



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Основы конструирования машин»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к выполнению практических занятий по курсу «Дизайн машин»

Авторы
Антибас И.Р.,
Дьяченко А.Г.,
Партко С.А.,
Савостина Т.П.,
Сиротенко А.Н.,

Ростов-на-Дону, 2016

Аннотация

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Дизайн машин» предназначены для студентов, обучающихся на специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства» по профилю «Конструирование машин и оборудования».

В связи с тем, что по данной дисциплине нет необходимой литературы в библиотечном фонде университета, публикуются данные методические указания, в которых приведены общие положения дизайна, основные термины, виды дизайна, а также пример выполнения дизайна.

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Основы конструирования машин»

И.Р. Антибас

к.т.н., доцент кафедры «Основы конструирования машин»

А.Г. Дьяченко

к.т.н., доцент кафедры «Основы конструирования машин»

А.Н. Сиротенко

к.т.н., старший преподаватель кафедры «Основы конструирования машин»

С.А. Партко

ассистент кафедры «Основы конструирования машин»

Савостина Т.П.



Основы конструирования машин

Оглавление

1. Введение	4
2. Виды дизайна	7
3. Порядок выполнения дизайна	9
4. Последовательное создание изделия	11
5. Общий порядок при проектировании машин.....	12
6. Требования технической эстетики, показатели качества промышленных и декоративных изделий	13
7. Процесс художественного конструирования промышленных изделий	14
8. Процесс художественного конструирования.....	16
9. Элементы функционального процесса работы бытового пылесоса .	17
10. Классификация проектирования конструкций машин.....	19
11. Общие соображения при проектировании машин.....	20
12. Удобство и комфорт в дизайне.....	21
13. Теория промышленного дизайна	30
Контрольные вопросы.....	44
Литература.....	45

Основы конструирования машин

1. Введение

Слово «Дизайн» употребляется (и устно, и в печати) практически всеми кругами нашего общества. «Какой дизайн!» - обыденное восклицание подростков, да и зрелых мужей при виде иномарок (мотоциклов, автомобилей). О совершенном или оригинальном дизайне «кричит» реклама бытовой техники. При разговоре о денежных знаках отмечают лаконичный, строгий (например, японских купюр) или архаичный (деньги Республики Лаос) дизайн. «Мне нужен современный дизайн!» - требование бизнесмена к интерьеру офиса и жилья. Восторг менеджера мебельного салона: «Я приобрел двадцать английских дизайнов (проектов)». Многие молодые, а также люди с жизненным опытом желают «заниматься дизайном, работать в дизайне».

Дизайн - это творческая деятельность, целью которой является определение формальных качеств промышленных изделий. Эти качества включают и внешние черты изделия, но главным образом структурные и функциональные взаимосвязи, которые превращают изделие в единое целое как с точки зрения потребителя, так и с точки зрения изготовителя.

1. Теория системного проектирования. Метод дизайн - программ

В связи с постановкой и реализацией крупных социальных народно-хозяйственных целевых программ в отечественном дизайне сложилась ситуация, потребовавшая иных подходов к дизайн-деятельности.

Новая теоретическая концепция начала складываться в конце 1970-х и получила стройное воплощение в 80-е годы. Она базировалась на использовании системного подхода к изучению и моделированию сложных объектов и многокомпонентных систем. Но системный подход использовался несколько в ином плане, чем это было отражено в идеях системного проектирования конца 1950-х – середины 60-х годов.

Основы конструирования машин

Цели, задачи, функции, содержание и способы организации деятельности по решению крупномасштабных задач, комплексному повышению качества промышленных изделий и предметной среды жизнедеятельности определяются термином «дизайн-программа».

Дизайн-программа - конкретная практическая форма реализации системного дизайна. Этот метод 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 (рис. 1), каждый из которых представляет особый её срез: проблемно-целевой, концептуальный, организационно-управленческий и 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 содержит описание основного замысла и подхода к решению проблемы, обобщенной и целостной программной модели комплексного объекта, задающей принципиальные его характеристики (типологические функциональные, морфологические, технологические) и в самых общих чертах организационную стратегию по достижению конечных целей.

Организационный блок даёт характеристику конкретных и детально разработанных форм, методов и порядка организации и управления разработкой программы и контроля за её реализацией, а также перечень необходимых организационно-хозяйственных мероприятий.

Проектный блок охватывает вопросы всего комплекса заданий, мероприятий и решений по проектированию комплексного объекта, поэтапно,

Основы конструирования машин

на всех стадиях формирования и выполнения дизайн-программы, вплоть до промышленной организации проекта.

Дизайн-программа предусматривает создание целостных фрагментов предметной среды жизнедеятельности человека, являясь эффективным средством повышения качества промышленной продукции, совершенствования её ассортимента, снижения себестоимости и одновременно повышения эффективности её производства.

Проектируя предметные совокупности, образующие системы, дизайнер не только задает программу их функционирования в системе, но и в рамках программного подхода сам разрабатывает наиболее эффективные формы собственной деятельности, т. е. проектирования [3].

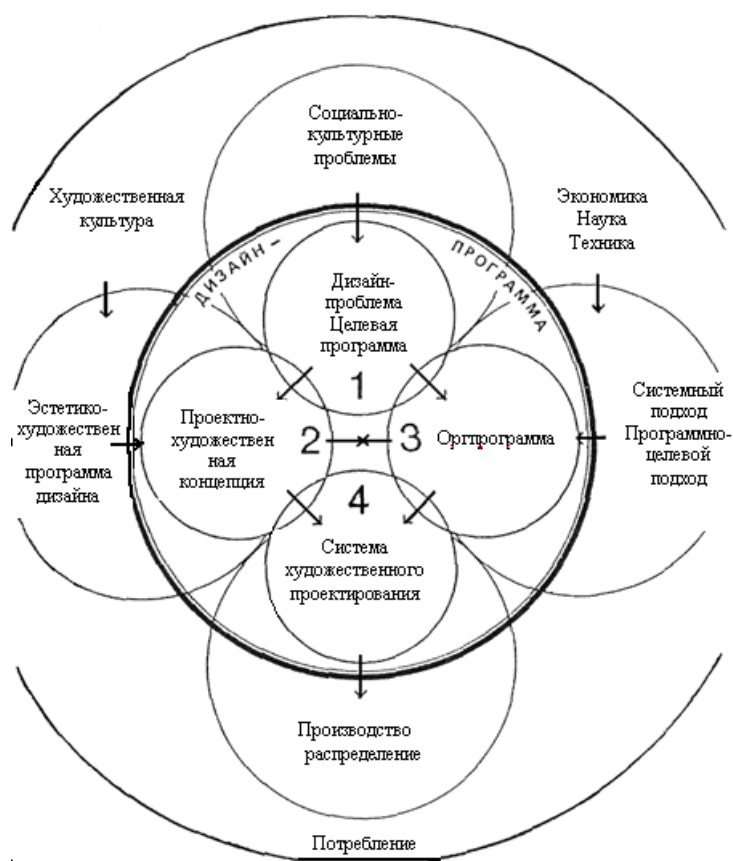


Рис. 1. Обобщенная структура дизайн-программы

В дизайне сфокусировался комплекс явлений, связанных с хозяйственно-экономической жизнью общества, явлениями культуры в целом и

Основы конструирования машин

искусства в частности, деятельности, предваряющей изготовление изделий и создание средовых объектов проектной деятельности:

- массовое машинное промышленное производство урбанизация (сосредоточение населения и экономической жизни в крупных городах);
- развитие науки и техники, и использование их достижений 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

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.

2. Виды дизайна

Индустриальный дизайн охватывает широчайший круг объектов, как говорят, «от иголки до самолета». Точнее, наоборот. Главенствующее место занимает проектирование изделий группы «А», 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, аппа-

Основы конструирования машин

ратура, инвентарь и пр.

Графический дизайн также является продолжателем многовековых традиций и одним из наиболее распространенных видов дизайнерского творчества. Получив вместе с рекламой второе дыхание в начале XX века, 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 дорогах). Позднее заставки, рекламные ролики на телевидении, а в последнее десятилетие - компьютерный дизайн.

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 обще употребляемым. Индустрия моды живет во многом по своим законам. Художники модельеры создают уникальные коллекции «от кутюр» (haute couture) и более близкие к массовому, серийному выпуску «предапорте» (pret-a-porter). 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 (и часто единственно) на организацию художественных впечатлений, получаемых от образа воспринимаемого объекта. Изделия лишаются утилитарного значения (или сохраняют его в малой степени) и становятся почти исключительно

Основы конструирования машин

декоративными, выставочными, т. е. фактически проектируются эмоции.

Компьютерный дизайн переходит из сферы прикладного состояния, обслуживающего ранее сложившиеся виды дизайнерского проектирования в самостоятельный вид творчества, включающий в себя направление, связанное с так называемыми Web-site в интернете. Построение графических изображений, всей системы информации в этой сети определяется своими, довольно 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 годов, когда стали создаваться благоустроенные пространства городов. Сегодня появилось понятие ландшафтного дизайна, потеснившее традиционные: садово-парковое искусство и ландшафтную архитектуру.

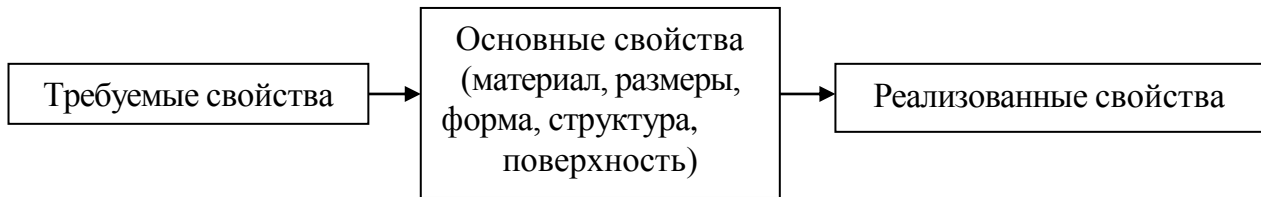
3. Порядок выполнения дизайна

Любой объект (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

Основы конструирования машин

конструктивных решений.

К сожалению, нельзя конструировать изделие таким путем, чтобы



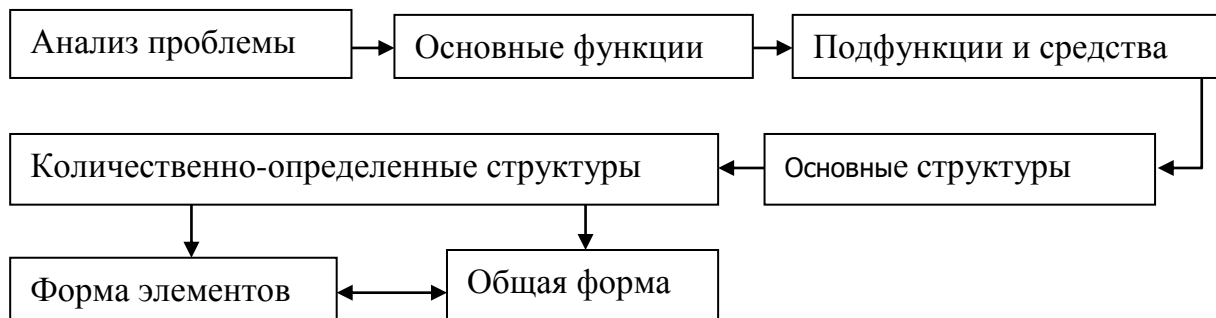
желаемые свойства определялись одно за другим, так как эти свойства не являются независимыми переменными. Однако принято считать, что среди всех можно выделить пять основных свойств, которые в сумме полностью определяют изделие. В целом таким свойством для изделия является структура (т. е. элементы изделия и их взаимозависимость), а для каждого элемента - форма, материал, размеры, поверхность. 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, приходя, таким образом, к следующей модели процесса конструирования. 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 конкретной формулировке требуемой функции, а с другой стороны, 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

Основы конструирования машин

изделие обладает реализованными свойствами, которые, как можно надеяться, близки к требуемым свойствам, установленным в процессе первоначального анализа.

4. Последовательное создание изделия

Приведенная выше упрощенная модель процесса конструирования, дает только общую схему процесса. Данной схемой нельзя пользоваться как рецептом для конструирования изделия, однако ее можно развить, чтобы попытаться достичь этого. Так как мы интересуемся преимущественно качеством формы, то детализируем только те этапы модели, где устанавливаются основные свойства. Ниже приведена детализированная модель (синтез изделия), показывающая ступени создания изделия, в определенной временной последовательности.



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. Эти критерии на протяжении всего процесса конструирования используются, в качестве руководящих данных, для управления каждым шагом при принятии решений.

Следующей ступенью является определение структуры. В синтезе

Основы конструирования машин

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.

5. Общий порядок при проектировании машин

При разработке элементов машин, нет жестких правил. Проблема может быть решена несколькими способами. Тем не менее, общая процедура решения проблемы дизайна заключается в следующем:

1. Признание необходимости. Прежде всего, необходимо чётко сформулировать проблему, в которой указать на необходимость её решения, цель или цель, для которой машина должна быть разработана.
2. Синтез механизма. Выбрать возможный механизм или группу механизмов, которые дадут желаемое движение.
3. Анализ сил. Найти силы, действующие на каждый элемент машины и энергию, передаваемую от каждого пользователя.
4. Выбор материала. Выбрать материал, который лучше всего подходит для каждого элемента машины.
5. Дизайн элементов (размеров и напряжений). Найти размер каждого элемента машины, рассматривая силу, действующую на отдельные элементы и допустимые нагрузки для выбранного материала. Имеется в виду, что каждый элемент не должен отклоняться или деформироваться больше допустимого предела.

Основы конструирования машин

6. Модификация. Изменить размер элемента согласно прошлого опыта и суждений с целью облегчения его производства. Изменения также могут касаться при рассмотрении производства отдельных элементов машины для снижения их общей стоимости.

7. Детальный чертеж. Нарисовать детальное изображение каждого элемента и выполнить сборочный чертёж машины с полной спецификацией для осуществления дальнейших производственных процессов.

8. Производство. Элемент, в соответствии с рисунком 1-1.

6. Требования технической эстетики, показатели качества промышленных и декоративных изделий

Все эти требования подразделяются на: специальные, функциональные, эргономические, эстетические и экономические суммарные материальные затраты. В свою очередь, каждый из вышперечисленных требований подразделяется на основные и дополнительные.

Специальные основные требования должны учитывать: удовлетворение потребностей в социальном заказе, соответствие его функциональных способностей необходимым технологическим процессам и ассортименту.

Специальные дополнительные требования должны учитывать: новизну и оригинальность, патентопригодность, конкурентоспособность, степень стандартизации и унификации.

Функциональные основные требования должны учитывать: качество вырабатываемого продукта, производительность машины, универсальность и разнообразие выполняемых ею операций.

Функциональные дополнительные требования должны учитывать: возможность применения для осуществления других функций (например, использование корпуса пылесоса как пуфика).

Основы конструирования машин

Эргономические основные требования должны учитывать: удобство и безопасность эксплуатации машины, количество операций по обслуживанию, интенсивность работы (ритм) и физические нагрузки, возникающие при обслуживании.

Эргономические дополнительные требования должны учитывать: подготовку машины к работе, удобство осмотра, ремонта и транспортировки, уровни шума, вибрации, запылённости и т.п.

Эстетические основные требования должны учитывать: целостность формы, её рациональность, соразмеримость составляющих её элементов, контраст, масштабность, цветовую гамму, силовое единство и соответствие

Эстетические дополнительные требования должны учитывать: отделку поверхности, качество примыканий и покрытий, уровень выполнения фирменных знаков, графическую выразительность, сопроводительную документацию и упаковку.

Экономические основные суммарные материальные затраты должны включать: заводскую стоимость, стоимость упаковки, транспортировки, предпродажного обслуживания, возможные затраты при ремонте.

Экономические дополнительные суммарные материальные затраты должны включать: стоимость электроэнергии, для некоторых машин пищевой промышленности стоимость моющих средств при зачистке и мойке.

7. Процесс художественного конструирования промышленных изделий

Этот процесс включает три стадии инженерного проектирования: эскизный проект, технический проект и разработку рабочей документации.

Основы конструирования машин

К этапам художественного проектирования на стадии эскизного проекта относятся: эскизное проектирование, анализ и выбор вариантов художественно-конструкторских предложений, изучение конструкций, материалов и технологии изготовления изделий, разработку эскизных вариантов изделия в графике и объёме (с учётом данных эргономики и т.п.), а также анализ и выбор эскизных вариантов.

Результатами работы художника-конструктора на стадии эскизного проекта должны быть: эскизный проект изделия, варианты художественно-конструкторских предложений, данные о конструктивных решениях, свойства материалов и технологии, эскизы и поисковые модели изделия, а также окончательный вариант эскизного решения изделия.

К этапам художественного проектирования на стадии технического проекта относятся: художественно-конструкторский проект, окончательная компоновка изделия, художественно-конструкторская проработка формы, разработка сложных поверхностей, выбор конструктивных и отделочных материалов, моделирование и макетирование, экономические обоснования решения, оформление проекта, а также согласование технического проекта.

Результатами работы художника-конструктора на стадии эскизного проекта должны быть: художественно-конструкторский проект, компоновочные чертежи изделия, чертежи внешнего вида изделия, эскизы рабочих чертежей узлов внешней формы, эскизы рабочих чертежей сложных поверхностей, модель или макет изделия, а также пояснительная записка.

К этапам художественного проектирования на стадии разработки рабочей документации относятся: рабочее проектирование, разработка теоретических чертежей сложных поверхностей, разработка чертежей узлов и деталей, а также согласование рабочей документации.

Основы конструирования машин

Результатами работы художника-конструктора на стадии разработки рабочей документации должны быть: рабочие чертежи, теоретические чертежи сложных поверхностей, чертежи узлов и деталей, наиболее существенных для внешнего вида изделий.

8. Процесс художественного конструирования

Инженерное проектирование включает две стадии: техническое задание и техническое предложение.

Этапы художественного конструирования на стадии технического задания включают: разработку технического задания, предварительный анализ проектной ситуации, формулировку художественно-конструкторской проблемы, участие в составлении технического задания на проектирование.

Результатами работы художника-конструктора на стадии технического задания является формирование технического задания в окончательном виде.

Этапы художественного конструирования на стадии технического предложения включают: разработку художественно-конструкторских предложений, исследование относящихся к изделию данных социологии, эргономики, типологии и т.п., определение требований технической эстетики к разрабатываемому изделию, определение художественно-конструкторской задачи, разработку предварительных вариантов художественно-конструкторских предложений.

Результатами работы художника-конструктора на стадии технического предложения являются: художественно-конструкторское предложение, данные предпроектных исследований, формулирование требований технической эстетики к изделию, формулирование художественно-конструкторской задачи, варианты компоновочных схем изделий, а также

художественно-конструкторские предложения.

9. Элементы функционального процесса работы бытового пылесоса

При проектировании данного изделия к основным элементам процесса относятся: фиксация штуцера в патрубке пылесоса, включение и выключение пылесоса, работа с пылесосом, манипуляции шлангов с насадками, очистка пылесоса после работы, разборка пылесоса при ремонте, а также хранение пылесоса.

Комплекс функциональных условий первого элемента процесса включает следующее: простоту закрепления и плотность примыкания штуцера, герметичность соединения патрубков в месте ввода.

Комплекс функциональных условий второго элемента процесса включает следующее: педаль включения должна находиться в хорошо видимой зоне, при нажатии на педаль устойчивость прибора должна сохраняться.

Комплекс функциональных условий третьего элемента процесса включает следующее: необходима центровка веса при размещении ручки на корпусе, для мощных напольных пылесосов нужно обеспечить свободное качение, форма не должна затруднять передвижение прибора, форма и компоновка механизма должны обеспечивать максимальную устойчивость пылесоса на полу (при наличии воздушной подушки – устойчивость при прекращении поддува).

Комплекс функциональных условий четвертого элемента процесса включает следующее: шланг должен крепиться к корпусу в таком месте, чтобы при перемещении пылесоса не создалось перегибов шланга, выбор материала шланга должен подчиняться этому же требованию.

Комплекс функциональных условий пятого элемента процесса вклю-

Основы конструирования машин

чает следующее: лёгкость открывания замка или защёлок, снятия крышек и пылесборника, материалы которого должны легко очищаться.

Комплекс функциональных условий пятого элемента процесса включает следующее: минимальное количество крепёжных элементов, высокая прочность взаимного расположения рабочих деталей.

Комплекс функциональных условий пятого элемента процесса включает следующее: минимальные габариты по сравнению с аналогом той же мощности, вписываемость прибора в интерьер. Если предполагается хранение машины в контейнере, нужно разработать специальные требования к нему.

Результат синтезирования – проект изделия, обладающего хорошо функционирующей структурой и новой ценностью. В результате проектирования процесс формообразования и композиции органически сливаются, образуя изделие с оптимальными свойствами.

Предметом проектирования машин является либо создание принципиально новых машин, либо улучшение уже существующих. Новой (либо улучшенной) машиной является та, которая будет более экономичной в общей стоимости затрат на её производство и эксплуатацию. Процесс дизайна является достаточно долгим и трудоёмким. Начало этого процесса заключается в исследовании существующих идей (анализ наработок по проектируемому изделию), затем формулируется идея по её улучшению (модернизации), проведение маркетинговых исследований с точки зрения прогноза её коммерческого успеха и затем, оформить эту идею в виде эскизной компоновки. При подготовке компоновки необходимо позаботиться о наличии денежных ресурсов, а также необходимых материалах для успешного воплощения идеи в реальную конструкцию. При разработке отдельных элементов конструкции разработчикам необходимо обладать хорошими знаниями многих предметов таких как математика, инженерная

Основы конструирования машин

механика, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, инженерная графика и т.д.

10. Классификация проектирования конструкций машин

Проектирование машин может быть классифицирован следующим образом:

1 – **Адаптивный дизайн**: в большинстве случаев, работа дизайнера связана с адаптацией существующих конструкций. Этот тип конструкции не требует никаких специальных знаний или навыков и может быть принята дизайнерами обычной технической подготовка. Дизайнер только вносит небольшие корректировки, либо модификации в существующую конструкцию проектируемого объекта.

2 – **дизайн Разработка**: этот тип конструкции требует значительной научной подготовки и дизайна, а также возможностью преобразования существующих проектов в новую идею, используя новые материалы или различные способы изготовления. В этом случае, дизайнер начинает процесс преобразования с имеющейся в его распоряжении конструкции, тогда как конечный продукт может весьма существенно отличаться от исходного продукта.

3 – **Новый дизайн**: для реализации этого типа этапа от дизайнера потребуются знания в проведении экспериментов, а также творческого мышления. Только те дизайнеры, которые будут обладать необходимым опытом и знаниями смогут довести работу по проектированию нового изделия до благоприятного завершения.

Конструирование, в зависимости от используемых методов, может быть классифицировано следующим образом:

а) **Рациональный дизайн**. Этот тип конструирования основан на использовании математических формул из раздела механики.

Основы конструирования машин

б) **Эмпирический дизайн.** Этот тип конструирования основан на применении эмпирических формул, взятых из опыта предварительных расчётов.

в) **Промышленный дизайн.** Этот тип конструирования зависит от аспектов производства, предназначенного для изготовления любого элемента машины.

г) **Оптимальная конструкция.** Это лучший дизайн для данной целевой функции под указанные ограничения.

д) **Конструирование системы.** Это дизайн любой сложной механической системы такой, например, как легковой автомобиль.

е) **Дизайн элементов.** Это дизайн любого элемента механической системы такой, например, как поршень, коленчатый вал, шатун и т.д.

ж) **Автоматизированное проектирование.** Этот тип конструирования зависит от использования компьютерных систем и содействию их в создании, модификации, оптимизации и анализа конструкции.

11. Общие соображения при проектировании машин

Ниже приведены общие соображения, возникающие в процессе проектирования машин:

1 – тип нагрузки и напряжений, вызванные внешними силами. Нагрузка на элементы машины, которые могут действовать несколькими способами, благодаря которым могут быть определены внутренние напряжения.

2 – движение частей или кинематика станка. Успешная работа любой машины во многом зависит от более простого расположения её элементов.

Движение частей может быть:

- прямолинейное, которое включает в себя однонаправленное или

Основы конструирования машин

возвратно-поступательное движение;

- криволинейное, которое включает в себя поворотные, колебательные и простую гармонику;
- иметь постоянную скорость;
- постоянное или переменное ускорение.

Элементы должны быть расположены так, чтобы выравнивание частей сохранялось. Если они должны быть заменены, то для этого необходимо предусмотреть к ним лёгкий доступ.

Экономичность при эксплуатации, т.е. проектируемая конструкция должна быть хорошо изучена с той позиции, чтобы она имела максимальную мощность и выполняла свои функции в соответствии с заданными условиями.

Стандартизация. Использование стандартных деталей связано со стоимостью, потому что, чем выше использование в изделии стандартных деталей в проектируемом изделии, тем меньше её стоимость.

12. Удобство и комфорт в дизайне

Дизайн как никакой другой вид проектно-художественной деятельности очень тесно связан с такими понятиями как удобство и комфорт. Возникший в условиях индустриального производства серийно выпускаемых, и поэтому недорогих изделий, дизайн с момента своего возникновения был ориентирован главным образом на эстетические и утилитарные запросы массового покупателя со средним достатком. То, что изначально являлось недостатком массового индустриального производства - многократное повторение внешней формы выпускаемого изделия - должно было превратиться с помощью дизайна в его достоинство. То, что себе не мог позволить ремесленник, изготавливающий единичные предметы бы-

Основы конструирования машин

та, стало содержанием профессии дизайнера - детальный поиск формы изделия, оптимальной с позиции машинного производства, эстетических вкусов и его эксплуатации.

Совместив в себе два таких важных качества, как дешевизна изделия и детальная продуманность его формы, индустриальное формообразование смогло конкурировать с кустарным производством. Ошибка в дизайне, продублированная тысячными тиражами, становилась непростительно дорогой. Поэтому выпуск той или иной модели в современном промышленном производстве требует особой ответственности. И дизайн вооружился специальными знаниями, научными и проектными методами.

Ведущей среди них по праву считается **эргономика** - специальная наука, изучающая психо-физиологические и функциональные особенности человека, дающая необходимые параметры для создания комфортной среды обитания человека. В дизайне не может быть мелочей, если это касается человека. Так, в современном автомобиле все, начиная от расположения приборов на панели управления, формы руля и педалей, кресел пассажиров и кончая дверной ручкой или пепельницей, является объектом специального изучения, опытов и многократных проверок в процессе работы дизайнера. Каждый из этих элементов должен быть не только сам по себе эстетичен и удобен в эксплуатации, все вместе они должны составлять единое целое - художественный образ автомобиля, а зачастую через автомобиль и имидж производящей его фирмы. Последнее составляет особую задачу – создание фирменного стиля компании, объединяющего в один яркий запоминающийся образ все, что связано с фирмой, начиная от ее традиционных атрибутов - фирменного знака, шрифтового логотипа, интерьеров и одежды служащих и заканчивая внешним видом выпускаемой продукции.

Каждый человек из личного опыта знает, что все люди различаются

Основы конструирования машин

ростом, комплекцией, осанкой, размерами частей тела. Каждый человек неповторим, найти двух абсолютно одинаковых людей невозможно. Поэтому перед конструктором, занимающимся проектированием автомобиля или трактора, стоит весьма непростая задача.

Казалось бы, можно выбрать достаточно большие размеры, определяющие положение водителя и пассажира в кузове, но тогда неизбежно увеличатся размеры пассажирского салона или кабины, масса машины, материалоемкость конструкции и цена машины. Человек небольшого роста в таком автомобиле или тракторе будет испытывать определенные неудобства: ему будет трудно доставать ногами и руками до органов управления, возникнут проблемы с обзорностью.

Антропометрическая характеристика — это величина, измеряемая в линейных, угловых единицах или единицах массы, соответствующая размерным характеристикам и характеристикам массы частей человеческого тела и взаимного их расположения. Антропометрическими характеристиками являются, например, рост человека, окружность головы, длина голени, масса тела, углы вращения в суставах и т.д.

Антропометрические характеристики являются случайными величинами, подчиняющимися нормальному закону распределения (рис. 2). На графике нормального закона распределения случайной величины по оси абсцисс откладывается значение случайной величины x (применительно к нашему случаю — числовое значение антропометрической характеристики), по оси ординат — $f(x)$ — вероятность появления того или иного значения случайной величины (в процентах или долях единицы). Среднее, наиболее вероятное значение случайной величины — математическое ожидание M соответствует максимуму кривой распределения, ее «горбу». Ширина кривой распределения, ее растянутость по горизонтали, показы-

Основы конструирования машин

ваит изменчивость, варьирование случайной величины, которая характеризуется среднеквадратическим отклонением σ относительно математического ожидания M . Площади, заключенные под участками кривой распределения, показывают, какое количество случайных величин попадает в эти зоны. В зону $\pm \sigma$ относительно математического ожидания M попадает 68,26% всех случайных величин, в зону $\pm 2\sigma$ — 95,45 %, а в зону $\pm 3\sigma$ — 99,73 %.

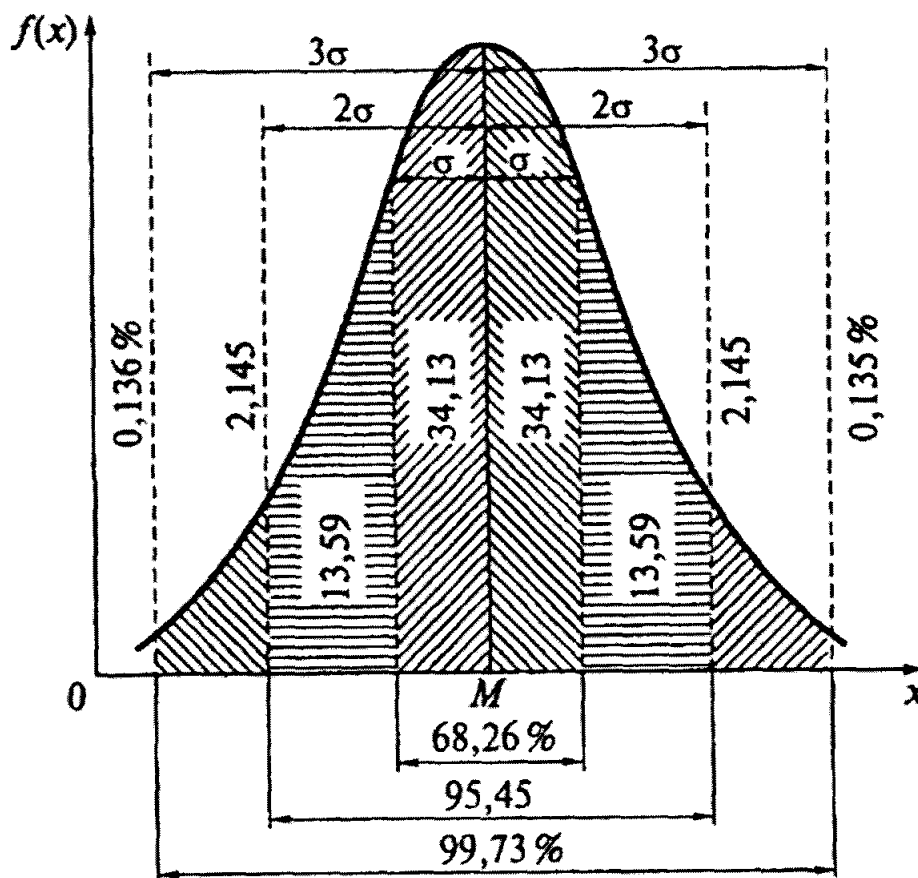


Рис.2 .График нормального закона распределения случайной величины

В антропометрии вероятность попадания какой-либо антропометрической характеристики в ту или иную зону кривой распределения принято оценивать в перцентилях.

Перцентиль — сотая доля объема всей совокупности людей, подвергавшихся антропометрическим исследованиям.

Если площадь, находящуюся под кривой нормального распределе-

Основы конструирования машин

ния, разделить на 100 равных частей (процентов), то получится соответствующее число перцентилей. Каждый из них имеет порядковый номер. На долю 1-го перцентиля приходится 1 % всех результатов наблюдений (наименьшее значение антропометрической характеристики), на долю 2-го — 2% результатов наблюдений (значение антропометрической характеристики несколько больше) и т.д. При нормальном законе распределения 50-й перцентиль соответствует средней арифметической величине (математическому ожиданию, моде, медиане).

Порядок определения антропометрических характеристик поясним на примере (все числа и понятия в данном примере — условные).

Предположим, требуется определить антропометрическую характеристику «рост» для студентов какого-либо факультета института. Производим измерения роста всех студентов факультета, которых оказалось 620 человек. В результате получается некоторый массив из 620 случайных чисел. Самый маленький рост (145 см) имеет только одна студентка, самый большой (195 см) — также только один студент. Начинаем строить график распределения случайной величины «рост» (рис. 3).

На оси абсцисс в каком-либо масштабе откладываем размер 145 и на этой отметке вверх откладываем ординату, соответствующую (также в выбранном масштабе) единице, поскольку получен только один размер 145 см. Затем, отступив вправо по оси абсцисс на величину, равную $1/100$ от диапазона изменения измеренных значений роста (от 145 до 195 см), откладываем вверх ординату, соответствующую росту 146 см. Предположим, таких замеров получилось три, соответственно откладываем вверх ординату, соответствующую числу 3. Продолжая построения, получим столбчатую диаграмму, изображающую реальное распределение роста студентов в нашем эксперименте.

Основы конструирования машин

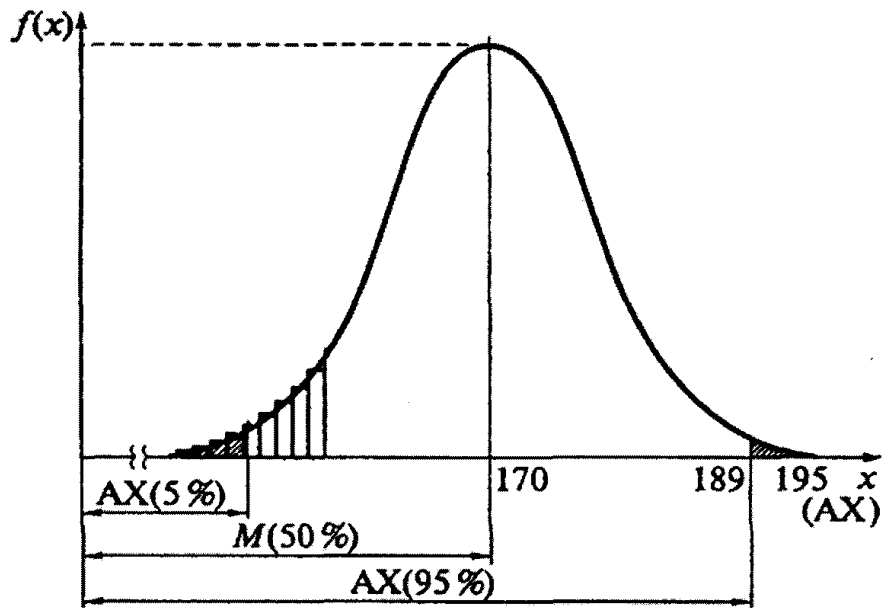


Рис. 3. Построение кривой распределения значений антропометрической характеристики

Фрагмент этой диаграммы показан в левой части графика. Замечаем, что число одинаковых значений роста (с выбранной нами точностью 1 см) вначале увеличивается, а затем, после роста 170 см, начинает убывать, и, наконец, самый высокий рост 195 см встречается один раз. Это последний столбик на диаграмме. При очень большом (теоретически — бесконечно большом) числе измерений и очень малом (теоретически — бесконечно малом) интервале между значениями полученных случайных величин — «верхушками» столбиков — образуется плавная непрерывная кривая, подобная изображенной на рис. 2.

В реальности получить бесконечно большое число замеров нельзя, но существуют математические методы, позволяющие при ограниченном числе измерений получить достоверную плавную кривую распределения. Она показана на рис. 3. Максимум кривой распределения в нашем случае приходится на рост 170 см, это «самый средний» из полученных нами замеров, иначе говоря, это рост, соответствующий математическому ожиданию. Половина (50 %) обследованных нами студентов имеет рост меньше такого

Основы конструирования машин

или такой, и можно сказать, что рост 170 см соответствует 50-му перцентилю или 50%-ному уровню репрезентативности.

Уровень репрезентативности – величина, выражаемая в процентах, соответствующая части населения при сплошном отборе индивидов, у которой численное значение какого-либо антропометрического признака меньше или равно его заданному значению.

Теперь на графике (см. рис. 3) отметим величину, соответствующую 5 % всех обмеренных студентов. Рост, меньший или равный полученному (предположим, в нашем случае это 151 см), соответствует 5-му перцентилю, или 5%-ному уровню репрезентативности. Таким же образом получим рост, соответствующий 95%-ному уровню репрезентативности, или 95-му перцентилю. Предположим, что это 189 см.

Итак, если мы говорим «5-й перцентиль» или «5%-ный уровень репрезентативности», это означает, что 5 % людей имеют такие или меньшие антропометрические характеристики. Это люди небольшого размера. Соответственно, человек 95-го перцентиля, или 95%-ного уровня репрезентативности, имеет такой рост, что 95 % людей ниже него (или имеют такой же рост). Это высокий человек. Таким же образом, ровно половина людей, прошедших антропометрические измерения, имеет рост, меньший, чем соответствующий 50-му перцентилю (50%-ному уровню репрезентативности), или равный ему.

В идеальном случае размеры рабочего места водителя (оператора) должны быть такими, чтобы все взрослое население было в состоянии управлять данной машиной. Практически считается достаточным, чтобы около 90 % людей — потенциальных операторов — могли удобно располагаться на рабочем месте, оставшиеся 5 % людей самого малого роста и 5 % самых высоких людей будут испытывать некоторые неудобства, обычно вполне допустимые. Поэтому в конструкторской практике при

Основы конструирования машин

компоновке рабочего места водителя автомобиля или трактора чаще всего используют размеры тела человека, соответствующие 5-му (или 10-му) и 95-му перцентилю (5%-ному и 95%-ному уровням репрезентативности). Некоторые размеры кабины проверяются применительно к 50-му перцентилю (50%-ному уровню репрезентативности).

В табл.1.1 приведём данные, позволяющие определить численность людей, выраженную в процентах, размерам которых будет удовлетворять данная компоновка рабочего места оператора (водителя).

Антропометрические характеристики можно условно разделить на статические и динамические (рис. 4). Условно — потому что все антропометрические характеристики определяются в статике, при неизменной позе обследуемого. Под **статическими** антропометрическими характеристиками мы будем понимать линейные или угловые величины, характеризующие размеры частей тела человека, а под динамическими — линейные и угловые размеры, характеризующие углы вращения в суставах, зоны досягаемости при различных позах человека и т. п.

Таблица 1.1

Численность людей, размеры которых содержатся в выбранном интервале антропометрических характеристик

Интервал	Перцентиль (уровень репрезентативности), %	Численность людей, АХ которых содержатся в выбранном интервале, %
$M \pm 2,5\sigma$	1...99	98
$M \pm 2\sigma$	2,5...97,5	95
$M \pm 1,65\sigma$	5...95	90
$M \pm 1,15\sigma$	12,5 ...87,5	75
$M \pm 0,67\sigma$	25 ...75	50

Основы конструирования машин

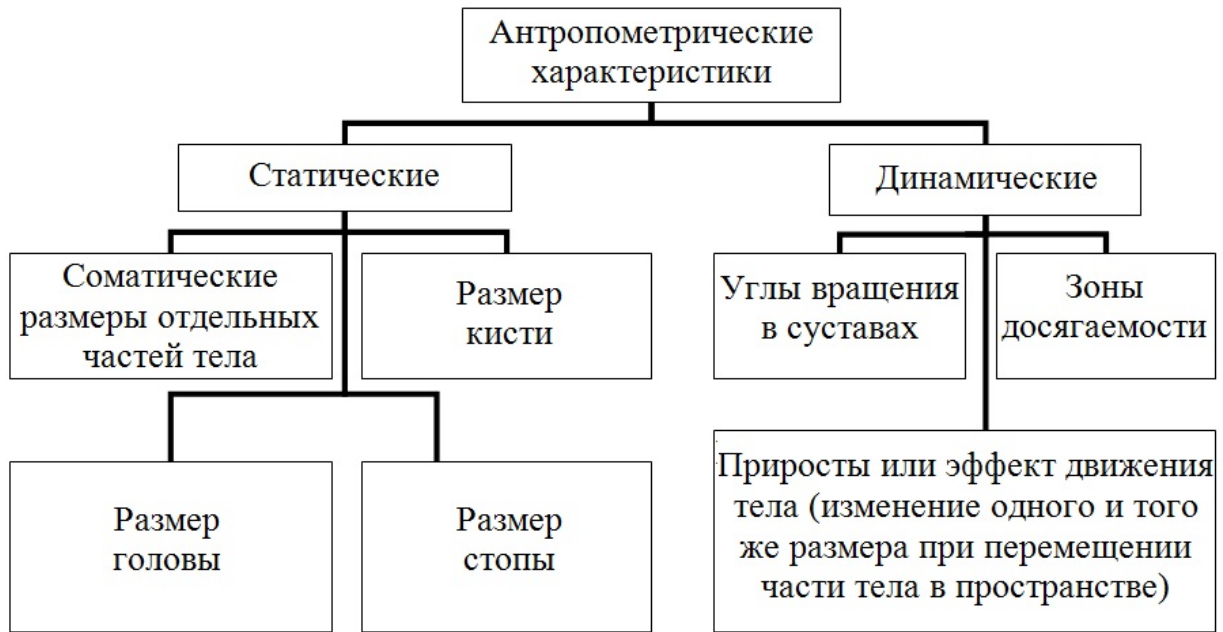


Рис. 4. Условная классификация антропометрических характеристик

Численные значения антропометрических характеристик используются следующим образом.

Предположим, что требуется определить внешнюю ширину плеч (обозначим ее A) для манекена мужчины 95-го перцентиля. Для этого к математическому ожиданию M внешней ширины плеч мужчины из табл. 1.2 следует прибавить среднеквадратическое отклонение σ с соответствующим коэффициентом из табл. 1.1 (для 95-го перцентиля этот коэффициент равен 1,65).

В результате получим:

$$A = M + 1,65\sigma = 44,6 + 1,65 \cdot 2,2 = 49,7 \text{ см.}$$

Та же антропометрическая характеристика (внешняя ширина плеч) для манекена женщины 25-го перцентиля определится так:

$$A = M - 0,67\sigma = 41,8 - 0,67 \cdot 2,4 = 40,2 \text{ см.}$$

При компоновке рабочего места оператора необходимо учитывать увеличение размеров тела, связанное с одеждой.

Основы конструирования машин

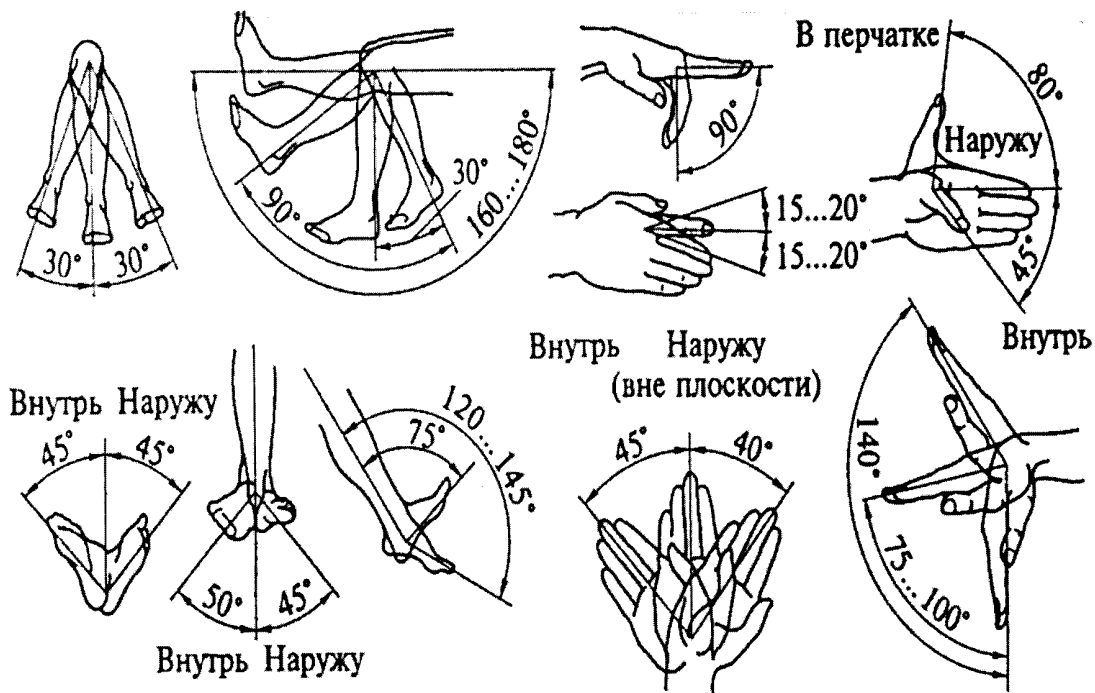


Рис. 5. Амплитуды движения некоторых частей тела

13. Теория промышленного дизайна

Дизайн (от англ. *disigri*) — это художественно-конструкторская деятельность в промышленности, охватывающая творческую деятельность дизайнера (художника-конструктора), методы и результаты его труда, условия их реализации в производстве. Цель дизайна — создание новых видов и типов промышленных изделий высокого технического уровня, содержание и форма которых отвечают требованиям общественной пользы, удобства эксплуатации и красоты.

Формообразование в технике во многом определяется особым, только ей присущим характером связи разрабатываемого объекта и человека, функциональными процессами, влиянием конструкции на форму и наоборот. Форма промышленного изделия, ее целесообразность и красота, ее связь с человеком и материальной средой — главный объект работы художника-конструктора. Создавая новую форму, дизайнер учитывает три основных аспекта: функциональный, конструктивный и эстетический.

Основы конструирования машин

Теоретической основой промышленного дизайна является **техническая эстетика**. Одним из важнейших разделов технической эстетики является теория композиции. **Композиция** есть искусство группировать элементы и свойства конструируемого изделия для достижения его целостной и выразительной формы.

Целостность формы промышленного изделия отражает логику и органичность связи конструктивного решения с его композиционным воплощением. Композиционно организованная форма воздействует на человека в процессе утилитарного потребления изделия, в процессе работы. Промышленные изделия, созданные художником-конструктором только на основании отработки их внешней формы и не идущие от конструктивной основы, часто не находят применения.

Изучение механизма восприятия формы дизайнером весьма полезно в творческом плане, поскольку помогает раскрыть сущность профессиональной интуиции. Обычно эмоциональный анализ идет по следующей схеме: первоначальное впечатление о форме изделия → суждение о ней → анализ композиции на основе теории строения формы → выводы и окончательное решение о форме.

Для достижения композиционной целостности формы художник-конструктор должен соподчинить основные формообразующие элементы изделия. Композиционное равновесие — это такое состояние формы, при котором все элементы изделия сбалансированы между собой.

Средства композиции. Основными средствами композиции являются: пропорции, симметрия и асимметрия, статика и динамика, тектоника, объемно-пространственная структура, масштабность, ритм, акцент, нюанс, цвет, контраст.

Пропорции. Под пропорциями в технической эстетике понимают соразмерность элементов, систему отношений частей формы предмета

Основы конструирования машин

между собой и с целым, придающую ему гармоническую целостность и художественную завершенность.

В художественном конструировании часто пользуются модульными пропорциями, или пропорциями кратных отношений. Их можно применять, если в основе пропорционального строя лежит условная единица, называемая модулем. При проектировании конструкций для гармонизации размеров элементов часто используют арифметическую или геометрическую прогрессию. Соотношения размеров находят с помощью математических расчетов или геометрических построений. На рис. 6 показана геометрическая интерпретация арифметической и геометрической прогрессии.

В первом случае (рис. 6, а) разность сторон квадратов будет равна

$$H_1 - H_2 = H_2 - H_3 = H_3 - H_4 = a.$$

Во втором (рис. 6, б) — отношение сторон квадратов

$$H_1/H_2 = H_2/H_3 = H_3/H_4.$$

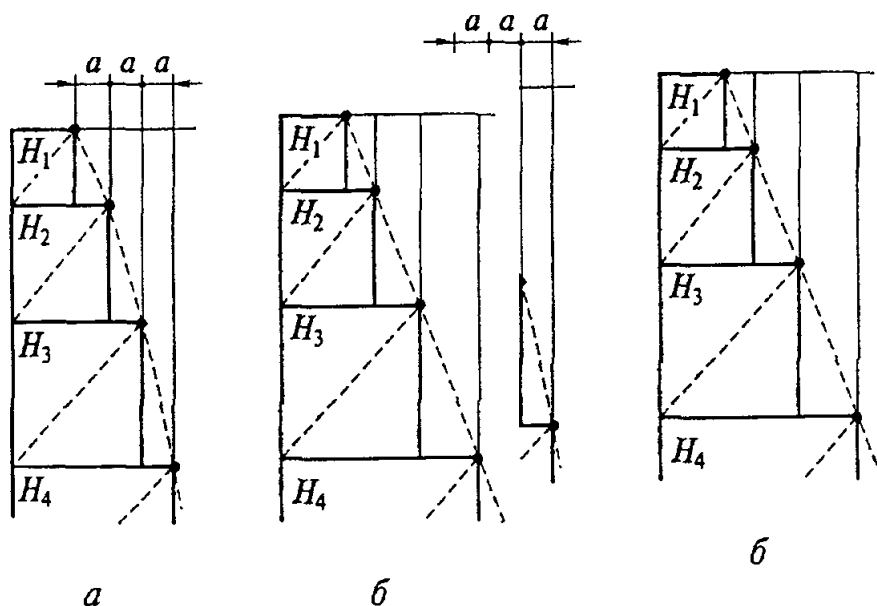


Рис. 6. Интерпретация арифметической (а) и геометрической (б) прогрессии

Наиболее приятна для глаза соразмерность, называемая золотым

Основы конструирования машин

сечением. **Золотое сечение** — это деление отрезка на две неравные части, при котором большая его часть относится к меньшей, как весь отрезок — к большей части. Это отношение равно 1,618 и обозначается φ . Часто применяют обратную величину — отношение меньшего отрезка к большему, оно равно 0,618 и обозначается φ .

Деление отрезка в этом отношении описано Евклидом. Возьмем произвольный отрезок $AB = a$ (рис. 7, а), восстановим перпендикуляр $BC = a/2$. Соединим точки A и C . Проведем дугу окружности радиусом $a/2$ с центром в точке C , при пересечении с гипотенузой AC получим точку D затем проведем дугу окружности радиусом AD с центром в точке A . Точка M , в которой дуга пересекает отрезок AB , является золотым сечением. На рис. 7, б показан «золотой прямоугольник», у которого отношение ширины к высоте равно φ . Если от «золотого прямоугольника» отрезать квадрат, то полученный прямоугольник тоже будет «золотым» и т.д.

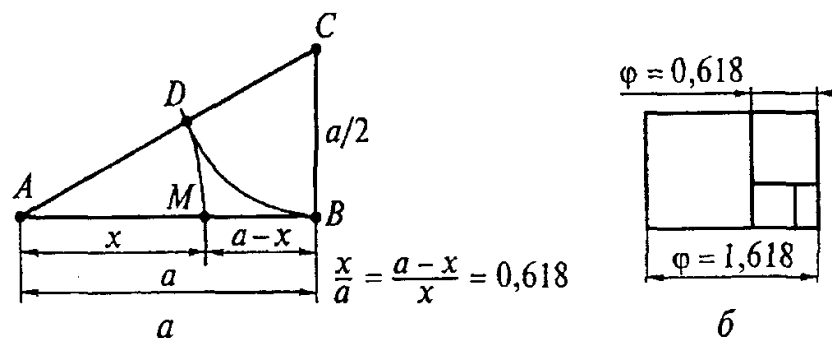


Рис. 7. Пропорции золотого сечения

Симметрия и асимметрия. Под **симметрией** понимают такой порядок в построении формы, при котором соблюдается соразмерность, пропорциональность и расположение частей и целого относительно осевой линии, центра. Различают осевую, зеркальную, центральную симметрии. Все они используются в автомобиле- и тракторостроении. По закону симметрии организуют виды автомобилей и тракторов спереди, сверху и сзади. Абсолютной симметрии в природе практически не существует. В

Основы конструирования машин

технике же широко используется отступление от симметрии, что вызвано условиями работы и функционирования машин. Достаточно сложно решать проблему симметрии машинно-тракторного агрегата (МТА). Отступление от симметрии не всегда дезорганизует форму. Трактор как элемент, входящий в систему МТА, не должен иметь завершенную форму. Появление асимметричного элемента в результате рациональной компоновки, при условии органической связи с остальным объемом, и достигнутое композиционное равновесие позволяют получить симметричную в целом композицию. Примером асимметрии, вызванной функциональной необходимостью, может служить трактор ДТ-175С Волгоградского тракторного завода. Кабина смещена вправо от оси трактора, что улучшает условия работы оператора при вождении машины на пахоте. Тракторы и агрегаты, составленные на их основе, выражают в композиционном строе закономерности симметрии и асимметрии. Мобильность МТА требует выражения динамизма в видах сбоку, который достигается асимметричным началом в композиции.

Под **асимметрией** в технической эстетике понимают такой порядок в форме, при котором строго соблюдается уравновешенность масс относительно главного элемента композиции. У трактора, как уже говорилось, такими элементами являются ходовая часть (двигатель) и система навески. Уравновешивание масс трактора должно осуществляться с учетом агрегируемой машины относительно продольной базы, определяемой положением двигателей. Нарушение закономерности равновесия масс при асимметрии приводит к нарушению закономерностей тектоники и ритма.

Расположение плоскости и оси симметрии во многих предметах следует направлению силы тяжести. Вместе с тем вертикальное направление силы тяжести предопределяет различие весовых характеристик, выража-

Основы конструирования машин

ющеся в асимметричном строении верхней и нижней части предмета.

Статика и динамика. Под **статикой** понимают подчеркнутое состояние покоя, незыблемости, устойчивости формы во всем ее строе. Под **динамикой** понимают подчеркнутое в форме выражение однонаправленности, вторжение в пространство. Для динамических композиций характерна явная асимметрия — некоторая напряженность и в геометрическом строе формы.

В статических объектах ось или плоскость симметрии является одновременно главной осью композиции. Внешняя форма движущихся транспортных средств (автомобилей, самолетов, судов и т.д.), как правило, асимметрична. При этом главная ось их композиции подчинена направлению движения.

Динамичность является важным качеством композиции применительно к колесному транспорту. Форму активно односторонне направленную, как бы вторгающуюся в пространство, принято называть **динамичной**. Если динамичность ярко выражена, она может стать главным качеством, определяющим композицию. Равенство размеров тела по трем пространственным координатам характеризует относительную **статичность** формы. Контраст в этих соотношениях создает при зрительном восприятии эффект динамичности в направлении преобладающей размерности, например длины.

Динамичная форма свойственна скоростным автотранспортным средствам, к числу которых следует отнести легковые автомобили, в первую очередь спортивно-гоночные, междугородные автобусы, магистральные автопоезда. Построение их динамичной формы в значительной мере определяется законами и требованиями **аэродинамики**.

Тектоника. Под тектоникой понимают зримое выражение в форме конструктивной основы, несущей способности, устойчивости предмета и

Основы конструирования машин

его отдельных частей.

Под конструктивной основой понимают работу несущей части конструкции, характер распределения главных усилий, соотношение масс, организацию конструкционных материалов и т.п. Форма должна четко отражать все эти особенности конструктивной основы.

На практике приходится часто встречаться с машинами, форма которых отражает эти особенности частично или ложно. Например, крупный элемент трактора выглядит напряженным в то время, как он не несет больших нагрузок. К числу таких примеров можно отнести ограждающие кожухи, которые часто необоснованно выглядят как элементы, работающие под нагрузкой. Закономерность тектоники не может использоваться дизайнером вне связи с материалом, используемым для изготовления элементов конструкции, и технологическими приемами изготовления.

Художественно-образная структура предмета, образованная из композиционно связанных элементов конструкции, представляет собой тектоническую систему. Законом тектонической системы является стилевое единство.

Масштабность. Под масштабом в технической эстетике понимают сопоставление характеристик предмета с каким-либо фиксированным размером тела человека. Масштабность следует отнести к числу факторов, гуманизирующих проектирование изделий в том числе автомобиля и трактора. Масштабность есть отражение подхода к проектированию предмета, когда его размеры проверяются по человеку (рис.8). Масштабными характеристиками в автомобиле и тракторе обладают элементы их конструкции и формы, имеющие непосредственное отношение к человеку. Они называются носителями масштаба. К их числу относятся кузова, кабины, сиденья, двери, окна, фары.

Основы конструирования машин

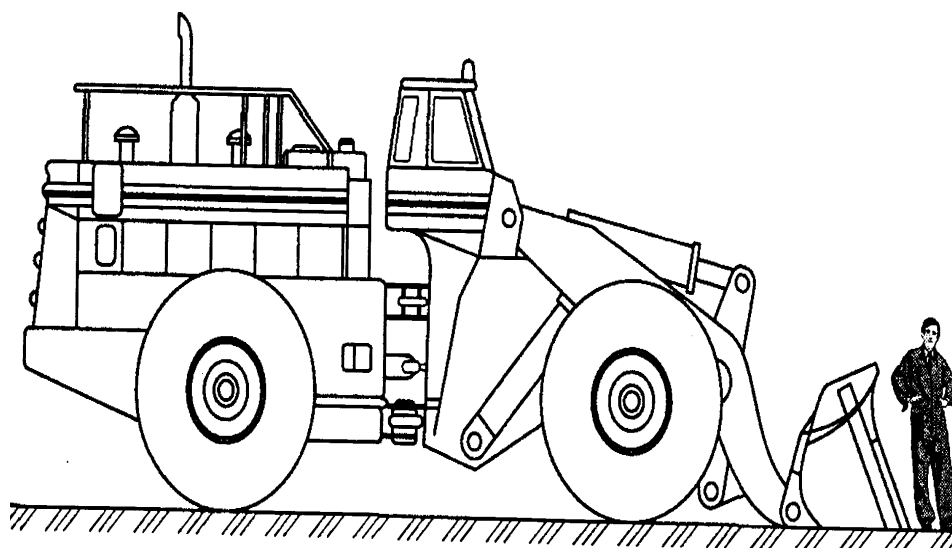


Рис. 8. Сомасштабность человека и трактора

Масштабность в технике проявляется по-разному. Недопустимо чрезмерное дробление формы, так как это затрудняет группировку расчлененных элементов в целое из-за рассеивания внимания человека. При сосредоточении в поле зрения более семи фигур наступает предел, при котором ни одна из них не воспринимается как отдельная. Важно среди элементов конструкции автомобиля и трактора выделить главные, которые займут композиционное центральное место. В этом качестве могут выступать ходовая часть и навесная система трактора. Первая символизирует тягу, а вторая — грузоподъемность. При зрительном восприятии формы автомобиля и трактора, их композиции человек сталкивается с явлением ракурса.

Ракурс — это перспективное сокращение отдельных размеров предмета при обозрении его с различных сторон под острым углом зрения. Ракурс обеспечивает видение третьего измерения пространства, его глубину. Композиция, разработанная без учета возможного перспективного сокращения, может оказаться искаженной при рассмотрении предмета с какой-либо точки.

Прорисовки автомобиля и трактора в разных положениях, создание макетов позволяют избежать ошибок, а значит, непроизводительных рас-

Основы конструирования машин

ходов при их проектировании.

Объемно-пространственная структура. Любая форма так или иначе взаимодействует с пространством — то просто и ясно, то очень сложно. Значит, как бы ни была построена форма, можно с полным правом говорить о двух основных компонентах структуры: объеме и пространстве. Важнейшей из закономерностей хорошо организованной объемно-пространственной структуры является органичность связей между отдельными элементами или частями структуры.

Условием целостности объемно-пространственной структуры является ее общая упорядоченность. Только упорядоченность, т. е. сознательно или подсознательно прочитываемый принцип ее построения, делает структуру гармоничной.

Если упорядоченность отсутствует и связи элементов случайны, восприятие структуры затрудняется: мы ищем, но не находим «разгадки» ее строения. При элементарной простоте объемно-пространственной структуры принцип ее организации прочитывается без труда. Явная хаотичность тоже дает мгновенную информацию о полном отсутствии какой-либо системы в организации структуры. Однако работающая конструкция почти никогда не бывает абсолютно хаотичной — это редкое явление в технике. Чаще можно столкнуться с неупорядоченностью, носящей скрытый характер, хотя и вызывающей вполне определенную негативную реакцию восприятия.

Автомобиль или трактор можно рассматривать как типичную объемно-пространственную структуру.

Опыт художественного конструирования показывает, что главным, организующим объемно-пространственную структуру началом должна явиться композиционная группировка ее элементов в некие общности. Конечно, речь идет не только о технических общностях, поскольку любая

Основы конструирования машин

конструкция так или иначе состоит из них (отдельные узлы и агрегаты автомобиля и трактора), но именно о композиционно подчеркнутых сгущениях, отдельных группах в пределах конструкции в целом.

Еще одной важной закономерностью объемно-пространственной структуры является единство ее строя, необходимость считаться с его общим характером, поддерживать и развивать строй главных элементов структуры в строе ее малых, частных элементов. Несоблюдение этой закономерности приводит к появлению чужеродных частей структуры, которые «не желают уживаться» с остальными.

Тектоника и объемно-пространственная структура тесно связаны. Отношения материал — пространство несут в себе тектонические характеристики, а отношения объем — пространство дают представление об объемно-пространственной структуре. Конструкция должна «работать». Слабо загруженная, она теряет свое тектоническое звучание, а следовательно, и эстетическую выразительность.

Ритм. Под **ритмом** в технической эстетике понимают повторность тех или иных сходных составляющих формы и композиции через определенные соизмеримые промежутки. Метрический повтор (метр) в композиции — повторение какого-либо элемента. Метр представляет собой предельно упрощенный ритм.

Ритм и метр отражают количественное изменение в форме, которое относится к любым ее элементам: отдельным линиям, целым образованиям и цвету, являющемуся самостоятельным средством формообразования. Окружности и другие линии, являясь формальными чертами предмета, выступают в виде контуров отдельных элементов и всего предмета в целом и образуют ритмический и метрический строй. Ритмический и метрический строй образуются и с помощью масс, цвета. Например, в основе композиции универсально-пропашных тракторов «Беларусь» прослежи-

Основы конструирования машин

вается ритмическое течение зримых масс от сравнительно малых передних колес к большим задним и от малого объема дизеля к большому объему кабины. Метр может быть простым, если состоит из однородных элементов, и сложным — при включении разнородных. К тракторам сложный метр мало применим. Примером сложного метра может служить составленная из окон, дверей и промежутков между ними конструкция кузова автобуса. Метр выглядит законченным, если его крайние промежутки больше остальных.

Акцент. В технической эстетике *акцент* — это выделение художественными средствами какого-либо элемента формы. Акцент увеличивает ее выразительность. Для акцентирования используют самые разные закономерности средств формообразования, а также цвет и его контрастные сочетания. Например, акцентирование аэродинамичности автомобиля ВАЗ-2110 достигнуто путем наклона его кузова вперед (отрицательного тангажа). Другой пример: использование нового контура фар с прямоугольными стеклами.

Нюанс. Под **нюансом** в технической эстетике понимают закономерность тонкой проработки формы, придающей ей особое свойство пластичности. Нюанс широко используется как средство формообразования для выражения тектоничности акцентирования элементов формы предмета, образования метра и ритма. Он имеет особое значение в формообразовании при зримом оптическом искажении формы, которое исправляется главным образом нюансировкой.

Например, большая длина капота грузового автомобиля может вызывать неприятное зримое утяжеление формы. Это можно исправить, введя ритмично повторяющиеся отверстия на боковых стенках капота. Подобные операции относятся к разряду нюансировки, или тонкой проработки формы штриховая линия — нюансная; белая линия — контраст-

Основы конструирования машин

ная; черная — гармоничная триада

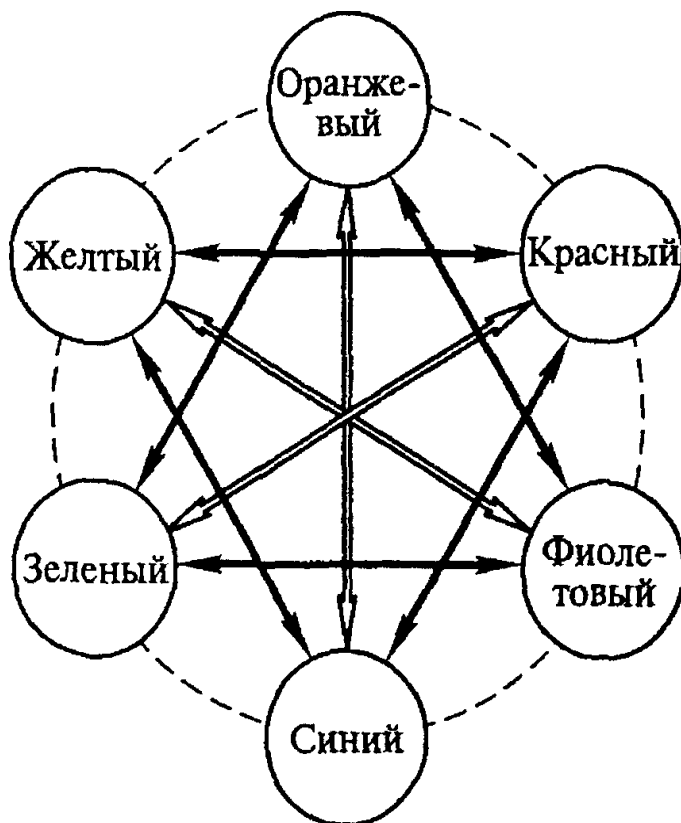


Рис. 9. Система цветовых гармоний:

Цвет. Цвет выражает и проявляет в форме многие закономерности, на основе которых создана композиция предмета. Различают чистые цвета (хроматические) - это цвета оптического спектра, и составные (сложные) - белый, серый, черный, называемые ахроматическими.

Цвет характеризуется тоном, насыщенностью, светлотой. Тон представляет собой свойство, которым один цвет отличается от другого: насыщенность - свойство, указывающее на силу или интенсивность цвета; светлота - это степень насыщенности цвета относительно бело-черной шкалы.

Система гармонического сочетания цветов получила название колорита. Различают цвета теплые (светло-желтый, светло-оранжевый, розовый), холодные (светло-голубой, светло-зеленый), легкие (цвета светлых тонов), выступающие - усиливающие друг друга (красный в сочетании с

Основы конструирования машин

зеленым, красный с синим) и т. п.

Цвет необходимо рассматривать с учетом условий работы и конкретной формы. Регламентация окраски должна производиться с учетом конкретной формы автомобиля и трактора. Отечественные стандарты регламентируют окраску тракторов: капот двигателя не должен сливаться по цвету с фоном поля; окраска кожухов и ограждений вращающихся частей машины должна производиться в цвет, отличный от основного.

Чем крупнее машина, тем светлее должна быть ее окраска, и наоборот. Кроме того, требуется нюансная проработка формы для исправления оптических иллюзий. Предметам с четкими членениями, острыми углами и ребрами более подходят мягкие малонасыщенные и светлые цвета, а с круглыми формами — более насыщенные средней светлости.

При окраске в два цвета необходимо учитывать пропорциональный строй предмета, тектоничность, свойство статичности и динамичности. Недопустимо расчленять подвижный предмет цветом поперек направления его перемещения. Остов трактора целесообразно окрашивать в более темный цвет, что зрительно подчеркивает его устойчивость.

Окраска в разные цвета должна соответствовать членению формы. Приглушенные цвета лучше воспринимаются при матовой фактуре поверхности, а насыщенные яркие — при глянцевой. Это вызывается степенью отражения и рассеивания света поверхностью. Отраженный свет не участвует в образовании формы и не является средством выражения закономерностей формообразования, но, отражаясь от поверхностей формы, выявляет структуру композиции, ее пластичность. Обладая этим качеством, отраженный свет накладывает определенные требования на формообразование. Установлено, что излишняя рельефность или ее отсутствие одинаково неприемлемы, так как они приводят к наложению теней друг на друга, разрушают композицию, ухудшают пластичность фор-

Основы конструирования машин

мы.

Контраст. Контраст — противопоставление, борьба разных начал в композиции — одно из главных средств композиции в технике. Сущность композиции, простроенной на контрасте, в активности его визуального воздействия. Умело примененный контраст придает предмету нарядность, яркость, делая его заметным; перенасыщенная контрастными отношениями форма становится излишне пестрой, разрушается красота даже удачно разработанной структуры.

Контраст активизирует любую форму, но достичь гармонии можно, подчинив контраст композиции, сопроводив необходимыми нюансными отношениями, снижающими его резкость. Все это можно характеризовать как меру контраста. Степень контраста зависит не только от цветового отношения (абсолютная белизна и абсолютная чернота), но и от величины деталей — малое противопоставляется большому.

Приемы использования контраста в технике условно разделяют на две группы. К первой относятся те, которые обусловлены самой конструкцией, компоновкой изделия. Ко второй группе относятся приемы, зависящие от дизайнера, т.е. являющиеся субъективными. Примером проявления характера художника-конструктора в использовании приемов контраста второй группы могут быть контрасты в отделочных материалах, обработке поверхности, окраске декоративных элементов и т.п.

Использование контраста в качестве средства формообразования требует применения так называемых мостиков, связывающих противопоставляющие начала. К их числу можно отнести элементы с характерными признаками одного начала, расположенные на фоне другого или частично проникающие в него. Мостики позволяют смягчить контраст, повысить целостность композиции. Для тракторов признаки контраста проявляются при их соединении в агрегат с машиной. Здесь можно наблюдать кон-

Основы конструирования машин

траст цветовой окраски трактора и машины, их габаритов и массы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «дизайн».
2. Расскажите о становлении и эволюции дизайна в контексте отечественного опыта.
3. Что понимается под понятием «существование изделия»?
4. Что понимается под понятием «свойства изделия»?
5. Что понимается под понятием «требуемые свойства изделия»?
6. Что понимается под понятиями «художественного конструирования» и «художественного конструирования изделия».
7. Дайте понятие «эргономики».
8. Изложите основные сведения об антропометрии.
9. Что включают антропометрические характеристики?
10. Как оценить уровень репрезентативности?
11. Дайте определение «технической эстетики».
12. Что включают средства композиции? Дайте определение понятия «асимметрия».
13. Что понимается под понятием «эстетические качества»?
14. Что понимается под понятием «композиция»?
15. Дайте определение понятия «тектоники».
16. Дайте определение понятия «пропорциональности».

Основы конструирования машин

Литература

1. Степанов И.С. Евграфов А.Н. и др. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов М.: Академия, 2005.
2. Лазарев Е.Н. Дизайн машин. Машиностроение, 1988.
3. Рунге В.Ф., Сеньковский В.В. Основы теории и методологии дизайна. МЗ-Пресс, 2003.
4. Калачев М.В. Дизайн машин и аппаратов пищевых производств. Дели принт, 2001.
5. Кулеева Л., Михайлов С. Основы дизайна. Новое Знание, 1999.
6. Андронов М.А., Межевич Ф.Е. и др. Безопасность конструкции автомобиля. М.: Маш. 1985.
7. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. М.: Колос, 2004.
8. Евграфов А.Н., Высоцкий М.С. Аэродинамика колесного транспорта. Минск, 2001.