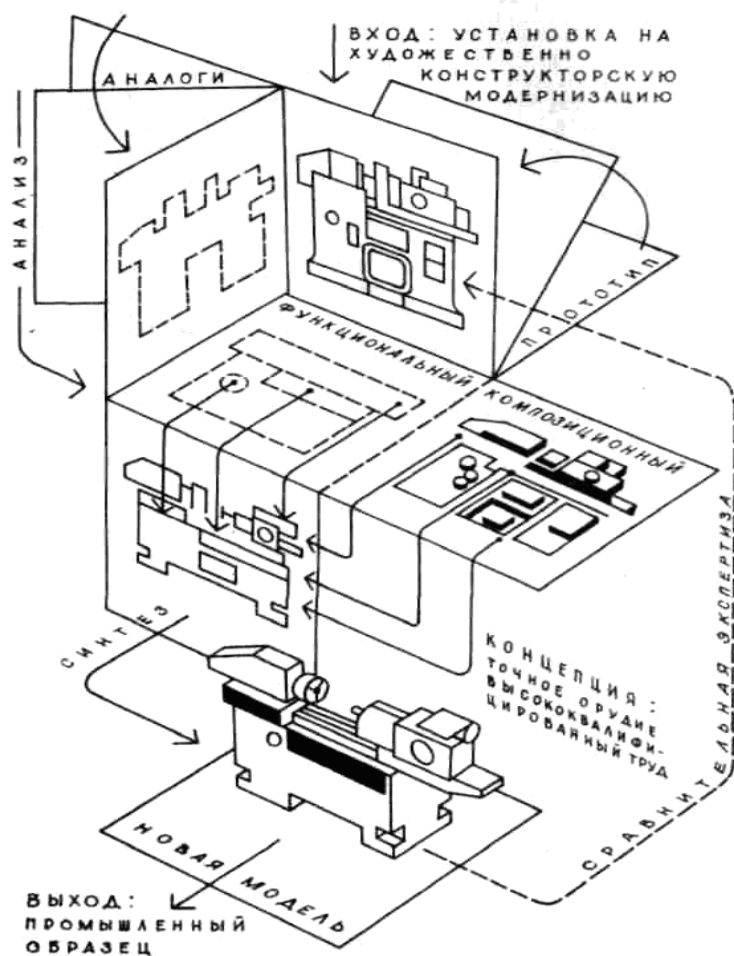


Рис. 8.5. Алгоритм художественно-конструкторского корректировочного проектирования внутришлифовального полуавтомата

Задание 1. Форэскиз фрагмента интерьера объекта

Задачи и содержание:

1. Разработать варианты форэскизов фрагмента интерьера объекта.
2. Выбрать оптимальный вариант и выполнить форэскиз-чертеж перспективного вида фрагмента интерьера объекта.

Последовательность выполнения задания:

1. Изучить содержание задания и последовательность его выполнения.
2. Используя планировочное решение, отметить оптимальную точку взгляда на интерьер, провести линию взгляда, построить картинную плоскость и очертить угол охвата фрагмента интерьера.
3. Согласно выбранному углу зрения построить перспективное изображение фрагмента интерьера.

4. Используя графические средства, выполнить цвето-фактурное решение, показав конструктивные особенности интерьера, оборудования и антуража.

Задание 2. Черновой объемно-пластический макет в виде «3D» фрагмента интерьера

Задачи и содержание:

1. Выполнить черновой объемно-пластический макет в виде «3D» фрагмента интерьера.

Последовательность выполнения задания:

1. Изучить содержание задания и последовательность его выполнения.

2. Согласно разработанному форэскизу выполнить объемные конструкции стен, потолка и пола в бумаге или картоне. Визуально сравнить впечатление от перспективного решения фрагмента интерьера с форэскизным вариантом. Несоответствия в макете исправить, добиваясь полного впечатления ощущения перспективного состояния фрагмента интерьера. Изготавливая различные конструкции, использовать технологию бумажной пластики: складчато-разрезные, складчатые и другие структуры.

3. Достроить в бумаге конструктивные особенности потолка, пола и стен (выступы, настилы, подиумы, ниши, балки, колонны и др.).

4. Изготовить в общем виде оборудование (мебель), светильники и «поставить» их в интерьер так, чтобы они визуально вписались в перспективное решение фрагмента интерьера и создавали очень сильное впечатление глубины пространства.

5. Изготовить в масштабе макет фигуры человека и вставить его в интерьер для большего впечатления.

Задание 3. Объемно-пластический макет в виде «3D» фрагмента интерьера объекта

Задачи и содержание:

1. Выполнить чистовой объемно-пластический макет в виде «3D» фрагмента интерьера объекта.

Последовательность выполнения задания:

1. Изучить содержание задания и последовательность его выполнения.

2. На основе разработанного черного объемно-пластического макета (элементы черного макета использовать как шаблоны) изготовить объемные конструкции стен, потолка и пола, используя цвето-фактурную бумагу или картон. Визуально сравнить впечатление от

перспективного решения фрагмента интерьера с форэскизным вариантом и дизайн-проектом. Несоответствия в цветовом решении в макете исправить, используя различные краски, добиваясь полного впечатления ощущения перспективного состояния фрагмента интерьера.

3. Изготовить дополнительные конструктивные особенности потолка, пола и стен (выступы, настилы, подиумы, ниши, балки, колонны и др.), используя цвето-фактурную бумагу или картон.

4. Изготовить в общем виде оборудование (мебель), светильники и «поставить» их в интерьер так, чтобы они визуальнo вписались в перспективное решение фрагмента интерьера и создавали очень сильное впечатление глубины пространства. Для выполнения этих элементов интерьера можно использовать пластик ПВХ, оргстекло, прозрачную пленку, проволоку, ткани и другие материалы.

5. Для создания эмоционально-образного решения интерьера выполнить цвето-графическое решение стен, потолка, пола в виде суперграфики, росписи и других техник монументально-декоративного искусства.

6. По индивидуальному желанию в макет можно включить элементы электроники, т. е. подсветки интерьера.

7. Изготовить в масштабе чистовой макет фигуры человека и «вставить» его в интерьер для большего впечатления.

8.4. Мультимедийные технологии при создании дизайн-проектов

В систему современного проектного процесса активно внедряются мощные компьютерные инструментарии для активизации внутренних механизмов ориентированного творчества дизайнера. Мультимедийные (*multi* – много, *media* – способ, средство, среда существования) средства позволяют дизайнеру погружаться в виртуальную реальность, визуализировать свои мысли и непосредственно работать с ними. Восприятие виртуальных объектов осуществляется по нескольким сенсорным каналам одновременно. Появилась возможность моделировать пространственно-временные виртуальные среды для инновационного проектирования. При этом серьезной проблемой становится недостаточное осознание уникальных возможностей мультимедиа, неготовность решать социокультурные проектно-художественные задачи на новом уровне.

8.4.1. Особенности отношений взаимодействия виртуальной реальности с человеком

Для того чтобы понять механику технологий виртуальной реальности, мы сначала должны понять, что такое виртуальное пространство реальности. В виртуальном пространстве реальность создается с помощью сенсорных выводов, сгенерированных компьютером, когда 3D-эффект включен. Такое виртуальное пространство позволяет пользователям продолжать взаимодействие с виртуальной средой, вызывающее ощущения физической среды. Чтобы создать опыт виртуальной реальности, эффект телеприсутствия должен быть в обязательном порядке. Термин телеприсутствия относится к чувству пользователя, что человек присутствует на месте, что отличается от его истинного физического местоположения. Это другое место, кроме фактического местонахождения, называется виртуальной реальностью. Сущность полного телеприсутствия очень важна, поскольку без него виртуальная реальность была бы несовершенной и неполной.

Есть два технологических аспекта, позволяющих подвести итоги концепции телеприсутствия – погружения и взаимодействия. Погружение – это явление, с помощью которого пользователь получает чувство единства с виртуальной средой, ощущает, как будто он существует в виртуальном мире и чувственно погружен в ее виртуальное окружение. Погружение составляется из виртуального зрения и слуха пользователя и использует механику изображения и звука. Взаимодействие – это явление, с помощью которого пользователь может взаимодействовать с виртуальным миром, а также с другими пользователями в нем. Этот аспект характеризуется параметрами связи, методы работы взаимодействия могут осуществляться через речь или текст.

К началу XXI в. компьютер для дизайнера превратился в один из инструментов творчества. При его посредстве были созданы новые пространственные формы, которые можно объединить термином «виртуальный стиль». Понятия «виртуальный», «цифровой» или «компьютерный» определяют образные особенности зданий, при проектировании которых использовались новые информационные технологии.

Наиболее распространенный подход к определению виртуальной реальности связывается с развитием искусственного интеллекта и компьютерных технологий. «Виртуальный мир» – это мир ненаблюдаемый, развивающийся по множеству траекторий, он значительно отличается от реального пространства – в нем нет гравитации и солнечного света, а место пребывания – неопределенное.

Первоначальное значение слова «виртуальное» трактовалось как фактически являющееся чем-либо. Английское слово «*virtual*», немецкое «*virtuell*», французское «*virtuelle*», латинское «*virus*» переводятся на русский язык как «возможный, вероятный, предполагаемый». С таким же оттенком слово «виртуальный» используется в оптике. Виртуальное изображение – это мнимое изображение. В философии категория «виртуальный» служит для осмысления иерархии объектов. «Виртуальная реальность» обозначает совокупность объектов следующего, по отношению к порождающей их реальности, уровня.

Предшественниками виртуальной реальности были театр, опера, кино и телевидение. Так же, как и виртуальная реальность, они симулировали реальную жизнь, описывали ее и населяли зрительными образами.

Можно отметить два основных аспекта взаимодействия человека с виртуальной средой – это деятельный подход и воспринимающий. Деятельный подход связан с использованием виртуальной среды для преобразования реальной, он прагматичен и требует максимальных интеллектуальных затрат. Но чаще всего люди погружаются в виртуальную среду, играя в компьютерные игры. И это постоянное взаимодействие с компьютером способствует формированию особых привычек работы внутри виртуального мира и перенесению их из виртуального в реальный мир.

Понятие «виртуальность» часто встречается в литературе для обозначения новых свойств и образов, появившихся в результате информатизации общества. Но ее значение пока точно не определено и зависит от контекста. Например, словосочетание «виртуальная среда города» часто означает только способ трехмерной визуализации, процесс создания цифровых моделей и географических карт, городских планов или объектов городской среды. Другое значение «виртуальный город» получает у тех компьютерных пользователей, которые не имеют никакого отношения к градостроительству, но увлекаются компьютерными играми. Они создают трехмерный виртуальный город, который ближе к художественным произведениям, чем к реальной жизни. Он развивается в абстрактном времени, на выдуманной территории, и все события, происходящие в нем, являются компонентами игры. Первая версия всемирно известной игры *Sim City* вышла в 1989 г., сегодня она издается в четвертой редакции. Популярная игровая стратегия базируется на взаимосвязи экономических и моральных аспектов градостроительства. Играющий может примерить на се-

бя роль Создателя, когда строит город, и становится Мэром, когда управляет его развитием.

Определение «виртуальность», с некоторым негативным оттенком, в проектировании иногда связывается со стадией работы над проектом: пока проект находится в процессе создания, он «виртуальный», не законченный. В противопоставление законченной стадии и переходу в форму реального продукта.

Понятие «виртуальная архитектура» как новая художественная образность отражает уникальность процесса создания сложных пространственных оболочек при помощи компьютера. Такие формы не могли быть нарисованы, склеены или рассчитаны вручную.

Телеприсутствие, которое может быть освоено любой из выше-названных методик, можно разделить на отдаленное присутствие, когда виртуальная реальность используется для управления таким оборудованием, как роботы в реальном мире, и телеобщение, когда пользователь так или иначе представлен в виртуальной реальности и может взаимодействовать с искусственными агентами или личностями. Игровая легкость в обращении с компьютерами порождает эффект, именуемый «флоу» (поток, течение). Это чувство единства с машиной, заставляющее людей работать с ней целыми днями. Оно свойственно, конечно, не только тем, кто работает на компьютерах, но и работающим на гоночных машинах, военных самолетах и т. п. Когда пользователь преодолевает барьер обучения, тогда то, что было трудным и отнимало массу времени, становится настолько приятным и простым в обращении, что становится второй натурой. Для виртуальной же реальности предел стремлений – сделать пользователей одним целым с машиной, помещая их внутри нее, т. е. заменяя мир реальный миром виртуальным. Это проще, чем кажется.

Первый инструмент проникновения в виртуальную реальность дан нам от рождения – это мозг и его сенсорные рецепторы. Главным средством нашего восприятия является визуальная система. Остальные чувства помогают обрести нашему взгляду на мир полноту. У нас семь основных чувств: зрение, слух, осязание, обоняние, вкус, равновесие и ориентация. На наше восприятие влияют пересечения этих чувств, как, например, чувство движения (жеста), различающееся не только глазами, но и самим телом. Мозг интегрирует все получаемые им сигналы ото всех рецепторов и сопоставляет новые данные с теми, что уже имеются в нашей памяти.

Одна из основных проблем в освоении виртуальной реальности состоит в том, чтобы эти, частично совпадающие (перекрывающиеся),

данные были удовлетворительны в информационном отношении. Диссонанс восприятия, когда сигналы разноречивы, может вызвать дезориентацию, растерянность и даже болезнь. Визуальные сигналы вовсе не обязательно обусловлены стереоскопическим видением. Линии перспективы, тени световых бликов, освещения и фактуры могут придать двумерной графике трехмерный вид. Современная технология виртуальной реальности – это ответвление компьютерной графики, повлиявшей на все – от составления карт до телерекламы. Компьютерная графика открывает широчайшие возможности для манипуляции трехмерными образами, но при этом требует огромных затрат энергии.

8.4.2. Методология дизайн-проектирования мультимедийными средствами виртуальной среды

Мультимедийные средства и методы дизайна, опираясь на сформированную методологическую базу дизайн-проектирования, а именно на системный дизайн, дают нам уверенность, что компьютерные возможности расширяют, развивают и совершенствуют ее, не нарушая целостности дизайн-процесса. Художественный потенциал виртуальной реальности позволяет сориентировать мультимедийное проектирование на развитие эстетического опыта дизайнера.

Методология мультимедийной дизайн-деятельности включает определение специфики основных проектных категорий (образ, функция, морфология), анализ особенностей процесса системного дизайн-проектирования (предпроектный анализ и синтез проблемной ситуации, определение визуальных свойств и подбор эмоционально-чувственных аналогов, основные фазы системного дизайна: дизайн-концепция, дизайн-программа, дизайн-сценарий, единство характера средового объекта, проектная разработка). Для выявления характеристик проектного образа и концепции мультимедийного формообразования О. Г. Яцюк в своей работе выделяет четыре группы мультимедийных дизайн-объектов – сложноорганизованных систем с комплексными взаимосвязями, реализуемых в компьютерной виртуальной реальности:

1. Компьютерные модели объектов актуального и прогнозного дизайна (их цель – моделирование в виртуальной реальности жизненного цикла объекта на стадии идеи, позволяющее реализовать всестороннюю проверку правильности принимаемого решения).

2. Сетевые информационно-коммуникативные среды (интернет, виртуальные офисы и т. д.).

3. Художественные и релаксационные среды (виртуальные музеи, реконструкция исторических событий, игры, развлекательные комплексы).

4. Обучающие и тренинговые системы (дистанционное образование, транспортные тренажеры, моделирование авиационно-космических ситуаций) [20].

Мультимедийный дизайн включает в равной степени как техническую, так и художественную составляющие. Инновационные мультимедийные возможности стимулируют креативное образно-художественное мышление, приоритетное для дизайна. Вместе с тем проектирование в виртуальной среде требует развитой логики и уверенных знаний в области цифровых технологий. Проблему можно решить, органично включив в программу дизайнерского образования соответствующие дисциплины. Освоив мультимедийные средства, дизайнеры начинают расширять требования к компьютерному оснащению. В результате развития аппаратной и программной составляющих мультимедийного дизайна создается особый, ориентированный на эффективное решение художественно-эстетических задач, класс машин и программных средств.

В базе дизайнера, помимо хорошо освоенных в профессиональной среде компьютерных программ (Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, CorelDraw Graphics Suite), универсальных пакетов трехмерного моделирования и визуализации (3D-Max, Autodesk AutoCAD, Graphisoft ArchiCAD), популярных анимационных программ (Macromedia Flash, Adobe AfterEffects, Autodesk Maya), редакторов для видеороликов (Adobe Premiere Pro, VideoStudio Pro X2), сегодня используются специализированные программы, такие как Autodesk Alias Studio (программа, позволяющая оптимизировать процесс творчества дизайнера от концептуальных эскизов до 3D-моделирования и визуализации), AD Autodesk Combustion (программа создания визуальных эффектов), Pixarra TwistedBrush (программа для художников, имеющая большое количество разнообразных инструментов для рисования – от красок до мелков и карандашей), Nemera Photo Objects, PhotoLine Portabl и PhotoLightning (позволяющие быстро обрабатывать фотографии), Pinnacle Studio (приложение для видеоредактирования и видеомонтажа), Sony Vegas (полнофункциональная программа для нелинейного монтажа видео и профессиональной работы со звуком), Tourweaver 5.00 Professional Edition (программа для создания виртуальных панорам в 3D-моделировании) и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хайдеггер, М. Время и бытие / М. Хайдеггер. – М. : Республика, 1993. – 228 с.
2. Коновалов, И. М. Теоретические основы дизайна : учеб. пособие / И. М. Коновалов. – Минск : Современ. знания, 2010. – 256 с.
3. Грашин, А. А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды. Дизайн унифицированных и агрегатированных объектов : учеб. пособие / А. А. Грашин. – М. : Архитектура-С, 2004. – 232 с.
4. Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник / Г. Б. Минервил [и др.] ; под общ. ред. Г. Б. Минервила и В. Т. Шимко. – М. : Архитектура-С, 2004. – 288 с. : ил.
5. Шимко, В. Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории (средовой подход) : учебник / В. Т. Шимко. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Архитектура-С, 2009. – 408 с. : ил.
6. Дизайн архитектурной среды : учеб. для вузов / А. В. Ефимов [и др.]. – М. : Архитектура-С, 2006. – 504 с. : ил.
7. Чернышев, О. В. Дизайн-образование: новая модель профессиональной подготовки дизайнеров / О. В. Чернышев. – Минск : Пропилеи, 2006. – 280 с.
8. Сомов, Ю. С. Композиция в технике / Ю. С. Сомов. – М. : Машиностроение, 1977. – 269 с.
9. Барташевич, А. А. Основы художественного конструирования / А. А. Барташевич, А. Г. Мельников. – Минск : Выш. шк., 1978. – 216 с.
10. Повилейко, Р. П. Архитектура машин / Р. П. Повилейко. – Новосибирск : Зап.-Сиб. книж. изд-во, 1974. – 142 с.
11. Тарзиманов, Г. А. Проектирование металлорежущих станков / Г. А. Тарзиманов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1982. – 288 с.
12. Шадуя, В. Л. Человек и машина : учеб. пособие / В. Л. Шадуя, И. П. Филонов. – Минск : Технопринт, 2001. – 334 с.
13. Шибанов, Г. П. Количественная оценка деятельности человека в системах «человек–техника» / Г. П. Шибанов. – М. : Машиностроение, 1983. – 264 с.
14. Архитектурный информационный интернет-портал ArtToBuild.ru. – Режим доступа: <http://artiobuild.ru>.
15. Режим доступа: <http://adestudio.biz/news/a-70.html>.

16. Режим доступа: <http://www.metodolog.ru/00915/00915.html>.
17. Как работает виртуальная реальность. – Режим доступа: <http://enc.guru.ua/index.php>.
18. Fransis Hammet. Virtual reality. N. Y., 1993. – Режим доступа: <http://astu.secna.ru>.
19. Режим доступа: <http://www.archsr±op.ru>.
20. Яцюк, О. Г. Художественный авангард как предтеча компьютерного искусства / О. Г. Яцюк // Анализ художественного мышления начала XX века : сб. науч. ст. – М., 2009. – С. 201–209.

Приложения

Приложение 1

Таблица П.1.1

Цветовые характеристики основных цветов лакокрасочных покрытий

Условный номер цвета	Наименование цвета	Номер образца (эталона) цвета по «Картотеке образцов (эталонов) цвета лакокрасочных материалов»	Координаты цветности		Коэффициент отражения, %
			x	y	
1	«Слоновая кость»	224	0,335	0,350	56,8±1,0
2	Светло-бежевый	661	0,352	0,351	34,2±0,5
3	Коричневый	619	0,357	0,339	10,0±0,3
4	Светлый серо-зеленый	319	0,311	0,339	52,4±0,7
5	Серо-зеленый	365	0,300	0,333	27,5±0,7
6	Сине-зеленый	397	0,269	0,300	12,4±0,3
7	«Белая ночь»	858	0,319	0,333	48,8±0,9
8	Серый	840	0,317	0,324	28,8±0,5
9	Серо-серебристый	810	0,302	0,318	29,7±0,5

Примечание: здесь в табл. 3 приводятся цветовые характеристики глянцевой окраски первого из образцов (эталонов) цвета из «Картотеки образцов (эталонов) цвета лакокрасочных материалов» или контрольных заводских образцов. Цветовые характеристики определены в системе ХУ (ГОСТ 13088) при источнике света С (ГОСТ 7721) с учетом зеркальной составляющей коэффициентов отражения.

Таблица П.1.2

Распределение цветов по группам

Характеристика цвета по светлоте	Условный номер цвета			
	Группа охристых	Группа зеленоватых	Группа ахроматических	
			с теплым оттенком	с холодным оттенком
Светлый	1	4	7	—
Средний	2	5	8	9
Темный	3	6	—	10

Таблица П.1.3

**Цветовые характеристики вспомогательных цветов
лакокрасочных покрытий**

Условный номер цвета	Наименование цвета	Номер образца (эталона) цвета по «Картотеке образцов (эталонов) цвета лакокрасочных материалов»	Координаты цветности		Коэффициент отражения, %
			x	y	
1	Кремовый	270	0,374	0,376	61,5±1
2	Оранжевый	121	0,506	0,385	29,5±0,5
3	Серебристый	Контрольный заводской образец	–	–	Не менее 55
4	Белый	То же	–	–	Не менее 75
5	Черный	то же	–	–	Не более 7

Таблица П.1.4

Классы лакокрасочных покрытий

Окрашенные поверхности	Класс покрытия по ГОСТ 0.032
1. Основные поверхности, определяющие внешний вид: а) станков, машин и промышленных роботов обычного исполнения; б) станков классов <i>B</i> , <i>A</i> и по ГОСТ 8, изделий высшей категории качества, изделий экспортных поставок	IV III
2. Поверхности, доступные для обозрения, но не определяющие внешний вид: а) станков, машин и промышленных роботов обычного исполнения; б) станков классов <i>B</i> , <i>A</i> и <i>C</i> по ГОСТ 8, изделий высшей категории качества, изделий экспортных поставок	V IV
3. Поверхности электрошкафов: а) наружные; б) внутренние	См. п. 1 настоящей таблицы VI
4. Поверхности внутри станков, машин, промышленных роботов (не доступные для обозрения поверхности танков, машин, гидро- и смазочного оборудования и др.)	VII

Приложение 2

Таблица П.2.1

Зависимость освещения от характера деятельности и типа работы

Освещение, лк	Характеристики зрительной деятельности	Тип работы
500	Очень точная работа, распознавание деталей размером менее 0,2 мм	Очень сложные зрительные задачи
3000	Распознавание деталей 0,1–0,2 мм	Точный контроль
2000	Контроль деталей менее 0,4 мм	Сборка и монтаж приборов при среднем контрасте и малом отражении
1500	Контроль деталей менее 0,5 мм	Граверные работы
1000	Точная работа по различению деталей размером 0,2–1,0 мм	
500	Средней точности работы по различению деталей размером от 2 до 10 мм	Конструкторские, чертежно-графические работы, отладка приборов и систем точной механики
300	Контроль деталей размером от 2 до 10 мм	Чтение, письмо, административная работа, работа в пресс-цехе
250	Грубая работа по различению деталей размером 10–100 мм	Грубый контроль, работа на механическом производстве
160	Ориентация 100–500 мм	Упаковочные и экспедиционные работы, работы на литейном производстве
125	Общая ориентация	Уборка входов, лестниц, выходов

Перечень эмалей, применяемых для покраски станочного оборудования

Марка эмали	Обозначение условий эксплуатации по ГОСТ 9.104 и ГОСТ 9.032	Окрашиваемые поверхности: условия эксплуатации, определяющие выбор эмали
НЦ-256 по ГОСТ 25515 НЦ-2127 НЦ-132 по ГОСТ 6631	У2,УХЛ4, Т3,О4 УХЛ4, Т3,О4 У2,УХЛ4,6	Наружные поверхности станков, оборудования при периодическом воздействии минеральных масел. Внутренние поверхности станков и оборудования при постоянном воздействии минеральных масел
ГФ-2136 ГФ-2136 МЭ	У2,УХЛ4, Т3,О4 У2,УХЛ4, Т3,О4	Наружные поверхности металлорежущих станков при незначительном воздействии на отдельные поверхности щелочных СОЖ
ХВ-238	7/3	Наружные и внутренние поверхности станков (шлифовальных), оборудования, подвергаемые периодическому воздействию щелочных СОЖ, раствора триэтанолламинов и др.
МЛ-12 по ГОСТ 9754 МЛ-165 по ГОСТ 12034 МЛ-165ПМ по ГОСТ 1203 МЛ-152 по ГОСТ 18099	Все условия эксплуатации по ГОСТ 9.104	Отдельные поверхности станков и оборудования, подвергаемые периодическому воздействию стружки, абразива и минеральных масел

Антропометрические признаки человека

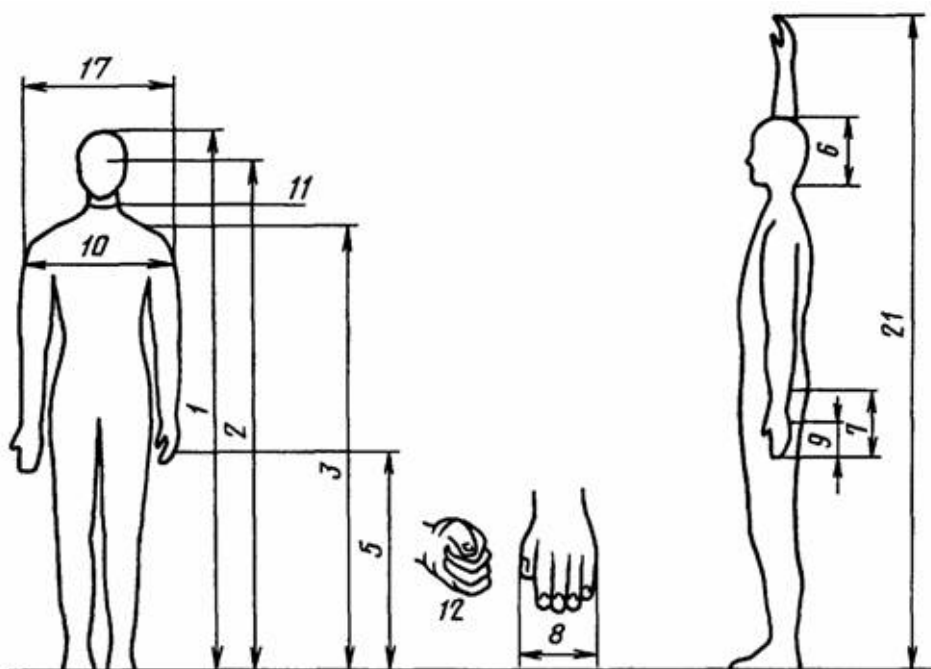


Рис. П.3.1. Схема антропометрических признаков тела человека в положении стоя

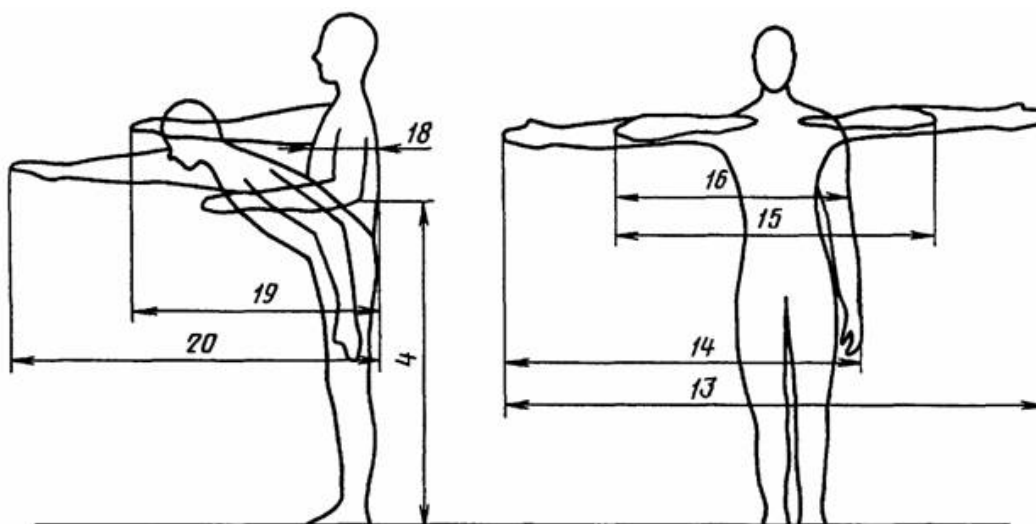


Рис. П.3.2. Схема антропометрических признаков тела человека в положении стоя

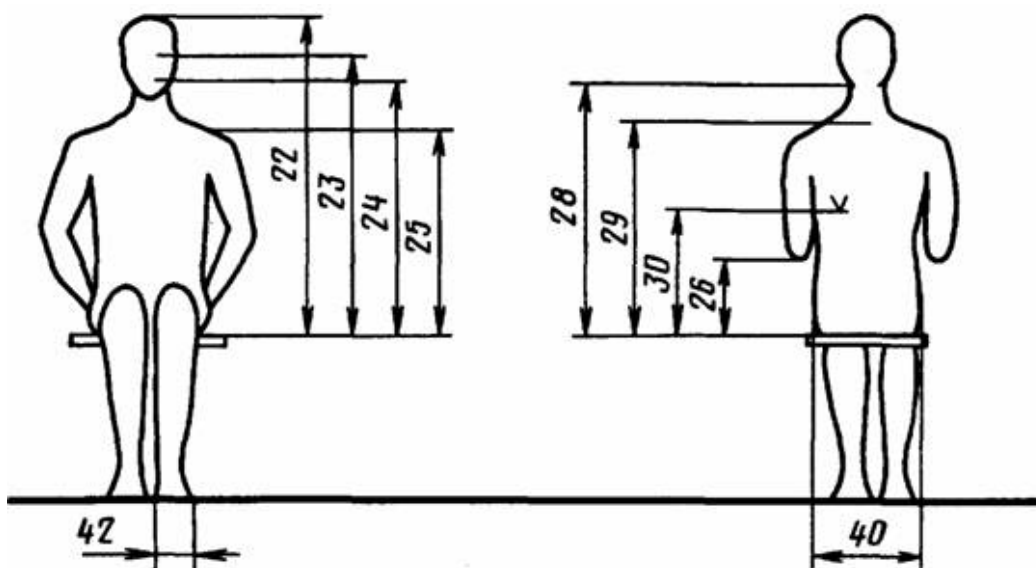


Рис. П.3.3. Схема антропометрических признаков тела человека в положении сидя

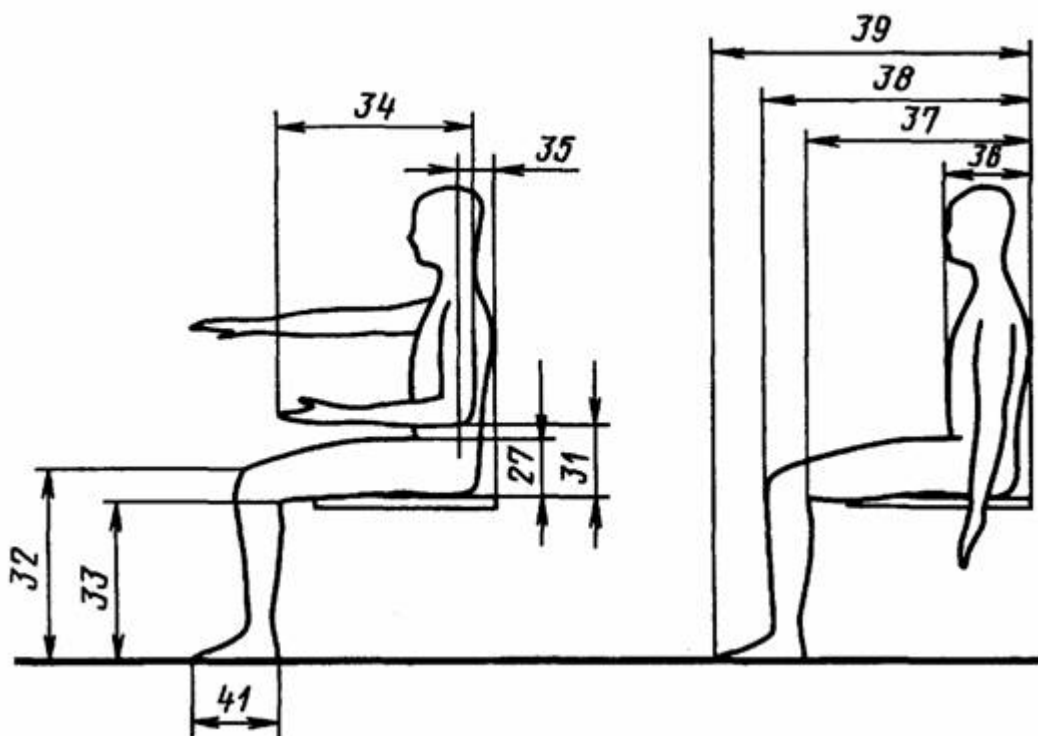


Рис. П.3.4. Схема антропометрических признаков тела человека в положении сидя

Статистические характеристики антропометрических признаков мужчин

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентилям				
		1	5	50	95	99
<i>Положение стоя</i>						
1. Высота вершечной точки над полом (длина тела, рост) – вертикальное расстояние от пола до вершечной точки на голове (наиболее выступающая вверх точка головы)	А	155,70	159,32	167,69	176,06	179,69
	Б	157,73	161,40	172,29	183,18	186,85
	В	163,25	167,21	176,79	186,35	190,31
2. Высота глаз над полом – вертикальное расстояние от пола до внутреннего угла глаза	А	143,40	146,73	154,77	162,82	166,15
	Б	145,03	149,31	159,66	170,01	174,29
	В	150,29	154,32	164,05	173,80	177,82
3. Высота плеча над полом – вертикальное расстояние от пола до акромиального конца ключицы	А	128,00	131,25	139,10	146,96	150,21
	Б	128,41	132,63	142,82	152,99	157,21
	В	133,37	137,23	146,13	155,04	158,90
4. Высота локтя над полом – вертикальное расстояние от пола до вершины локтевого отростка локтевой кости. Плечо ориентировано вдоль туловища и составляет с предплечьем прямой угол	А	92,66	95,36	101,59	107,82	110,52
	Б	–	–	–	–	–
	В	97,29	100,25	107,38	114,51	117,46
5. Высота фаланговой 3 точки над полом – вертикальное расстояние от пола до фаланговой 3 точки	А	64,17	66,37	71,47	76,57	78,78
	Б	65,46	67,82	73,54	79,24	81,22
	В	68,23	70,74	76,53	82,33	84,84
6. Длина верхнего отрезка сзади (голова плюс шея) – высота вершечной точки над полом минус высота шейной точки над полом	А	19,90	20,80	22,99	25,17	26,08
	Б	21,98	22,73	24,54	26,35	27,20
	В	–	–	–	–	–
7. Длина кисти – высота шиловидной точки над полом минус высота пальцевой 3 точки над полом	А	–	–	–	–	–
	Б	15,57	16,45	18,58	20,73	21,61
	В	–	–	–	–	–

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентиллям				
		1	5	50	95	99
8. Наибольшая ширина кисти – горизонтальное расстояние между наиболее выступающими в стороны точками пястно-фаланговых суставов 1 и 5 пальцев. Пальцы выпрямлены, большой палец прижат к остальным	А	8,78	9,24	10,31	11,37	11,82
	Б	9,43	9,80	10,69	11,57	11,94
	В	9,39	9,76	10,67	11,57	11,94
9. Длина 3 пальца – высота фаланговой 3 точки над полом минус высота пальцевой 3 точки над полом	А	7,95	8,54	9,96	11,38	11,97
	Б	8,27	8,75	9,90	11,05	11,53
	В	8,05	8,60	9,89	11,17	11,73
10. Бидельтоидный диаметр – максимальное горизонтальное расстояние между наиболее выступающими в стороны точками дельтовидных мышц	А	39,28	40,84	44,45	48,05	49,61
	Б	40,86	42,26	45,67	49,06	50,40
	В	40,41	41,87	45,26	48,64	50,11
11. Обхват шеи – горизонтальный обхват непосредственно под выступом щитовидного хряща	А	33,23	34,46	37,30	40,15	41,38
	Б	32,30	33,57	36,43	39,33	40,54
	В	32,53	33,81	36,77	39,73	41,01
12. Обхват кулака – горизонтальный обхват на уровне головок пястных костей при сжатой в кулак кисти	А	23,52	24,70	27,56	30,41	31,59
	Б	25,16	26,16	28,56	30,96	31,96
	В	25,20	26,27	28,76	31,24	32,32
13. Размах рук – горизонтальное расстояние между пальцевыми точками правой и левой рук, вытянутых в стороны на уровне плеч. Ладони направлены вперед, пальцы выпрямлены	А	157,43	162,26	173,42	184,58	189,41
	Б	159,78	165,40	178,96	192,50	198,12
	В	162,70	167,70	179,84	190,78	195,77
14. Дельтоидная левая – пальцевая 3 правая – горизонтальное расстояние между дельтоидной левой и пальцевой 3 правой точками. Левая рука опущена вдоль туловища. Правая рука вытянута в сторону строго горизонтально	А	101,05	103,97	111,01	118,04	120,96
	Б	101,20	104,77	113,40	122,55	126,12
	В	103,22	106,11	113,10	120,09	122,98

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентиллям				
		1	5	50	95	99
15. Размах рук, согнутых в локтях, – горизонтальное расстояние между локтевыми точками. Локти находятся на уровне плеч. Кисти выпрямлены, большие пальцы прижаты к груди	А	82,76	85,34	91,30	97,27	99,85
	Б	83,78	86,61	94,18	101,75	104,58
	В	83,81	86,78	93,63	100,49	103,46
16. Дельтоидная левая – локтевая правая – горизонтальное расстояние между дельтоидной левой точкой опущенной вниз руки и локтевой правой точкой. Правая рука согнута в локте, расположена на уровне плеча, большой палец прижат к груди	А	62,11	64,17	69,15	74,14	76,20
	Б	62,91	65,10	70,41	75,70	77,89
	В	63,48	65,50	70,16	74,82	76,84
17. Наибольший поперечный диаметр тела – горизонтальное расстояние между наиболее выступающими в стороны точками наружной поверхности свободно опущенных рук	А	41,84	43,82	48,37	52,92	54,89
	Б	42,90	44,85	49,55	54,25	56,20
	В	42,94	44,64	48,55	52,47	54,17
18. Наибольший переднезадний диаметр тела – горизонтальное расстояние между вертикальными плоскостями, проходящими через наиболее выступающие вперед и назад точки туловища	А	21,13	22,38	25,40	28,43	29,68
	Б	21,09	22,40	25,57	28,72	30,03
	В	18,94	20,21	23,26	26,32	27,58
19. Передняя досягаемость руки – расстояние между наиболее выступающей назад точкой туловища (ягодицы, лопатки) и пальцевой 3 точкой вытянутой вперед руки	А	75,90	78,43	84,56	90,68	93,22
	Б	73,62	76,73	84,23	91,73	94,84
	В	75,31	78,10	84,83	91,56	94,34

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентильям				
		1	5	50	95	99
20. Передняя максимальная досягаемость руки – расстояние от ягодиц до пальцевой 3 точки вытянутой вперед руки при максимальном наклоне корпуса вперед	А	–	–	–	–	–
	Б	119,80	124,11	134,53	144,93	149,20
	В	–	–	–	–	–
21. Вертикальная досягаемость руки – вертикальное расстояние от пола до пальцевой 3 точки максимально вытянутой вверх руки	А	198,32	203,44	215,83	228,21	233,34
	Б	–	–	–	–	–
	В	206,67	212,31	225,94	239,56	245,21
<i>Положение сидя</i>						
22. Высота вершечной точки над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до вершечной точки	А	82,19	84,06	88,59	93,13	95,01
	Б	84,02	85,92	90,49	95,06	98,96
	В	85,39	87,31	91,94	96,58	98,48
23. Высота глаз над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до внутреннего угла глаза	А	68,21	70,17	74,92	79,66	81,62
	Б	70,50	73,13	77,44	81,75	84,38
	В	71,92	73,96	78,89	83,82	85,86
24. Высота ротовой точки над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до середины смыкания губ	А	61,55	63,57	68,46	73,35	75,37
	Б	64,50	66,36	70,78	75,34	77,15
	В	64,89	67,06	72,07	77,06	79,24
25. Высота плеча над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до акромиального края ключицы	А	53,80	55,61	59,97	64,33	66,14
	Б	53,25	55,21	59,96	64,69	66,65
	В	54,81	56,71	61,30	65,90	67,80
26. Высота локтя над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до верхушки локтя. Плечо прижато к туловищу. Предплечье располагается горизонтально и образует с плечом прямой угол	А	17,50	18,95	22,45	25,96	27,41
	Б	16,99	18,73	22,85	27,11	28,85
	В	17,53	19,12	22,80	26,47	28,06
27. Высота бедра над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до наиболее выступающей части передней поверхности бедра	А	11,94	12,79	14,83	16,87	17,72
	Б	11,88	12,78	14,97	17,16	18,06
	В	11,21	12,08	14,08	16,09	16,96

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентильям				
		1	5	50	95	99
28. Высота первого шейного позвонка над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до верхнего края ямки, находящейся выше остистого отростка второго шейного позвонка	А	67,24	69,19	73,91	78,63	80,59
	Б	66,18	68,25	73,23	78,21	80,28
	В	69,38	71,49	76,36	81,23	83,33
29. Высота шейной точки над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до остистого отростка седьмого шейного позвонка	А	58,84	60,63	64,94	69,25	71,03
	Б	59,13	60,99	65,47	69,91	71,79
	В	59,79	61,55	65,80	70,05	71,78
30. Высота нижнего угла лопатки над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до вершины нижнего угла лопатки	А	37,83	39,62	43,94	48,26	50,05
	Б	38,92	40,50	44,50	48,50	50,08
	В	38,25	40,03	44,35	48,67	50,46
31. Высота линии талии над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до середины линии талии	А	18,06	19,96	24,54	29,12	31,01
	Б	21,26	22,72	26,26	29,80	31,26
	В	21,07	22,83	26,88	30,94	32,70
32. Высота колена над полом – вертикальное расстояние от пола до наиболее выступающей вверх точки на передней поверхности дистального конца бедра	А	47,40	48,90	52,54	56,18	57,69
	Б	50,13	51,99	56,47	60,93	62,79
	В	50,06	51,70	55,64	59,59	61,23
33. Высота подколенного угла над полом – вертикальное расстояние от пола до вершины угла, образованного в месте перехода мягких тканей бедра в мягкие ткани голени. Колено согнуто под прямым углом	А	37,82	39,14	42,32	45,51	46,83
	Б	39,90	41,52	45,44	49,36	50,98
	В	40,52	42,00	49,58	49,16	50,64
34. Локтевая – пальцевая 3 точка – горизонтальное расстояние от вершины локтевого отростка локтевой кости до пальцевой 3 точки. Плечо с предплечьем образуют прямой угол, пальцы выпрямлены	А	41,98	43,31	46,50	49,70	51,02
	Б	42,30	43,99	48,07	52,15	53,84
	В	42,76	44,23	47,63	51,03	52,51

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентиллям				
		1	5	50	95	99
35. Спинка сиденья – среднеподмышечная линия – горизонтальное расстояние от спинки сиденья до среднеподмышечной линии на уровне среднегрудинной точки	А	9,56	10,58	13,03	15,48	16,49
	Б	10,50	11,21	12,92	14,63	15,34
	В	10,02	11,25	14,22	17,19	18,42
36. Спинка сиденья – передняя поверхность туловища – горизонтальное расстояние от спинки сиденья до наиболее выступающей вперед точки на передней поверхности тела	А	18,02	19,36	22,61	25,85	27,19
	Б	18,86	20,28	23,89	27,12	27,92
	В	18,48	19,69	22,48	25,28	26,48
37. Спинка сиденья – подколенный угол – горизонтальное расстояние от спинки до подколенного угла	А	43,14	45,06	49,71	54,36	56,28
	Б	44,61	46,49	51,01	55,53	57,41
	В	46,49	48,22	52,24	56,26	57,99
38. Спинка сиденья – колено – горизонтальное расстояние от спинки до наиболее выступающей вперед точки надколенной чашки. Бедро и голень образуют прямой угол	А	50,75	53,18	59,04	64,90	67,33
	Б	53,03	55,33	60,89	66,45	68,75
	В	55,17	56,87	60,79	64,70	66,40
39. Спинка сиденья – конечная точка стопы – проекционное расстояние от спинки сиденья до конца 1, 2 или 3 пальца (наиболее выступающего). Бедро и голени расположены под прямым углом	А	–	–	–	–	–
	Б	64,14	67,76	76,49	85,22	88,84
	В	–	–	–	–	–
40. Наибольшая ширина таза (с учетом мягких тканей) – горизонтальное расстояние между наиболее выступающими наружу точками мягких тканей в области больших вертелов бедра	А	30,10	31,27	34,08	36,90	38,07
	Б	31,45	32,98	36,38	40,34	41,87
	В	31,04	32,28	35,14	38,00	39,24

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентильям				
		1	5	50	95	99
41. Длина стопы – проекционное расстояние от пяточной точки до конца наиболее выступающего вперед пальца. Конечная точка может размещаться на 1, 2 и 3 пальцах	А	23,52	24,26	26,04	27,81	28,55
	Б	23,88	24,71	26,72	28,72	29,55
	В	24,33	25,12	27,03	28,93	29,72
42. Ширина стопы – проекционное расстояние между наружной и внутренней плюсневыми точками	А	8,72	9,10	10,03	10,95	11,33
	Б	8,85	9,20	10,04	10,87	11,22
	В	9,03	9,42	10,38	11,33	11,72

Таблица П.3.2

Статистические характеристики антропометрических признаков женщин

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентильям				
		1	5	50	95	99
<i>Положение стоя</i>						
1. Высота вершечной точки над полом (длина тела, рост) – вертикальное расстояние от пола до вершечной точки на голове (наиболее выступающая вверх точка головы)	А	144,05	147,37	155,41	163,44	166,77
	Б	147,28	150,84	159,52	168,04	171,60
	В	153,66	157,00	165,07	173,13	176,47
2. Высота глаз над полом – вертикальное расстояние от пола до внутреннего угла глаза	А	132,06	135,37	143,36	151,35	154,66
	Б	135,90	139,39	147,81	156,23	159,72
	В	142,25	145,56	153,58	161,59	164,91
3. Высота плеча над полом – вертикальное расстояние от пола до акромиального конца ключицы	А	117,10	120,28	127,97	135,66	138,85
	Б	120,22	123,66	131,76	140,28	143,72
	В	125,57	128,72	136,32	143,91	147,06
4. Высота локтя над полом – вертикальное расстояние от пола до вершины локтевого отростка локтевой кости. Плечо ориентировано вдоль туловища и составляет с предплечьем прямой угол	А	86,42	88,89	94,84	100,79	103,26
	Б	–	–	–	–	–
	В	91,60	94,11	100,17	106,22	108,73

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентиллям				
		1	5	50	95	99
5. Высота фаланговой 3 точки над полом – вертикальное расстояние от пола до фаланговой 3 точки	А	60,41	62,56	67,74	72,92	75,06
	Б	61,15	63,34	68,62	73,90	76,09
	В	64,78	66,93	72,12	77,31	79,46
6. Длина верхнего отрезка сзади (голова плюс шея) – высота вершечной точки над полом минус высота шейной точки над полом	А	19,16	20,07	22,25	24,44	25,34
	Б	20,13	20,99	23,08	25,17	26,03
	В	–	–	–	–	–
7. Длина кисти – высота шиловидной точки над полом минус высота пальцевой 3 точки над полом	А	–	–	–	–	–
	Б	14,76	15,41	16,99	18,53	19,18
	В	–	–	–	–	–
8. Наибольшая ширина кисти – горизонтальное расстояние между наиболее выступающими точками пястно-фаланговых суставов 1 и 5 пальцев. Пальцы выпрямлены, большой палец прижат к остальным	А	7,89	8,24	9,08	9,91	10,26
	Б	7,39	7,90	9,14	10,37	10,88
	В	8,12	8,53	9,52	10,50	10,91
9. Длина третьего пальца – высота фаланговой 3 точки над полом минус высота пальцевой 3 точки над полом	А	7,68	8,31	9,85	11,39	12,03
	Б	7,57	8,01	9,08	10,13	10,59
	В	7,76	8,17	9,16	10,15	10,56
10. Бидельтоидный диаметр – максимальное горизонтальное расстояние между наиболее выступающими в стороны точками дельтовидных мышц	А	34,53	36,21	40,26	44,32	46,00
	Б	35,21	36,84	40,79	44,70	46,37
	В	36,64	38,06	41,47	44,88	46,30
11. Обхват шеи – горизонтальный обхват непосредственно под выступом щитовидного хряща	А	28,67	29,91	32,89	35,87	37,10
	Б	26,97	28,19	31,13	34,07	35,29
	В	29,04	30,02	32,39	34,77	35,75
12. Обхват кулака – горизонтальный обхват на уровне головок пястных костей при сжатой в кулак кисти	А	21,94	22,83	24,97	27,11	27,99
	Б	20,83	21,79	24,11	26,43	27,39
	В	22,09	23,03	25,30	27,58	28,52

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентильям				
		1	5	50	95	99
13. Размах рук – горизонтальное расстояние между пальцевыми точками правой и левой рук, вытянутых в стороны на уровне плеч. Ладони направлены вперед, пальцы выпрямлены	А	143,07	147,33	157,62	167,91	172,17
	Б	148,25	152,64	163,23	173,86	178,25
	В	152,06	156,05	165,66	175,28	179,27
14. Дельтоидная левая – пальцевая 3 правая – горизонтальное расстояние между дельтоидной левой и пальцевой 3 правой точками. Левая рука опущена вдоль туловища. Правая рука вытянута в сторону строго горизонтально	А	91,89	94,63	101,23	107,83	110,57
	Б	94,32	97,14	103,97	110,80	113,62
	В	96,38	98,87	104,88	110,89	113,38
15. Размах рук, согнутых в локтях – горизонтальное расстояние между локтевыми точками. Локти находятся на уровне плеч. Кисти выпрямлены, большие пальцы прижаты к груди	А	75,19	77,69	83,74	89,79	92,29
	Б	78,09	80,60	86,61	92,74	95,25
	В	79,49	81,98	88,01	94,05	96,54
16. Дельтоидная левая – локтевая правая – горизонтальное расстояние между дельтоидной левой точкой опущенной вниз руки и локтевой правой точкой. Правая рука согнута в локте и расположена на уровне плеча, большой палец прижат к груди	А	54,07	56,82	63,47	70,12	72,87
	Б	57,57	59,79	65,05	70,51	72,73
	В	59,77	61,59	65,98	70,37	72,18
17. Наибольший поперечный диаметр тела – горизонтальное расстояние между наиболее выступающими в стороны точками наружной поверхности свободно опущенных рук	А	38,39	40,75	46,44	52,14	54,49
	Б	39,77	41,78	46,65	51,52	53,53
	В	40,77	42,38	46,27	50,15	51,76

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентиллям				
		1	5	50	95	99
18. Наибольший переднезадний диаметр тела – горизонтальное расстояние между вертикальными плоскостями, проходящими через наиболее выступающие вперед и назад точки туловища	А	20,49	21,86	25,15	28,44	29,80
	Б	21,11	22,53	25,97	29,41	30,83
	В	19,13	20,35	23,29	26,23	27,45
19. Передняя досягаемость руки – расстояние между наиболее выступающей назад точкой туловища (ягодицы, лопатки) и пальцевой 3 точкой вытянутой вперед руки	А	68,43	70,68	76,10	81,53	83,77
	Б	68,70	71,17	77,12	83,07	85,54
	В	69,78	72,05	77,54	83,03	85,30
20. Передняя максимальная досягаемость руки – расстояние от ягодиц до пальцевой 3 точки вытянутой вперед руки при максимальном наклоне корпуса вперед	А	–	–	–	–	–
	Б	114,06	117,72	126,57	135,42	139,08
	В	–	–	–	–	–
21. Вертикальная досягаемость руки – вертикальное расстояние от пола до пальцевой 3 точки максимально вытянутой вверх руки	А	179,79	184,73	196,66	208,59	213,53
	Б	–	–	–	–	–
	В	193,20	197,88	209,18	220,47	225,15
<i>Положение сидя</i>						
22. Высота верхушечной точки над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до верхушечной точки	А	76,81	78,61	82,94	87,28	89,08
	Б	79,33	81,16	85,59	90,02	91,85
	В	81,50	83,30	87,65	91,99	93,79
23. Высота глаз над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до внутреннего угла глаза	А	63,78	65,88	70,94	76,01	78,10
	Б	67,23	69,03	73,39	77,75	79,55
	В	69,86	71,56	75,69	79,81	81,52
24. Высота ротовой точки над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до середины смыкания губ	А	57,99	59,96	64,71	69,46	71,43
	Б	60,94	62,72	67,03	71,34	73,12
	В	63,77	65,49	69,65	73,82	75,54

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентиллям				
		1	5	50	95	99
25. Высота плеча над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до акромиального края ключицы	А	50,10	51,76	55,76	59,76	61,42
	Б	50,79	52,48	56,58	60,68	62,37
	В	52,85	54,55	58,65	62,76	64,46
26. Высота локтя над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до верхушки локтя. Плечо прижато к туловищу. Предплечье расположено горизонтально и образует с плечом прямой угол	А	16,65	18,24	22,06	25,89	27,47
	Б	16,64	18,25	22,15	26,05	27,66
	В	17,94	19,28	22,50	25,73	27,07
27. Высота бедра над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до наиболее выступающей части передней поверхности бедра	А	10,50	11,54	14,05	16,56	17,60
	Б	11,21	12,23	14,70	17,17	18,19
	В	11,25	12,11	14,18	16,25	17,11
28. Высота первого шейного позвонка над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до верхнего края ямки, находящейся выше остистого отростка второго шейного позвонка	А	59,11	61,30	66,58	71,87	74,06
	Б	62,56	64,32	68,58	72,84	74,60
	В	66,02	67,82	72,16	76,49	78,28
29. Высота шейной точки над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до остистого отростка седьмого шейного позвонка	А	54,46	56,54	61,58	66,61	68,70
	Б	55,17	56,93	61,19	65,45	67,21
	В	56,95	58,50	62,24	65,97	67,52
30. Высота нижнего угла лопатки над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до вершины нижнего угла лопатки	А	36,90	38,52	42,42	46,32	47,94
	Б	37,15	38,74	42,50	46,40	47,99
	В	37,20	38,64	42,12	45,60	47,04
31. Высота линии талии над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до середины линии талии	А	18,97	20,10	22,84	25,57	26,71
	Б	19,87	21,25	24,59	27,93	29,31
	В	21,19	22,50	25,64	28,79	30,09

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентильям				
		1	5	50	95	99
32. Высота колена над полом – вертикальное расстояние от пола до наиболее выступающей вверх точки на передней поверхности дистального конца бедра	А	43,85	45,21	48,49	51,78	53,14
	Б	47,14	48,57	52,02	55,47	56,90
	В	46,74	48,10	51,37	54,65	56,01
33. Высота одколенного угла над полом — вертикальное расстояние от пола до вершины угла, образованного в месте перехода мягких тканей бедра в мягкие ткани голени. Колено согнуто под прямым углом	А	34,29	35,44	38,20	40,97	42,11
	Б	37,16	38,42	41,46	44,50	45,76
	В	37,24	38,42	41,27	44,13	45,31
34. Локтевая – пальцевая 3 точка — горизонтальное расстояние от вершины локтевого отростка локтевой кости до пальцевой 3 точки. Плечо с предплечьем образуют прямой угол, пальцы выпрямлены	А	38,60	39,76	42,57	45,37	46,54
	Б	39,94	41,09	43,87	46,65	47,80
	В	40,12	41,18	43,74	46,29	47,35
35. Спинка сиденья – среднеподмышечная линия – горизонтальное расстояние от спинки сиденья до среднеподмышечной линии на уровне среднегрудинной точки	А	8,06	8,94	11,07	13,20	14,09
	Б	9,21	9,94	11,70	13,46	14,19
	В	10,98	11,82	13,84	15,87	16,71
36. Спинка сиденья – передняя поверхность туловища – горизонтальное расстояние от спинки сиденья до наиболее выступающей вперед точки на передней поверхности тела	А	17,24	18,81	22,61	26,41	27,98
	Б	18,50	20,10	23,96	27,82	29,44
	В	18,27	19,68	23,08	26,48	27,89
37. Спинка сиденья – подколенный угол – горизонтальное расстояние от спинки до подколенной ямки	А	41,45	43,08	47,01	50,95	52,58
	Б	42,06	43,84	48,13	52,42	54,20
	В	43,36	44,87	48,54	52,21	53,72

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентильям				
		1	5	50	95	99
38. Спинка сиденья – колено – горизонтальное расстояние от спинки до наиболее выступающей вперед точки надколенной чашки. Бедро и голень образуют прямой угол	А	49,24	51,30	56,29	61,29	63,34
	Б	51,05	53,02	57,63	62,52	64,49
	В	50,65	52,41	56,67	60,93	62,70
39. Спинка сиденья – конечная точка стопы – проекционное расстояние от спинки сиденья до конца 1, 2 или 3 пальца (наиболее выступающего). Бедро и голени расположены под прямым углом	А	–	–	–	–	–
	Б	62,21	65,15	72,24	79,33	82,27
	В	–	–	–	–	–
40. Наибольшая ширина таза (с учетом мягких тканей) – горизонтальное расстояние между наиболее выступающими наружу точками мягких тканей в области больших вертелов бедра	А	30,59	32,47	37,00	41,53	43,40
	Б	32,88	35,10	39,19	43,12	45,34
	В	32,82	34,26	37,74	41,22	42,66
41. Длина стопы – проекционное расстояние от пяточной точки до конца наиболее выступающего вперед пальца. Конечная точка может размещаться на 1, 2 или 3 пальцах	А	21,22	21,99	23,85	25,70	26,47
	Б	21,35	22,13	24,03	25,92	26,70
	В	22,38	23,04	24,62	26,19	26,85
42. Ширина стопы – проекционное расстояние между наружной и внутренней плюсневными точками	А	8,09	8,48	9,44	10,39	10,78
	Б	7,23	7,70	8,86	10,01	10,48
	В	8,08	8,51	9,53	10,54	10,97

Таблица П.3.3

Зависимость освещения от характера деятельности и типа работы

Освещение, лк	Характеристики зрительной деятельности	Тип работы
500	Очень точная работа, распознавание деталей размером менее 0,2 мм	Очень сложные зрительные задачи
3000	Распознавание деталей 0,1–0,2 мм	Точный контроль
2000	Контроль деталей менее 0,4 мм	Сборка и монтаж приборов при среднем контрасте и малом отражении
1500	Контроль деталей менее 0,5 мм	Граверные работы
1000	Точная работа по различению деталей размером 0,2–1,0 мм	
500	Средней точности работы по различению деталей размером от 1 до 7 мм	Конструкторские, чертежно-графические работы, отладка приборов и систем точной механики
300	Контроль деталей размером от 2 до 10 мм	Чтение, письмо, административная работа, работа в пресс-цехе
250	Грубая работа по различению деталей размером 10–100 мм	Грубый контроль, работа на механическом производстве
160	Ориентация 100–500 мм	Упаковочные и экспедиционные работы, работы на литейном производстве
125	Общая ориентация	Уборка входов, лестниц, выходов

Таблица П.3.4

Размеры приводного элемента поворотных выключателей и переключателей

Сопротивление перемещению на оси переключателя, Н	Размеры приводного элемента, мм							Усилие, необходимое для перемещения приводного элемента, Н
	I типа			II и IV типов		III типа		
	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	
До 0,5	–	–	–	–	–	6	12	1,6
0,5–1,0	–	–	–	–	–	10	13	2,0

Сопrotивление перемещению на оси пере- ключателя, Н	Размеры приводного элемента, мм							Усилие, необходимое для переме- щения при- водного элемента, Н
	I типа			II и IV типов		III типа		
	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>d</i>	<i>h</i>	
1,0–1,5	–	–	–	–	–	15	13	2,0
1,5–2,0	–	–	–	–	–	20	15	2,0
2,0–2,5	–	–	–	–	–	40	25	1,2
2,5–4,0	–	–	–	50	38	50	25	1,6
4,5–5,0	–	–	–	60	40	–	–	1,6
5,0–10,0	–	–	–	70	45	–	–	3,3
10,0–15,0	–	–	–	75	45	–	–	4,2
15,0–20,0	–	–	–	80–100	55	–	–	5,3'
20,0–50,0	–	–	–	100–120	55	–	–	10,0"
50,0–100,0	–	–	–	80–100	–	–	–	16,6"
До 2,0	20	2–3	10	–	–	–	–	2,0
2,0–3,0	25	3–4	12	–	–	–	–	2,4
3,0–5,0	30	3–5	12	–	–	–	–	3,3
5,0–10,0	35	3–5	15	–	–	–	–	5,7
10,0–15,0	40	5–8	15–18	–	–	–	–	7,5
15,0–30,0	45	5–10	20	–	–	–	–	13,3'
30,0–50,0	55	8–12	25	–	–	–	–	18,1"
50,0–100,0	90	12–15	40	–	–	–	–	22,2"

'Частота переключения не более пяти раз в мин.

"Частота переключения не более двух раз в мин.

""Частота переключения не более одного раза в мин.

Примечание. В технически обоснованных случаях (с увеличением частоты использования, в зависимости от технологии изготовления, применяемых материалов и т. д.) допускается изменять указанные размеры в пределах плюс 50 – минус 50, за исключением типов II и IV с усилиями переключения свыше 50 Н.

**Функционально-цветовое кодирование кнопок
при их большом количестве (более 10)**

При наличии на панелях управления большого количества кнопок (более 10) должны использоваться следующие принципы группирования:

1. *Горизонтально-цветовое группирование.* Кнопки располагаются горизонтальными рядами. В каждом ряду размещается от пяти до двадцати кнопок. Группирование кнопок внутри ряда производится в соответствии с табл. П.4.1.

Таблица П.4.1

Принципы горизонтального группирования кнопок

Общее число кнопок	Группы кнопок и число кнопок в группе	Общее число кнопок	Группы кнопок и число кнопок в группе	Общее число кнопок	Группы кнопок и число кнопок в группе	Общее число кнопок	Группы кнопок и число кнопок в группе
6	5+1	10	5+5	14	5+5+4	18	5+5+5+3
7	5+2	11	5+5+1	15	5+5+5	19	5+5+5+4
8	5+3	12	5+5+2	16	5+5+5+1	20	5+5+5+5
9	5+4	13	5+5+3	17	5+5+5+2	–	–

Первую и третью группы кнопок окрашивают одинаковым цветом в случае слабой освещенности панелей управления или одинаковым оттенком цвета при хорошей освещенности, соответственно, вторую и четвертую группы кнопок окрашивают другим цветом или оттенком цвета.

Горизонтально-цветовое группирование применяют при количестве горизонтальных рядов не более пяти.

2. *Вертикально-цветовое группирование.* Такое группирование применяют при числе горизонтальных рядов более пяти в соответствии с табл. П.4.2.

Принципы вертикального группирования кнопок

Общее число горизонтальных рядов	Группы горизонтальных рядов и число рядов в них	Общее число горизонтальных рядов	Группы горизонтальных рядов и число рядов в них
6	5+1	14	5+5+4
7	5+2	15	5+5+5
8	5+3	16	5+5+5+1
9	5+4	17	5+5+5+2
10	5+5	18	5+5+5+3
11	5+5+1	19	5+5+5+4
12	5+5+2	20	5+5+5+5
13	5+5+3	–	–

Первая и третья группы горизонтальных рядов должны иметь одинаковый цвет или оттенок, отличный от цвета или оттенка второй и четвертой группы.

Расстояние между группами рядов должно быть больше расстояния между отдельными рядами на величину диаметра кнопок.

Учебное издание

Михайлов Михаил Иванович
Шабакаева Зинаида Якубовна

ХУДОЖЕСТВЕННОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Учебное пособие

Редактор *А. В. Власов*
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 06.01.16.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 18,37. Уч.-изд. л. 19,04.
Тираж 30 экз. Заказ № 365/5.

Издатель и полиграфическое исполнение
Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого.
Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя
печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48