

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Сибирский федеральный университет

**Ф. М. Носков**

# **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ**

Учебное пособие

В двух частях

**Часть I**

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Красноярск  
СФУ  
2019

УДК 739(07)+621.7(07)  
ББК 34.7я73  
Н844

**Рецензенты:**

*Н. М. Романченко*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины» Красноярского государственного аграрного университета;

*С. Ю. Воронина*, кандидат химических наук, старший научный сотрудник ресурсного центра «Космические аппараты и системы» Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

**Носков, Ф. М.**

Н844

Основы технологии художественной обработки материалов : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. I. Основные принципы технологии художественной разработки промышленных изделий / Ф. М. Носков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. – 210 с.

ISBN 978-5-7638-4187-9 (ч. 1)

ISBN 978-5-7638-4214-2

Описаны основные принципы технологии художественной разработки промышленных изделий, виды, концепции, средства дизайна. Представлены методы конструирования формы изделий. Особый упор сделан на рассмотрении основ художественной разработки технических изделий: категорий, свойств, качеств и средств композиции.

Предназначено для бакалавров направления 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов».

Электронный вариант издания см.:

<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 739(07)+621.7(07)

ББК 34.7я73

ISBN 978-5-7638-4187-9 (ч. 1)  
ISBN 978-5-7638-4214-2

© Сибирский федеральный университет, 2019

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Характеристика принципов художественной разработки и дизайна промышленных изделий.....</b>	<b>6</b>
1.1. Основные понятия и определения.....	6
1.2. Теоретические концепции дизайна.....	10
1.3. Общие требования технической эстетики (художественной разработки и компоновки).....	13
<b>2. Промышленный дизайн. Методы и средства.....</b>	<b>15</b>
2.1. Представление о форме.....	15
2.2. Жизненный цикл изделия.....	17
2.3. Свойства изделия.....	19
2.4. Последовательность создания изделия.....	21
<b>3. Методы конструирования формы.....</b>	<b>29</b>
3.1. Ограничения.....	29
3.2. Изменение структуры.....	31
3.3. Изменения формы на основе анализа функциональных поверхностей.....	35
3.4. Метод деления и синтез формы.....	40
<b>4. Основы композиции в технике.....</b>	<b>44</b>
4.1. Категории композиции.....	44
4.1.1. Тектоника.....	44
4.1.2. Объемно-пространственная структура.....	55
4.1.3. Взаимосвязь тектоники и объёмно-пространственной структуры.....	69
4.2. Свойства и качества композиции.....	71
4.2.1. Гармоничная целостность формы.....	72
4.2.2. Соподчиненность элементов.....	76
4.2.3. Композиционное равновесие.....	83
4.2.4. Симметрия и ассиметрия.....	88
4.2.5. Динамичность и статичность.....	100
4.2.6. Единство характера формы.....	106
4.3. Средства композиции.....	114
4.3.1. Композиционный прием.....	117

4.3.2. Пропорции и пропорционирование .....	119
4.3.3. Масштаб и масштабность .....	129
4.3.4. Контраст .....	134
4.3.5. Нюанс и нюансировка .....	143
4.3.6. Метрический повтор .....	150
4.3.7. Ритм .....	154
4.3.8. Цветовая композиция .....	157
4.3.9. Тени и пластика .....	173
<b>Заключение.....</b>	<b>179</b>
<b>Библиографический список.....</b>	<b>180</b>
<b>Приложения .....</b>	<b>181</b>

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИНЦИПОВ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ И ДИЗАЙНА ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

## 1.1. Основные понятия и определения

Смысловые корни термина «дизайн» восходят к латинскому «*designare*» – определять, обозначать. Итальянское «*disegno*» со времен Ренессанса обозначало проекты, рисунки, а также основополагающие идеи. В Англии понятие «*design*» распространилось в XVI в.

Термин «дизайн» появился в нашей стране относительно недавно. До этого проектирование вещей называлось «художественным конструированием», а теория создания вещей «технической эстетикой».

Под дизайном сегодня понимается как собственно творческий художественный или художественно-технический процесс в сфере проектной деятельности, так и результаты этого процесса – проекты – эскизы, чертежи, макеты, другие видео- и аудиоматериалы. Термин «дизайн» также употребляется для характеристики осуществленных проектов – изделий, средовых объектов, полиграфической продукции и пр. Это слово породило и производные понятия: «дизайнер» – художник-конструктор, «дизайн-форма» – внешняя форма предмета и др.

Таким образом, *дизайн* – это различные виды проектировочной деятельности, имеющей целью формирование эстетических и функциональных качеств предметной среды. *Художественное конструирование* – дизайн в узком смысле – проектирование промышленных изделий, обладающих эстетическими свойствами.

Важно то, что в отличие от обычных видов искусства, таких как живопись, эстетическая и выразительная составляющая дизайнера хоть и является неотъемлемой, но отнюдь не единственной, а в некоторых случаях не самой важной составляющей. Например, если идет речь о дизайне станка, на первое место разработчиками ставится прежде всего функциональность изделия, а отнюдь не эстетическая ценность дизайнера. Ведь что проку от суперстильного станка, не способного выполнять свою основную функцию? С другой стороны, если целью яв-

ляется разработка дизайна одежды, то первичным будет уже привлекательность, эстетичность изделия.

Ценность каждой вещи в двух началах – пользе и красоте. В каждом предмете заложено техническое и эстетическое начало, всегда непостоянное и исторически сменяемое. В конце 30-х гг. XX в. дизайн стал проникать в область культурно-бытовых изделий – художники стали участвовать в проектировании большинства промышленных изделий. В отличие от сферы «чистой техники» дизайнерские произведения в той или иной мере носят на себе следы влияния личности художника.

В культуре XX в. дизайн стал явлением, возникшим как реакция на стихийное формирование визуальных и функциональных свойств предметной сферы. Родившись в начале века, он прочно стал на ноги в его середине как специфический вид проектирования утилитарных изделий массового производства. Изделий удобных, функциональных и, самое главное, красивых. Это то явление, которое в англоязычных, а затем и в других странах обозначалось термином *industrial design* – индустриальный дизайн.

В результате дизайн стал отражать комплекс явлений, связанных с хозяйственно-экономической жизнью общества, явлениями культуры в целом и искусства в частности, стал деятельностью, предваряющей изготовление изделий и создание средовых объектов – проектной деятельностью. Среди основных тенденций развития человеческого общества XX в., получивших отражение в дизайне можно выделить:

- массовое машинное промышленное производство;
- урбанизация (сосредоточение населения и экономической жизни в крупных городах);
- развитие науки, техники, использование достижений науки и техники в повседневной жизни (электроэнергия, телефон, телеграф, фотография, новые средства транспорта, звукозапись, кинематограф);
- традиции и опыт художественно-прикладных ремесел;
- архитектурное проектирование («старое» явление);
- инженерное проектирование («новое» явление);
- процессы в искусстве: от классического искусства к импрессионизму и к постимпрессионизму как многоплановому явлению;
- кризис аналитических процессов в изобразительном искусстве.

Классический дизайн выкристаллизовался из симбиоза ремесленного художественно-прикладного творчества, машинного промышленного производства, архитектурного и инженерного проектирования. Глобализация дизайна сопровождается специализацией проектировщиков, хотя эти процессы достаточно условны и многие дизайнеры успешно работают в нескольких сферах одновременно. Выделим основные виды современного проектного дизайнерского творчества.

**Индустриальный дизайн** охватывает широчайший круг объектов, как говорят, «от иголки до самолета». Точнее, наоборот. Главенствующее место занимает проектирование изделий группы «А» – средств производства, наиболее наукоемких, технически сложных, определяющих хозяйственно-экономический потенциал государства. Это продукция машиностроения и станкостроения, средства транспорта, вооружение.

Наиболее массовый характер имеет дизайн изделий группы «Б» – предметов потребления. Группа в свою очередь делится на специфические подгруппы. В традиционном понимании к индустриальному дизайну относятся бытовые приборы, аппаратура, инвентарь и пр.

Особое место занимает дизайн мебели и оборудования для интерьеров, а также посуда, столовые приборы, проектирование которых имеет глубокие корни в ремесленном производстве.

Специфические особенности присущи дизайну медицинского оборудования, изделий для инвалидов и пожилых людей. Свои особенности имеет проектирование для детей, в частности, игрушек.

**Графический дизайн** также является продолжением многовековых традиций и одним из наиболее распространенных видов дизайнерского творчества. Получив вместе с рекламой второе дыхание в начале XX в, прикладное графическое искусство сегодня охватывает практически все сферы жизни общества.

К традиционным видам книжного и плакатного оформления, решению упаковки, этикеток, разработкам фирменных знаков и фирменных стилей, шрифтов сначала добавилась коммуникативная ветвь (в интерьерах зданий, на пространствах населенных пунктов и дорог). Позднее – заставки, рекламные ролики на телевидении, а в последнее десятилетие – компьютерный дизайн.

**Компьютерный дизайн** переходит из прикладного состояния, обслуживающего ранее сложившиеся виды дизайнерского проектиро-

вания в самостоятельный вид творчества, включающий в себя направление, связанное с созданием веб-сайтов и объединенных с ними сервисов в Интернете. Построение графических и видео-изображений, всей системы информации в сети определяется своими, зачастую жесткими правилами.

***Дизайн архитектурной среды*** охватывает интерьеры и внешнюю архитектурную среду. Решение интерьеров и оборудования общественных и производственных зданий, жилых помещений имеет свои особенности, определяющие круг дизайнерских задач и проектных методов. Активное использование методов дизайна при формировании среды, повышенное внимание к потребительскому уровню оборудования площадей и улиц относятся к середине 60-х гг. XX в., когда стали создаваться благоустроенные пространства городов.

Сегодня появилось понятие ландшафтного дизайна, потеснившее традиционные садово-парковое искусство и ландшафтную архитектуру.

***Дизайн выставочных экспозиций***, праздничного оформления среды жизнедеятельности занимает место на стыке графического и дизайна архитектурной среды, обладая специфическими особенностями и уже сложившимися традициями.

***Дизайн одежды и аксессуаров*** – понятие, которое еще только становится общепотребляемым. Индустрия моды живет во многом по своим законам. Художники-модельеры создают уникальные коллекции «от кутюр» и более близкие к массовому, серийному выпуску «преда-порте». Сегодня при создании не только последних, но и первых все больше используются современные материалы и технологии, учитываются интересы широких слоев населения, а самое главное – специфические методы дизайн-проектирования.

***Арт-дизайн*** (англ. *art* – искусство). Его особенность состоит в том, что усилия дизайнера направлены в первую очередь на организацию художественных впечатлений, получаемых от образа воспринимаемого объекта. Изделия лишаются утилитарного значения (или сохраняют его в малой степени) и становятся почти исключительно декоративными, выставочными, т. е. фактически проектируются эмоции. В связи с переходом к рынку «эмоциональных покупок» опыт создания произведений арт-дизайна все шире используется в проектировании продукции индустриального дизайна.



## 1.2. Теоретические концепции дизайна

Дизайн непосредственно связан не только с материальным производством и рынком. Теоретические концепции дизайна, суждения о нем, его целях, методах и средствах в конечном счете зависят от комплекса социально-экономических и культурно-эстетических факторов, общественных систем. Дизайн в течение всей истории (возникновение, становление, широкое распространение) был и остается социально и идейно неоднородным. Деятели дизайна (как практики, так и теоретики) неоднозначно понимали и понимают цели и задачи своего творчества.

Все это обуславливает различие суждений о художественно-эстетических возможностях дизайна, неоднозначное понимание взаимосвязи формы и функции в нем. И все же несколько доминирующих тенденций мы выделим из всего их разнообразия для начала в западном дизайне.

**Функционализм** – направление в эстетике, основанное на принципе – форма, следующая за функцией в чисто утилитарном плане (без учета социальной составляющей функции). То есть форма в дизайне – результат почти «чисто» инженерной деятельности. Форма строится на основе конструктивных и технологических закономерностей, «человеческие факторы» учитываются в пределах эргономики. Факторы символично-эстетические, художественные якобы не должны беспокоить дизайнеров.

Крайний функционализм, в значительной степени оправданный для ограниченного круга чисто технических изделий для сферы производства, распространенный на всю среду жизнедеятельности, на область материально-художественной культуры, не может быть признан прогрессивным направлением. Это направление, менее всего связанное с принципами изобразительных искусств, почти не пользовалось такими понятиями, как «композиция», «стиль», «образ» и т. п.

**Дизайн как специфическая художественная профессия**, область самовыражения художника, форма искусства. Это направление, противоположное функционализму, в котором понятие формы переносится из сферы современного изобразительного искусства с преимущественным акцентом на абстрактные формы. Дизайн объявляется свободной игрой

форм, выводится из внутренних побуждений художника к творчеству форм.

**Коммерческий дизайн (стайлинг)** – 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. Стайлинг придает изделию новый, коммерчески выгодный вид. Он тесно связан с конкретными характерными чертами образа жизни, с модой и изменением предпочтений.

**Системный подход в дизайне.** В связи с усложнением проектируемых объектов, структура которых была многоуровневой, или относительно несложных объектов, но встроенных в систему многоаспектных связей с производственной, экологической и социально-культурной средой был разработан дизайн с системным подходом. Для таких объектов оказались непригодными традиционные методы дизайна, рассчитанные на проектирование единичных изделий. Такой подход во многом был связан с принципиальным отказом от художественно-интуитивных методов в пользу системотехники, кибернетики и других строго логизированных, научно обоснованных приемов.

Ограниченность упрощенного понимания природы творчества в этом методе привела к кризисной ситуации в дизайн-проектировании, осознанной в конце 70-х г. прошлого века. Пришло понимание того, что проектные решения не могут основываться лишь на тщательно собранных научных данных. Нельзя абстрагировать решения от социально-политического и экономического контекстов, целей и задач проектирования.

**Создание изделий, пленяющих воображение, приносящих наслаждение, удобных, надежных.** В 80–90-е г. XX в. рынок предметов первой необходимости в постиндустриальных странах уходит в прошлое. Бум рутинных покупок «по необходимости» оставлен далеко позади новым рынком – «рынком удовольствия», рынком «эмоциональных покупок».

Дизайнеры и конструкторы, не забывая о функциональности, удобстве и безопасности в эксплуатации, делают акцент на оригинальность формальных признаков (пластики, цвета, фактуры и пр.) – на впечатлении от изделий, их эффектности. С упором на подсознательное производятся исследования по выявлению не только эмоций потребите-

лей при эксплуатации изделий, но и мотиваций по выбору тех или иных моделей.

В отечественном дизайне первые концепции зародились в конце 50-х, начале 60-х г. XX в., до этого слово дизайн вообще было под запретом.

**Аксиоморфологическая концепция.** Под морфологией понимается структура, которую человек придает веществу природы в процессе своей целенаправленной трудовой деятельности. Предмет выступает на поверхность явлений своей вещной, морфологической стороной, и, воспроизводя ее, дизайнер занят поиском естественно-природных, вещественных, натуральных свойств объекта. В понятии аксиологии абстрагируется совокупность полезных функций вещи – ее общественно-ценностные свойства.

В концепции намечаются связи дизайна с искусством, делается акцент на выделении условий общественного функционирования вещей, выявлении их культурной ценности. Основные положения концепции, связанные с понятием эстетической ценности, легли в основу анализа и оценки потребительских свойств товаров народного потребления и используются, в частности, при оценке промышленных изделий.

Иной принцип был предложен экспериментальной студией союза художников СССР – это **принцип «открытой формы»** художественного проектирования, который выражается в четырех положениях:

- творческой основой художественного проектирования является изобразительное искусство, оно – источник проектных смыслов и художественных средств арт-дизайна;
- художественное проектирование может осуществляться как особый вид коллективного творчества, родственник творчеству театральной труппы;
- художественный проект, воплощенный в виде пространственной конструкции, разработанной композиционно, пластически в специфический макетный материал, выступает как самостоятельное, художественное произведение и может быть представлено на выставке или в музее как результат нового вида художественного творчества;
- основным полем приложения художественного проектирования является городская среда в местах «средоточения» архитектуры и традиционного дизайна.

Художественного проектирования промышленных изделий не получалось, не было знания техники и технологий, не было связей с промышленностью, и поэтому метод был реализован лишь в архитектуре.

**Метод дизайн-программ** – конкретных практических форм реализации системного дизайна – соединяет в целостный процесс разработку эстетико-художественной концепции сложного социально-культурного объекта с разработкой программно-целевой организации системы деятельности по реализации разработанного проекта. В структуру дизайн-программы входят четыре блока, каждый из которых представляет собой срез этой программы: проблемно-целевой, концептуальный, организационно-управленческий, проектно-конструкторский.

Проблемно-целевой блок содержит формулировку проблемы, цели и задачи программы, а также краткий анализ и оценку исходного состояния проблемы, формулировку конечных проблемных результатов и сроков их реализации.

Концептуальный блок описывает основной замысел и подход к решению проблемы.

Организационный блок дает характеристику конкретных и детально разработанных форм, методов и порядка организации и управления разработкой программы и контроля за ее реализацией.

Проектный блок охватывает вопросы всего комплекса заданий, мероприятий и решений по проектированию комплексного объекта поэтапно, на всех стадиях формирования и выполнения дизайн-программы, вплоть до промышленной организации проекта.

### **1.3. Общие требования технической эстетики (художественной разработки и компоновки)**

К общим требованиям технической эстетики относят:

**выразительность** – способность изделия своим внешним видом наглядным образом отображать качество, обеспечивая соответствующее эстетическое восприятие;

**оригинальность** – совокупность своеобразных элементов формы и их отношений, дающих возможность отличить данную машину от ряда однотипных. Понятие оригинальности не исключает, а предпо-

лагают сохранение определенных признаков формы: национальных, отраслевых, фирменных;

**гармоничность** – свойство формы машины быть органично согласованной с элементами формы, что достигается определенными соотношениями яркости, цвета, размеров и расположением различных элементов; требование гармоничности распространяется также на согласованность машины с помещением, где она эксплуатируется, в том числе, когда машина является частью ансамбля или функционально связанной системы;

**требование стилевого единства** предъявляют к признакам формы машины, которые отражают исторически сложившиеся социально-экономические и идейно-эстетические принципы, а также художественно-конструкторские методы и средства их воплощения;

**современность стиля** – согласованность между общим стилем машины и уровнем развития стиля мира материальной культуры. Ведущими принципами современного стиля формообразования являются: предельная общественная целесообразность, гуманность, демократизм, общий мажорный тон, чистота, ясность, изящество.

## 2. ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА

### 2.1. Представление о форме

Большая часть окружающего нас мира состоит из объектов, обладающих одним основным свойством – формой, т. е. определенными очертаниями, устройством частей и общим расположением последних. Форма может быть результатом одного из следующих четырех видов процессов:

- 1) неуправляемые процессы, когда форма зависит только от условий окружающей среды, например образование бульжника, гальки, гор;
- 2) процессы, подчиняющиеся физическим и химическим законам, а также условиям окружающей среды, например образование кристаллов льда, слюды;
- 3) процессы, управляемые генами и условиями окружающей среды, например живые организмы;
- 4) процессы, регулируемые желаниями людей или инстинктами животных и условиями окружающей среды, например, промышленные изделия, плотины бобров, птичьи гнезда.

В настоящее время, когда промышленные изделия во все возрастающей степени доминируют в повседневной практике (особенно там, где окружающая среда создается руками человека), появилась необходимость в более пристальном анализе процессов, определяющих форму изделий, для того, чтобы мы могли проектировать окружающую нас среду максимально соответствующей нашим потребностям.

В качестве первой попытки такого анализа рассмотрим клапан (рис. 1). Конструкция клапана и детали, из которых он собран, описаны ниже.

Чтобы сделать возможной сборку клапана с помощью регулируемого гаечного ключа, соединяемые детали вентиля снабжены шестигранниками. Вращающаяся гайка под маховичком *1* также выполнена шестигранной, и, следовательно, ее можно затянуть гаечным ключом. Маховичку *1* придана круглая форма, чтобы человек мог крепко захватить его рукой в любом положении. На штоке *2* клапана нарезана резьба,

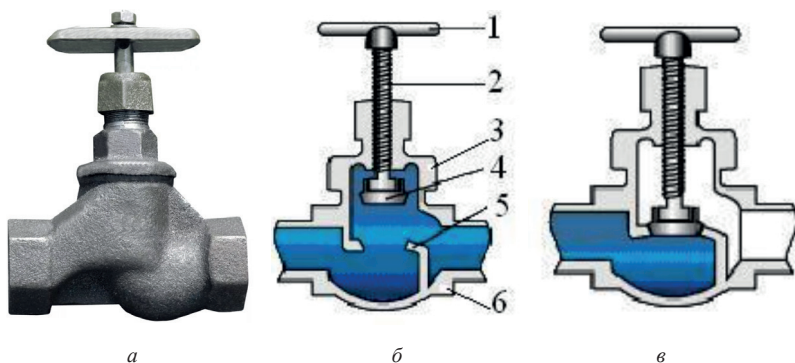


Рис. 1. Клапан (вентиль) водопроводный: *а* – внешний вид; *б* – схема клапана в открытом состоянии; *в* – схема в закрытом состоянии; 1 – маховичок; 2 – шток; 3 – крышка коробки сальника; 4 – затвор; 5 – седло; 6 – корпус

так как его функция состоит в преобразовании вращательного движения (маховичка) в поступательное движение относительно седла клапана 5. Седло клапана 5 имеет кольцевую форму, а его лицевая сторона обрабатывается фрезой, чтобы обеспечить плотный контакт с прокладкой. Внутренней полости клапана придана форма, облегчающая движение потока. Внешние очертания клапана образованы двумя пересекающимися цилиндрами. Форма цилиндра определяется литейной формой, в которой отливают корпус клапана.

Подобным образом можно проанализировать чашку и блюдце, показанные на рис. 2. Чашка и блюдце имеют симметрию вращения в результате вращения заготовки на гончарном станке или (если изделия получены в литейной форме) потому, что они традиционно имеют симметрию вращения. Чашка выполнена цилиндрической, потому что этот внешний вид был найден удобным и желательным. Диаметр чашки в основании сделан меньше, потому что в этом случае чашка удобна для установки одна в другую, а также по соображениям внешнего вида. Желобок в основании чашки позволяет стекать воде при мытье чашки в моечной машине. Ручке придана такая форма, чтобы она не нагревалась чрезмерно при пользовании чашкой. Кромка блюдца поднята вверх, потому что блюдце должно удерживать жидкость, выплеснувшуюся из чашки.



Рис. 2. Чашка с блюдцем

Даже если эти два примера немного упрощенные, они все-таки ясно показывают, что конструкция изделия и его элементов зависит от многих различных факторов, например от производственного процесса, функционального назначения, удобства транспортирования, внешнего вида и экономики. Другой, очень важный фактор, который нельзя забывать, это личность конструктора (дизайнера) изделия. Несмотря на многие требования, предъявляемые к изделию в технических условиях, всегда остаются возможности для того, чтобы конструктор мог выразить свои идеи и суждения.

Понимание факторов, влияющих на конструкцию, должно основываться на знании различных этапов существования изделия. Поэтому ниже рассмотрена модель жизненного цикла изделия от замысла до разрушения, а также более детальная модель процесса создания изделия.

## **2.2. Жизненный цикл изделия**

Все изделия создаются, используются и в конце концов приходят в негодность. Поэтому рассмотрим поближе, что происходит с изделием до эксплуатации, в процессе эксплуатации и после эксплуатации. Эксплуатация изделия представляет собой процесс, который вызывает внешние изменения, выражающиеся в переходе из одного состояния в другое. Необходимость этого превращения является причиной создания изделия,



например: ножницы (целый лист бумаги – бумага, разделенная на два куска), напильник (заготовка с заусенцами – заготовка со снятыми фасками на кромках), телевизор (человек с потребностью в развлечениях и информации – человек, удовлетворивший потребность в развлечениях и информации), экструдер (пластмасса в гранулах – пластмассовый профиль непрерывной длины с требуемым поперечным сечением).

Прежде чем изделие поступает в эксплуатацию, потребитель покупает его у торговой фирмы, которая приобретает это изделие у изготовителя. Когда изделие выполнило свое назначение, износилось или разрушилось, оно уничтожается. Если эти события расположить последовательно, то можно проиллюстрировать период существования изделия, как показано на рис. 3. Исходной точкой служит информация о потребностях, для удовлетворения которых предназначено изделие. Первый этап – это процесс конструирования, в ходе которого рассматриваются возможные методы удовлетворения нужд потребителя и окончательно отрабатываются технические условия на готовое изделие.

Для деталей, которые производятся в больших количествах, процесс конструирования и выбор метода производства может несколько отличаться; на рис. 3 в целях сохранения его ясности этот вид производства не отражен. Далее следует процесс производства изделия, после которого изделие сбывается торговой фирме, а последняя продает его потребителю. Только теперь изделие может функционировать согласно запланированному назначению. Период существования изделия оканчивается его разрушением. Этот процесс может быть активным, т. е. изделие подвергается раздроблению, разбирается на части или переплавляется, или пассивным, в последнем случае изделие ржавеет, крошится или распадается и т. д.

Рис. 3 показывает, что в процесс конструирования вводится информация о всех этапах существования изделия. Процесс конструирования может быть эффективным только в том случае, если конструктор будет полностью осведомлен о том, что происходит с изделием вне чертежной доски. Таким образом, изделие создается в процессе конструирования с учетом всех требований и пожеланий, возникающих на всех этапах.

Важно иметь в виду, что на рис. 3 показано общее направление создания изделия в промышленных условиях. Если изделие конструи-

рует и изготавливает одно и то же лицо, то первые два этапа могут быть объединены. Заметим, что процесс конструирования может определяться не только информацией, касающейся потребностей или функций, но и самой идеей создания изделия или новых конкурирующих изделий.

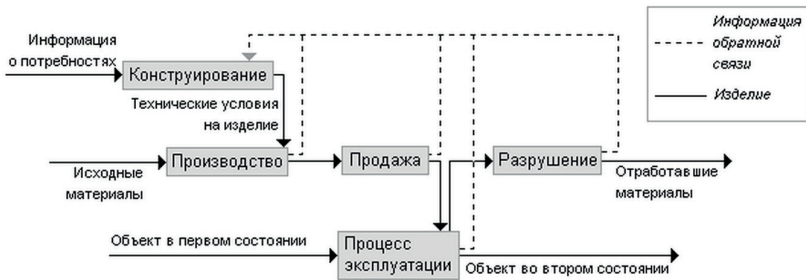


Рис. 3. Схема процессов, охватывающая жизненный цикл изделия

Однако входная информация, показанная на рис. 3, рассматривается как основная, потому что в других ситуациях может возникнуть необходимость вернуться назад и начать с анализа потребностей.

## 2.3. Свойства изделия

Любой объект (какое-либо изделие, машина или система) обладает характерными свойствами. Некоторые из этих свойств полезны, но другие могут быть более или менее нежелательными. Наиболее важное свойство из всех – это основная функция изделия, потому что она помогает потребителю в удовлетворении его нужд. Другими желательными свойствами могут быть приятный внешний вид, легкость перемещения, безопасность, долговечность и надежность.

Прежде чем приступить к конструированию, конструктор должен, может быть, в сотрудничестве с потребителем, составить перечень желаемых свойств изделия. В процессе конструирования, когда изделие создается, именно эти свойства определяют выбор принимаемых конструктивных решений.

К сожалению, нельзя конструировать изделие таким путем, чтобы желаемые свойства определялись одно за другим, так как эти свойства не являются независимыми переменными. Однако мы считаем, что пять свойств можно выделить среди всех, которые в сумме полностью определяют изделие. Для изделий в целом таким свойством является структура (т. е. элементы изделия и их взаимозависимость), а для каждого элемента – форма, материал, размеры, поверхность. Эти пять свойств принимаются за основные свойства. Важно подчеркнуть, что эти свойства являются переменными, которыми конструктор может манипулировать, а изделие создается последовательными решениями вопросов, связанных с этими переменными. Таким образом, все другие свойства, как полезные, так и нежелательные, выводятся из этих основных свойств. Однако поскольку эта цель не всегда достигается, необходимо различать желаемые свойства и фактически полученные свойства.

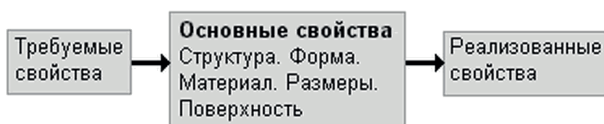


Рис. 4. Модель процесса конструирования

Таким образом, мы приходим к модели процесса конструирования, показанной на рис. 4. Эта модель охватывает все этапы процесса от анализа проблемы до готового изделия. На начальном этапе анализа проблема изучается со всех сторон. Результаты этого изучения выражаются, с одной стороны, в конкретной формулировке требуемой функции, а с другой стороны – в перечне требуемых свойств, которые образуют критерии, служащие фундаментом для выбора решений. Далее следует этап синтеза, т. е. этап, на котором создается конструкция изделия. Это выполняется путем предварительного (грубого) определения шаг за шагом основных свойств – структуры, формы, материала, размеров и поверхности. Когда решены вопросы основных свойств, конструирование изделия завершено, и оно может быть изготовлено. После изготовления изделие обладает свойствами, которые, как можно надеяться, близки к требуемым свойствам, установленным в процессе первоначального анализа.

## 2.4. Последовательность создания изделия

Модель процесса конструирования (рис. 5) упрощена с целью показать только общую схему процесса. Данной схемой нельзя пользоваться как единственно возможным и обязательным рецептом для конструирования изделия, но ее можно, однако, развить, чтобы попытаться достичь этого.

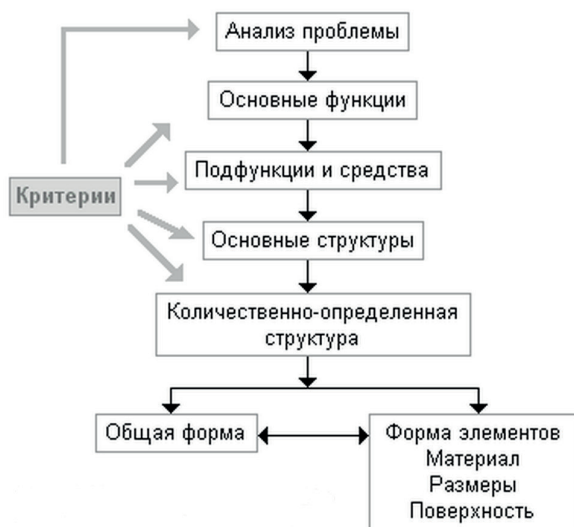


Рис. 5. Синтез изделия. Модель процесса конструирования, показывающая ступени создания изделия

Детализированную модель создания изделия можно назвать синтезом, так как она показывает последовательные ступени этого процесса (см. рис. 5). Черные стрелки указывают последовательность ступеней во времени. В начальной точке синтеза изделия встречаются два вида выходных данных, вытекающих из анализа проблемы, а именно: с одной стороны, определение требуемой функции – основной функции (возможно несколько подчиненных основных функций), а с другой стороны – перечень требуемых свойств, которые могут быть также описаны как критерии оптимального изделия.

На рис. 5 видно, что следующей ступенью является определение структуры. В синтезе изделия эта очень важная ступень разделена на ряд шагов, начиная с деления требуемой функции на подфункции. Затем следует изучение возможных средств реализации подфункций, сочетание их в основной структуре и, наконец, адаптация в количественно определенной структуре, где решающие параметры оптимизированы и где определено относительное расположение элементов. Форма рассматривается в двух параллельных ветвях, поскольку общая форма и формы составляющих элементов определяются одновременно. Подробная форма элементов включает спецификацию материалов, размеров и поверхностей.

Из схемы синтеза изделия (см. рис. 5) следует, что критерии для оптимального изделия используются на протяжении всего процесса конструирования в качестве руководящих данных и для управления каждым шагом при принятии решений.

Ниже даны обзор индивидуальных ступеней синтеза изделия и типичные примеры.

**Основные функции.** Основная функция изделия есть способ, с помощью которого выходные данные определяются посредством входных данных. Если рассматривать изделие как сложную систему, то мы можем анализировать его функции на всех уровнях от функции общей системы (основная функция или, возможно, несколько параллельных основных функций) до функций подсистем и элементов (подфункции). Представление о функции является очень важным инструментом для анализа проблемы с ясно определенными деталями, которые выражают то, что изделие должно быть в состоянии выполнять.

**Подфункции и средства.** Под средством мы понимаем решение, т. е. метод, подсистему или элемент, посредством которого может быть осуществлена данная функция. Деление основной функции на подфункции и затем на субподфункции и т. д. может проводиться попеременно с поиском средств для их реализации. Один из возможных методов выполнения этой работы состоит в построении так называемой древовидной схемы функция-средство. На рис. 6 показано, как может выглядеть в начале процесса древовидная схема функция – средство автоматической чайварки. Теоретически древовидная схема функция – средство может быть детализирована вплоть до ступени получения средства в виде