

Учреждение образования
«Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

Дисциплина:
«ДС: Основы приборостроительного производства»

Составил:
доцент
кафедры теоретической физики
В.Н. Щепетков

2012 г.

Экзаменационные вопросы

для этапа экзамена по проверке практических умений и навыков по дисциплине специализации «Основы приборостроительного производства»

- 1 Транзистор – свойства, область применения, параметры, методы измерения.
- 2 Нагревательный терморезистор – свойства, область применения, параметры, методы измерения.
- 3 Пусковой терморезистор – свойства, область применения, параметры, методы измерения.
- 4 Полупроводниковый диод – свойства, область применения, параметры, методы измерения
- 5 Пьезоактюатор – свойства, область применения, параметры, методы измерения.
- 6 Резистор – виды, свойства, область применения, параметры, методы измерения
- 7 Электролитические конденсаторы – свойства, область применения, параметры, методы измерения.
- 8 Многосекционные керамические конденсаторы– свойства, область применения, параметры, методы измерения.
- 9 Пьзоэлементы – свойства, область применения, параметры, методы измерения.
- 10 Керамические конденсаторы – свойства, область применения, параметры, методы измерения.
- 11 Индуктивности – свойства, область применения, параметры, методы измерения
- 12 Реле – свойства, область применения, параметры, методы измерения
- 13 Варисторы – свойства, область применения, параметры, методы измерения
- 14Регистры нагревательные – свойства, область применения, параметры, методы измерения
- 15 Резисторы переменного сопротивления – свойства, область применения, параметры, методы измерения
- 16 Варикапы – свойства, область применения, параметры, методы измерения
- 17Тиристоры – свойства, область применения, параметры, методы измерения

Вопросы теоретического этапа экзамена

по дисциплине специализации
«Основы приборостроительного производства»

- №1
- 1 Прибор как техническая система
 - 2 Функции прибора.
 - 3 Структура прибора
 - 4 Применение и классификация приборов
 - 5 Продукция промышленного производства
 - 6 Понятие изделия. Схема состава изделия
 - 7 Физические принципы, используемые в приборах
 - 8 Климат, климатические зоны и характерные зоны эксплуатации
 - 9 Влияние на приборы пыли, влаги, температуры, ветра и гололеда
 - 10 Влияние ионизирующего излучения на компоненты и материалы прибора.
 - 11 Влияние солнечной радиации на материалы
 - 12 Воздействие биологических факторов на приборы
 - 13 Механические воздействующие факторы

- 14 Понятие и определение надежности аппаратуры
- 15 Виды отказов аппаратуры и методы повышения надежности
- 16 Свойства изделия, характеризующие его качество, понятие технологичности
- 17 Взаимосвязь технологичности со свойствами изделия
- 18 Энергоэффективность воздухонагревательных устройств
- 19 Метрологическое обеспечение измерений параметров приборов
- 20 Роль и суть маркетинга в современном производственном процессе
- 21 Типовая структура предприятия. Подразделения. Функции.
- 22 Основные понятия технологической подготовки производства
- 23 Производственный и технологический процессы
- 24 Построение технологического процесса в зависимости от вида производства

№2

- 1 Виды и комплектность конструкторских документов
2. Задачи и характер конструирования
- 3 Использование физических эффектов и явлений при конструировании
- 4 Виды конструирования: разработка новых изделий, модернизация, модификация
- 5 Назначение и виды испытаний при разработке продукции
- 6 Приемочные, квалификационные, сертификационные испытания. Состав и назначение комиссий.
- 7 Проведение научных исследований и конструкторских разработок.
- 8 ОКР: эскизный проект
- 9 ОКР: технический проект
- 10 ОКР: рабочий проект
- 11 Защита металлов от коррозии
- 12 Выбор материалов и защита изделий от влаги
- 13 Герметизация аппаратуры и ее узлов. Виды герметизации
- 14 Защита приборов от воздействия механических воздействующих факторов
- 15 Методы синтеза структур
- 16 Методы синтеза структур: комбинации
- 17 Методы синтеза структур: вариации
- 18 Методы синтеза структур: поиск идей – мозговой штурм
- 19 Методы синтеза структур: поиск идей – дельфийский метод
- 20 Методы синтеза структур: поиск идей – синектика
- 21 Методы принятия решений: критика ошибок
- 22 Технологичность при изготовлении деталей
- 23 Меры и способы повышения технологичности сборочных единиц
- 24 Постановка продукции на производство. Основные положения.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Конструирование приборов. В 2-х кн. / под ред. В. Краузе; Пер. с нем. В.Н.Пальянова; Под ред. О.Ф.Тищенко. – Кн.1 Москва. – Машиностроение, 1987 – 384 с., ил.
2. Справочник конструктора РЭУ : Общие принципы конструирования / Под ред. Р.Г. Варламова. Москва. – Советское радио, 1980 – 350 с., ил.
3. Варламов, Р.Г. Компоновка радиоэлектронной аппаратуры / Р.Г. Варламов. – 2-е изд.,

- перераб. и доп. Москва. – Советское радио, 1975 – 422 с., ил.
4. Гжиров, Р.И. Краткий справочник конструктора. Справочник / Р.И. Гжиров. Ленинград. – Машиностроение, 1983 – 468 с., ил.
 5. Каленкович, Н.И., Механические воздействия и защита РЭУ. Учеб. пособие для вузов / Н.И. Каленкович, Е.П. Фастовец, Ю.В. Шамгин. Минск. – Высшая школа, 1989 – 254 с., ил.
 6. Роткоп, Л.Л., Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры / Л.Л. Роткоп, Ю.Е. Спокойный. Москва. – Советское радио, 1976 – 202 с.
 7. Улинич, Р.Б., Практическое обеспечение надежности РЭУ при проектировании / Р.Б. Улинич. Москва. – Радио и связь, 1985 – 186 с.
 8. Ненашев, А.П., Конструирование радиоэлектронных средств: Учебник для вузов. Москва. – Высшая школа, 1990 – 362 с. с ил.
 9. Боровиков, С.М. Теоретические основы конструирования и надежности РЭУ / С.М. Боровиков. Минск. – Берлита, 1998 – 246 с, ил.
 10. Богородицкий, Н.П. Электротехнические материалы: учебник для вузов / Н.П. Богородицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. – 7-е изд., перераб. и доп. Ленинград. – Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1985. – 304с, ил.
 11. Гелин, Ф.Д. Металлические материалы: справочник / Ф.Д. Гелин. Минск. – Высшая школа, 1987 – 368с.
 12. Технологичность конструкции изделия: справочник / под общ. ред. Ю.Д. Амирова. – изд. 2-е, перераб. и доп. Москва. – Машиностроение, 1990. – 768с., ил. – (Б-ка конструктора).
 13. Терешин, Г.М. Электрорадиоизмерения: учебник для техникумов / Г.М. Терешин, Т.Г. Пышкина. Москва. – Энергия, 1975. – 472с. с ил.

Дополнительная

1. Разработка и постановка продукции на производство. Термины и определения: СТБ 1218-2000.- Введен 22.05.2000. – Управление стандартизации Госстандарта Республики Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. – 37 с.
2. Разработка и постановка продукции на производство. Общие положения: СТБ 972-2000. – Введен 30.08.2000. – Управление стандартизации Госстандарта Республики Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. – 30 с.
3. Ошер, Д.Н. Регулировка и испытания радиоаппаратуры / Д.Н. Ошер [и др.]. – изд. 2-е, перераб. Москва. – Энергия, 1971. – 304с. с ил.
4. Волошин, И.Ф. Полупроводниковые термосопротивления / И.Ф. Волошин, А.С. Касперович, А.Г. Шашков. Минск. – Изд-во АН БССР, 1959. – 96 с., ил.
5. Волошин, И.Ф. Электрические цепи постоянного тока с термисторами / И.Ф. Волошин. Минск. – Изд-во АН БССР, 1962. – 162 с., ил.
6. Ротенберг, Б.А. Керамические конденсаторные диэлектрики / Б.А. Ротенберг. Санкт-Петербург. – Типография ОАО НИИ «Гириконд», ГООО, 2000. – 442 с., ил.
7. Справочник по электрическим конденсаторам / Н.Н. Дьяконов, В.И. Карабанов, В.И. Присняков и др.; Под ред. И.И. Четвертакова. Москва. – Радио и связь, 1983. – 388 с., ил.
8. Резисторы: Справочник / Ю.Н. Андреев и др.; Под ред. И.И. Четвертакова. Москва. – Энергоатомиздат, 1981. – 364 с., ил.
9. Тарабасов, Н.Д., Проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций.

Справочник / Н.Д. Тарабасов, П.Н. Учайев. Москва. – Машиностроение,1981.– 412 с.,
ил.

Репозиторий ВГУ

1 Понятие прибора. Многообразие приборов. Общественная потребность в приборах.

1.1 Прибор как техническая система.

Отформатировано: Уровень 1

Любой прибор можно рассматривать в качестве системы, что позволяет анализировать основные качества прибора, выстраивая цепочки связей.

Техническая система представляет собой ограниченную область реальной действительности, взаимодействующую с **окружающей средой** U , имеющую **структуру** S , управляемую **оператором** z и выполняющую определенные **функции** F .

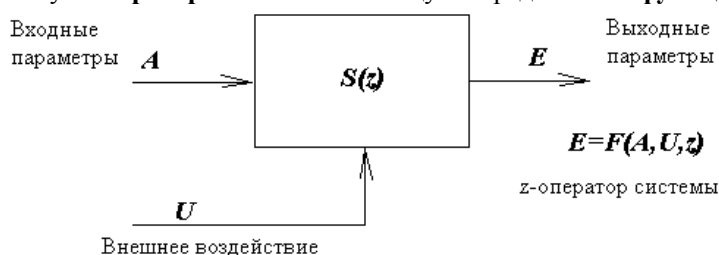


рис. 1

Элементы системы:

U - окружающая среда – совокупность внешних объектов и факторов, взаимодействующих с системой.

S - структура – совокупность элементов и отношений между ними внутри системы.

F - функция – используемое для определенной цели свойство системы, благодаря которому необходимые для этого входные величины A , при помощи оператора z структуры S преобразуются в выходные величины E .

1.1.1 Окружающая среда

В период эксплуатации прибор находится в определенных взаимодействиях с окружающей средой. Это взаимодействие характеризуется **объектом** окружающей среды (пространство, среда (воздух, вода и т.д.), технический объект, человек, поле (электромагнитное, гравитационное и т.д.)) и **процессом** взаимодействия (изготовление, контроль, испытание, хранение, транспортирование, установка, пуско-наладка, эксплуатация, обслуживание, ремонт, утилизация, переработка). Каждый прибор подвергается воздействию различных условий и объектов окружающей среды во время всего жизненного цикла изделия.

Взаимодействие с окружающей средой должно непременно учитываться в процессе конструирования. При этом должны быть сформулированы требования, отражающие процесс взаимодействия и параметры этого взаимодействия.

Более подробно взаимодействие прибора с окружающей средой будет рассмотрено в гл.3.

1.1.2 Структура прибора

Прибор может выполнять свою функцию только тогда, когда он построен в соответствии с требуемым для этого принципом действия. Внутреннее строение системы

называется **структурой**; структура состоит из элементов, которые связаны между собой отношениями.

С позиций теории систем элементы представляют собой составные части системы, которые не могут быть разбиты на элементы более низкого порядка. В зависимости от сложности рассматриваемого объекта целесообразно использовать различные уровни рассмотрения (табл. 1).

табл. 1: примеры основных функций

Конструктивный элемент		Конкретная функция	Обобщенное представление	
Название	Схема		Функция	название
Гибкий вал		$n_2 = n_1$ $(x_1; y_1) \rightarrow (x_2; y_2)$	$E(0; t_1) \rightarrow A = E \rightarrow A(0; t_2)$	Проводник
Упор		$\omega = 0$ $\phi = \phi_n$	$E \rightarrow$ Прекращение выполнения функции	Блокирующее звено
Электромагнит		$I \rightarrow F = \frac{\mu_0 I^2 W^2}{L^2} \rightarrow F$	$E \rightarrow$ E и A качественно различны $\rightarrow A$	Преобразователь
Угловой рычаг		$s_1 \rightarrow s_2 = \frac{L_2}{L_1} s_1 \rightarrow s_2$	$E \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow A$	Усилитель
		$s_2 \rightarrow s_1 = \frac{L_1}{L_2} s_2 \rightarrow s_1$	$E \rightarrow A \leftarrow E \rightarrow A$	Понижающее звено

Конструктивным элементом называется отдельная деталь или узел, который при конструировании рассматривается как одно целое и поэтому может иметь различную сложность. Если, не принимая во внимание форму элемента, рассматривать только его функцию, то речь пойдет о **функциональном элементе**.

Узел – ограниченная, автономно работающая группа деталей, связанных между собой. С точки зрения системы он рассматривается как подсистема. Узлы являются конструктивными элементами; они могут быть покупными или поставляемыми изделиями (например, реле; электрические соединители, интегральные микросхемы, стандартные муфты, передачи, двигатели).

Самым низким уровнем «физического» разбиения прибора является уровень деталей. **Деталь** — это конструктивный элемент, получаемый в результате обработки материала без соединения с другими конструктивными элементами. Внутренние связи в нем отсутствуют.

Однако при конструировании отдельные детали нельзя рассматривать как заданные элементы. Они состоят из элементов формы (геометрических поверхностей основного тела) и материала. Поверхности, участвующие в выполнении функции (**активные поверхности**), специально обрабатываются.

Количество элементов определяется только после определения их взаимосвязей, которые описываются отношениями. В процессе конструкторской подготовки производства интерес представляют те отношения, которые касаются структуры конструкции и ее функции, т. е. расположения и связи.

Расположения — это отношения между элементами системы, описывающие их геометрические относительные положения.

Расположение может быть однозначно описано с помощью системы координат (связанной с элементом или фиксированной в пространстве). Оно позволяет формально

описывать результаты конструирования. Геометрическая структура технического изделия полностью описывается указанием геометрической формы его элементов и их расположения. Кроме геометрических, конструктивные элементы связаны также функциональными отношениями. Поэтому необходимо задавать те отношения, которые реализуют передачу функций между элементами. Этими отношениями являются связи.

Связи представляют собой отношения между элементами системы, предназначенные для передачи материала, энергии или информации между элементами.

Конструктивные элементы связаны между собой обычно не всей поверхностью, а лишь частью ее, в большинстве случаев — только краевыми участками. Геометрическое место, в котором осуществляется передача функции, называется **местом связи**. Им является каждое механическое соединение между элементами. Связи могут осуществляться с помощью различных физических средств (механических соединений, валов, пружин, электромагнитных и других полей, потоков частиц).

Как и техническая функция, структура может быть описана на различных уровнях абстрагирования и различными средствами. В зависимости от этапа разработки и цели при таком описании на первый план могут быть выдвинуты те или иные свойства структуры. Описание структуры в процессе конструирования служит для документирования полученных промежуточных и конечных результатов, в качестве методического вспомогательного средства для конструктора и для выявления связи структуры с объектом.

1.1.3 Функция

Функция прибора – это объективное измеряемое свойство, которое может быть охарактеризовано параметрами системы. Количество потенциально выполняемых функций соответствует количеству используемых физических свойств прибора.

Если прибор или деталь выполняет несколько функций, необходимо учитывать действующие между ними отношения.

Следует различать **общую и частную функции** системы. Общая функция охватывает множество всех входных и выходных величин, которое характеризует рассматриваемое изделие (прибор, узел или деталь) как одно целое. Частные функции могут быть классифицированы следующим образом:

- главные и вспомогательные — в зависимости от их значения в выполнении задачи;
- основные (превышение, пропускание, накопление и т. п.) и элементарные – в зависимости от типа изменений функции в процессе ее выполнения в приборе.

Классификация с учетом условий выполнения функций позволяет выделить в приборе функционально ограниченные подсистемы. Одна или несколько частных функций могут быть сформулированы в зависимости от применения прибора. При классификации функций на основные и элементарные необходим ответ на вопрос, до какого уровня рассматриваемая структура позволяет выделять из общих функций частные? Наименование элементарных функций присваивается функциям самого низшего уровня. Однако во многих случаях целесообразно ограничиться более высоким уровнем.

При анализе и синтезе необходимо учитывать, что элементаризация функции и структуры прибора приводит к различным результатам. Структуры, приведенные в табл. 2 в качестве примеров, с точки зрения их функции элементарны на выбранных уровнях абстракции, хотя они еще могут быть разбиты на отдельные детали. И напротив, бывают случаи, когда отдельная деталь не является функционально элементарной. Так, крепежные пружины электрического измерительного механизма (рис. 2) выполняют несколько

функций. Это явление называется **интеграцией функций**. В приборостроении оно используется для упрощения конструкции и миниатюризации приборов; недостатком интеграции является то, что выполнение одних функций может оказывать влияние на качество выполнения других. Этот недостаток может быть устранен разделением функций.

табл. 2: уровни сложности структуры

Уровень сложности	Пример
Система приборов (комплекс)	Электронное устройство обработки данных с периферийными устройствами. Рабочие места для измерительных и регистрирующих приборов, а также приборов для индикации и оценки.
Прибор	Стиральная машина, часы, фотокамера, микрометр, цифровой вольтметр, осциллограф.
Узел	Индикатор, блок питания прибора, осветительное устройство, реле, подшипник, направляющая муфта.
Деталь	Крышка, штифт, основание, шайба, зубчатое колесо, вал, пружина, линза, призма.
Активная поверхность	Плоскость, цилиндр, сфера, конус (элементарные, геометрические поверхности). Накатка, зеркальная поверхность.

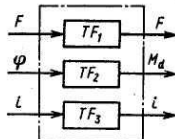
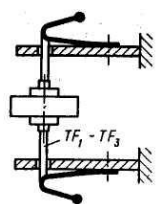


Рис. 2. Установка электрического измерительного механизма в крепежных пружинах, выполняющих три частные функции: TF_1 — крепление (восприятие усилий); TF_2 — аккумулярование энергии (момент возврата); TF_3 — пропускание электрического тока

рис. 2

1.2. Применение и классификация приборов

Технические изделия призваны вносить все более эффективный вклад в повышение производительности труда как в промышленности, сфере обслуживания так и в быту. Нельзя представить себе деятельность человека без приборов.

Если рассмотреть эволюцию прибора, то можно заметить, что произошла интеграция элементарных функций приборов в системы обработки информации и принятия решений.

Исторически первой задачей, выдвинувшей новые требования к приборостроению и обусловившей широкие перспективы его развития, явилась необходимость управления физическими процессами и контроля за их выполнением, т.е. автоматизация. Освобождение человека от повторяющихся работ во всех областях деятельности (исследований, разработки, управления, производстве, обслуживания, в быту) стало задачей приборостроения еще во времена появления логарифмической линейки, механических счетных приборов, пишущих машин и чертежных приборов.

Отформатировано: Уровень 1

1.2.1 Применение приборов

табл.3

Цели	Частные задачи	Требования к потребительским свойствам	Области применения	Внешние воздействия
Удовлетворение общественной потребности в информации	Получение, обработка, хранение и передача информации	Производительность; надежность, срок службы (функциональный, моральный); точность и воспроизводимость функции; степень применимости, возможность программирования функции; степень унификации и стандартизации; экономия энергии и материала; экономия, обусловленная свойствами изделия (стоимость, эксплуатационные затраты); требования с позиций технической эстетики (требования к внешнему виду, охране труда и эргономическому решению); условия эксплуатации; простота и удобство обслуживания, экономия времени, возможность комбинирования, прочность, износостойкость, возможность хранения); ремонтпригодность; качество защиты (автоматизация выполнения защитных функций, безопасность использования)	Наука, техника (исследование, разработка, производство); медицина; транспорт; торговля и снабжение; финансы; народное образование; общественное и личное потребление; защита окружающей среды	Воздействие посторонних тел, водной среды; электромагнитное, световое и радиоактивное излучение; шум; механические колебания и ударные нагрузки; климатические воздействия (температура, влажность, давление воздуха); солнечное излучение, ветер, дождь, роса, туман, снег, лед, химическое загрязнение атмосферы, например, SO ₂ , CO ₂ , NaCl, а также песок, грибки, бактерии, насекомые и грызуны
Освобождение человека от выполнения повторяющихся процессов	Выполнение материально-технических (промышленность, транспорт и т. д.) и творческих (исследование, конструирование, организация и т. д.) процессов, управление ими и контроль за их выполнением			
Получение естественнонаучных и технических знаний	Получение, преобразование, обработка, подготовка данных измерений			

Применение приборов направлено на достижение вполне определенных целей общественного развития. Функции, выполняемые приборами обусловлены областью их применения и задачами, для решения которых формируются технические требования, включающие в себя постоянно повышающиеся потребительские свойства и защиту от внешних воздействий и защиту окружающей среды от вредных влияний прибора. Взаимосвязь этих понятий показана в табл.3.

1.2.2 Классификация приборов

~~Все многообразие приборов строго классифицировать уже невозможно, поскольку их применение не имеет порой четко выраженных границ, однако можно выделить большие секторы приборов:~~

~~1. Приборы для устройств обработки данных ЭВМ, в том числе периферийные устройства: (средства обработки информации), принтеры, сканеры.~~

~~2. Приборы для техники связи и коммуникаций: радио и телеприемники, телефонные аппараты, звукозаписывающая и звуковоспроизводящая аппаратура, радиорелейная аппаратура, аппаратура связи использующая кабели и волоконную оптику, видеоаппаратура, камеры, аэронавигационные приборы.~~

~~3. Приборы для измерительной техники: измерители линейных размеров (микрометры, микрометры), измерители шероховатости, измерители времени (часы, реле), частоты, усиления (динамометры, весы), измерители электрических сигналов, измерители излучений.~~

4. Приборы для автоматизации: чувствительные элементы (датчики давления, температуры, объема, расстояния), средства управления и регулирования, счетчики, логические элементы, исполнительные механизмы (в том числе двигатели, в том числе шаговые).

5. Промышленные приборы: приборы для создания давления или разрежения воздуха (компрессоры), для обработки и изменения свойств материалов, соединений материалов (установки резки, сварочное оборудование, паяльные станции, установки поверхностного монтажа), для намотки, вытяжки, нагрева, охлаждения, экструзии и т.д. и т.п.

6. Медицинские приборы – для диагностики, ф/терапии, проведения анализов, операций, протезирования, кардиографы, томографы, измерители давления и температуры, и т.д.

7. Приборы для домашнего хозяйства – стиральные машины, холо-дильники, тепловентиляторы, печи СВЧ, пылесосы, швейные машины и т.д.

8. Приборы для развлечений и обслуживания: игровые автоматы, терминалы, банкоматы, инфокиоски.

1.3. Физические принципы и явления, используемые в приборах

В приборостроении наиболее распространены механические, электрические и электронные, оптические физические явления и принципы.

Механические узлы используются в первую очередь в «периферии» прибора, т.е., во-первых, в устройствах, непосредственно обслуживаемых человеком, и, во-вторых, в устройствах сопряжения, используемых для сбора данных измерений и выдачи заданных параметров, необходимых для работы средств автоматизации и в третьих, в исполнительных механизмах, выполняющих заданные функции. В первых из этих узлов должны быть учтены сенсорные и моторные способности человека для механического ввода команд (с помощью рычагов, клавиатуры и т. д.) и восприятия выводимой информации в виде механических, оптических и акустических сигналов. Сбор данных измерений и вывод заданных параметров и исполнение команд в средствах автоматизации требуют наличия преобразователей сигналов и энергии. Благодаря этому именно приборостроение способствовало развитию и использованию электромеханических, электромагнитных и других принципов (рис. 3).

Вследствие необходимости согласования свойств электронных узлов и устройств сопряжения постоянно растут требования к неэлектронным специальным механическим узлам. Эти требования касаются увеличения

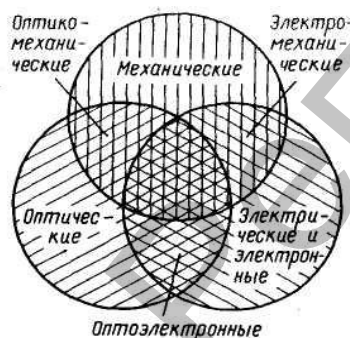


Рис.3: Узлы приборов с различными физическими принципами

производительности, расширения диапазона изменения мощности, еще большей миниатюризации, повышения точности, надежности, срока службы, межремонтных интервалов и обеспечения охраны окружающей среды (особенно в отношении уровня шума). Анализы показывают, что доля механических элементов в изделиях приборостроения в настоящее время составляет приблизительно половину электронных; предполагается, что в последующие два десятилетия это соотношение изменится в пользу электронных, так

или иначе связанных с механическими (например, сенсорный экран все равно требует механического воздействия для управления им). Поэтому в области конструирования приборов основными направлениями дальнейшего прогресса являются поиск новых механических конструкций и использование достижений микроэлектроники для разработки более совершенных конструкций. Постоянно существует потребность в разработке новых принципов работы, отвечающих возможностям все более широко унифицируемых микроэлектронных узлов, позволяющих реализовать преимущества одновременно микроэлектроники, механики и электромеханики в одном изделии.

2. Прибор как производственная продукция. Основные понятия и термины.

2.1 Продукция. Виды продукции

2.1.1 Продукция: Результат деятельности или процессов

2.1.2 продукция производственно-технического назначения: Продукция для использования в качестве средств промышленного и сельскохозяйственного производства.

2.1.3 товары народного потребления: Продукция, предназначенная для продажи населению с целью непосредственного использования ее для удовлетворения материальных и культурных потребностей.

2.1.4 научно-техническая продукция: Продукция, содержащая новые знания или решения, зафиксированная на любом информационном носителе а также модели, макеты, образцы новых изделий, материалов и веществ.

Примечания

1 К научно-технической продукции относятся научная продукция, конструкторская и технологическая документация, программные средства, сопроводительная документация, модели, макеты, опытные образцы изделий, материалов, веществ, нормативные документы.

2 К научной продукции относятся результаты исследований, содержащихся в отчетах

о

НИР, докладах, описаниях, монографиях и других печатных изданиях

2.1.5 серийная продукция: Продукция, изготавливаемая по одной и той же технической документации и выпускаемая в виде последовательного ряда единиц (партий) по нормативному документу, утвержденному в установленном порядке

2.1.6 единичная продукция: Отдельное изделие или партия продукции установленного объема, изготовленные по единой документации и не предусмотренные к повторному изготовлению

2.1.7 продукция основного производства: продукция, предназначенная для поставки или непосредственной продажи стороннему потребителю

2.1.8 продукция вспомогательного производства: Продукция, предназначенная только для собственных нужд изготовителя

2.1.9 готовая продукция: Изготовленная продукция, признанная пригодной к поставкам и (или) использованию

2.1.10 новая продукция: Продукция, изготовленная впервые в стране (на предприятии) или отличающаяся от выпускаемой улучшенными свойствами или характеристиками и получающая новое обозначение

2.1.11 модернизированная продукция: Продукция с новыми или улучшенными

Отформатировано: Уровень 1

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: интервал Перед: 0 пт, Междустр.интервал: одинарный

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Междустр.интервал: одинарный

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: интервал Перед: 0 пт, Междустр.интервал: одинарный

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

качественными характеристиками, полученными в результате модернизации выпускаемой продукции.

2.1.12 освоенная продукция: Продукция установившегося промышленного производства, выпускаемая в заданном объеме по нормативному документу, утвержденному в установленном порядке.

2.1.13 сертифицированная продукция: Продукция, прошедшая сертификацию (СТБ 5.1.04).

2.1.14 устаревшая продукция: Продукция, показатели качества которой не отвечают современным требованиям и неконкурентоспособная на рынке.

2.1.15 единица продукции: Отдельный экземпляр штучной продукции или определенное в установленном порядке количество нештучной или штучной продукции (ГОСТ 15895).

2.2 Параметры продукции

2.2.1 качество продукции: Совокупность характеристик продукции, относящихся к ее способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности (СТБ 1.0).

2.2.2 потребительские свойства продукции: Совокупность технических, эстетических и других свойств продукции, создающих ее полезный эффект и привлекательность для потребления.

2.2.3 технический уровень продукции: Относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции, с базовыми значениями соответствующих показателей (ГОСТ 15467).

2.2.4 конкурентоспособность продукции: Способность продукции отвечать требованиям конкретного рынка на рассматриваемый период.

2.2.5 брак: Продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов.

2.2.6 дефектная единица продукции: Единица продукции, имеющая хотя бы один дефект.

2.2.7 дефект: Каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

2.2.8 гарантийные обязательства: Обязательства поставщика или подрядчика перед заказчиком или потребителем гарантировать в течение установленного срока и (или) наработки соответствие качества поставляемой продукции или проведенных работ установленным требованиям и безвозмездно устранять дефекты, выявляемые в этот период, или заменять дефектную продукцию при соблюдении заказчиком или потребителем установленных требований к хранению, транспортированию, монтажу и эксплуатации продукции.

2.2.9 гарантийный срок: Интервал времени, в течение которого действуют гарантийные обязательства.

2.2.10 срок годности: Период, по истечении которого продукция считается непригодной для использования по назначению.

2.2.11 рекламация: Оформленное в установленном порядке заявление получателя или потребителя поставщику или подрядчику на обнаруженное в период действия гарантийных обязательств несоответствие качества и (или) комплектности поставленной продукции или проведенных работ установленным требованиям, а также требованиям о восстановлении или замене дефектной продукции (повторном выполнении работ).

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Шрифт: 14 пт, Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Отступ: Слева: 0,1 см, Справа: 0,13 см, интервал Перед: 0 пт

Отформатировано: интервал Перед: 0 пт, Междустр.интервал: одинарный

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

2.2.12 гарантийная наработка: Нарработка продукции в пределах действия гарантийных обязательств

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

2.3 Образцы продукции и их совокупности

2.3.1 образец продукции: Единица конкретной продукции, используемая в качестве представителя этой продукции при исследовании, контроле или оценке

Отформатировано: Уровень 1, интервал Перед: 0 пт

Отформатировано: интервал Перед: 0 пт

2.3.2 экспериментальный образец: Образец продукции, обладающий основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготавливаемый в процессе проведения научно-исследовательской работы (НИР) с целью проверки предлагаемых решений и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой продукции

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: интервал Перед: 0 пт, Междустр.интервал: одинарный

2.3.3 опытный образец: Образец продукции, изготовленный по вновь разработанной рабочей документации для проверки путем испытаний или экспертной оценки для простейших изделий соответствия его заданным техническим требованиям с целью принятия решения о возможности постановки на производство и (или) использования по назначению

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.3.4 авторский образец: Образец продукции, изготовленный автором или авторами для его демонстрации

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.3.5 опытная партия: Совокупность опытных образцов или определенный объем продукции, изготовленные за установленный период времени по вновь разработанной одной и той же документации для контроля соответствия продукции заданным требованиям и принятия решения о постановке ее на производство

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.3.6 образец-эталон: Образец продукции, утвержденный в установленном порядке и предназначенный для сравнения с ним изготовленной продукции при ее приемке и поставке

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.3.7 контрольный образец: Единица продукции или часть, или проба, утвержденные в установленном порядке, характеристики которых приняты за основу при изготовлении и контроле такой же продукции

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.3.8 установочная серия: Первая промышленная партия, изготовленная в период освоения производства по документации серийного или массового производства с целью подтверждения готовности производства к выпуску продукции с установленными требованиями и в заданных объемах

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Уровень 1, интервал Перед: 0 пт, Междустр.интервал: одинарный

Отформатировано: интервал Перед: 0 пт, Междустр.интервал: одинарный

2.4 Разработка продукции и интеллектуальная собственность

2.4.1 разработка продукции: Процесс создания технической документации и образцов, необходимых для организации производства продукции

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.4.2 разработка аванпроекта: Вид работ, предшествующий разработке продукции, выполняемый будущим ее разработчиком по заданию заказчика или основного потребителя с целью технико-экономического обоснования целесообразности разработки продукции и путей ее создания, производства и эксплуатации

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.4.3 экспертиза технической; документации: Исследование соответствия технической документации установленным требованиям с оценкой заложенных в ней технических и художественных решений

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

2.4.4 патентные исследования (продукции): Исследование технического уровня и тенденций развития продукции, ее патентоспособности, патентной чистоты и конкурентоспособности

2.4.5 изобретение: Техническое решение, являющееся новым, имеющее правовую охрану, изобретательский уровень и промышленно применяемое

2.4.6 промышленный образец: Новое художественное и художественно-конструкторское решение, определяющее внешний вид изделия, пригодное для промышленного производства, защищенное в установленном порядке, имеющее авторское свидетельство, и которому представлена правовая охрана

2.4.7 товарный знак: Зарегистрированное в установленном порядке обозначение, помещаемое на товарах, упаковке или в документации, связанной с реализацией товара, и служащее для отличия однородных товаров, разных изготовителей

2.4.8 ноу-хау: Полностью или частично конфиденциальная информация, включая сведения технического, административного и финансового характера; которая имеет действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности ее третьим лицам

2.4.9 патентная чистота: Независимость объекта техники от охраняемых прав третьих лиц на объекты промышленной собственности

2.4.10 патентоспособность: Соответствие предполагаемого объекта промышленной собственности критериям, необходимым для получения правовой охраны по патентному законодательству конкретной страны (региона)

2.4.11 художественное конструирование изделий: Составная часть конструирования изделия, направленная на отработку композиционных и эстетических характеристик изделия во взаимной связи с ее функциональным назначением

2.4.12 моделирование продукции: Изучение объекта (продукции) путем экспериментального исследования физической и математической модели, воспроизводящей или имитирующей отдельные свойства объекта (продукции)

2.4.13 агрегатирование: Метод конструирования машин и оборудования из стандартных и унифицированных деталей и узлов

2.4.14 модифицирование: Вид разработки изделия на основе базового изделия с целью расширения или специализации сферы его применения

2.4.15 модернизация (выпускаемой) продукции: Разработка изделия, проводимая с целью замены выпускаемого изделия изделием с новыми или улучшенными отдельными показателями качества путем ограниченного изменения его конструкции

2.4.16 совершенствование (выпускаемой) продукции: Улучшение качества выпускаемой продукции путем внесения изменений в действующую техническую документацию с сохранением значений основных показателей качества и взаимозаменяемости с ранее выпущенной продукцией

2.4.17 техническая документация (на продукцию): Совокупность документов, необходимая и достаточная для непосредственного использования на каждой стадии жизненного цикла продукции

2.4.18 корректировка технической документации: Процесс разработки и внесения изменений в утвержденную техническую документацию

2.4.19 изменение документа: Любое исправление документа, исключение или добавление в него каких-либо данных, проводимое в установленном порядке без изменения обозначения с сохранением правового статуса измененного документа

2.4.20 доработка опытного образца: Работы, проводимые по результатам

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

предварительных или приемочных испытаний образцов с целью обеспечения их соответствия заданным требованиям, устранения выявленных недостатков или реализации принятых дополнительных требований

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.4.21 опытная апробация: Формирование и изучение спроса потребителя на разработанную продукцию по результатам реализации опытной партии

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.4.22 интеллектуальная собственность:— это закрепленное законом временное исключительное право на продукты творческой деятельности в производственной, научной, литературной, художественной областях, носящие нематериальный характер., а так же личные не имущественные права авторов на результат интеллектуальной деятельности или средства индивидуализации.

Отформатировано: интервал
Перед: 0 пт, Междустр.интервал: одинарный, Поз.табуляции: нет в 8,21 см

2.5 Стадии жизненного цикла продукции и виды работ

2.5.1 жизненный цикл продукции: Совокупность взаимосвязанных процессов последовательного изменения состояния продукции от формирования исходных требований к ней до утилизации

Отформатировано: Уровень 1, интервал
Перед: 0 пт, Междустр.интервал: одинарный

2.5.2 стадия жизненного цикла продукции: Часть жизненного цикла продукции, характеризующая определенным состоянием продукции, видом предусмотренных работ и их конечными результатами

Отформатировано: интервал
Перед: 0 пт, Междустр.интервал: одинарный

2.5.3 постановка продукции на производство: Совокупность мероприятий по организации производства вновь разработанной, модернизируемой или ранее освоенной другими изготовителями продукции

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.5.4 подготовка производства: Составная часть постановки продукции на производство, содержащая мероприятия по подготовке и обеспечению технологического процесса ее изготовления или ремонта в заданном объеме выпуска

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: не разреженный на / уплотненный на

2.5.5 освоение производства: Составная часть постановки продукции на производство, включающая отработку и проверку подготовленного технологического процесса и овладение практическими приемами изготовления продукции со стабильными значениями показателей и в заданном объеме выпуска

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

2.5.6 приемка продукции: Проведение службой технического контроля и (или) представителем заказчика приемочного контроля продукции и оформление документов о ее пригодности к поставкам и (или) использованию

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

2.5.7 транспортирование продукции: Перемещение продукции в заданном состоянии с применением, при необходимости, транспортных и грузоподъемных средств, начинающееся с погрузки и заканчивающееся разгрузкой на месте назначения

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

2.5.8 хранение продукции: Содержание продукции в месте ее размещения в соответствии с установленными правилами, предусматривающими обеспечение ее сохранности до использования по назначению в течение заданного срока

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

2.5.9 поставка продукция: Исполнение обязательств поставщиком по обеспечению потребителя или заказчика продукцией

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

2.5.10 работа по рекламациям: Комплекс мероприятий поставщика продукции по устранению несоответствий ее качества и (или) комплектности установленным требованиям, обнаруженных получателем или потребителем в период действия гарантийных обязательств

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

2.5.11 авторский надзор (в производстве /эксплуатации/ продукции): Совокупность мероприятий, проводимых разработчиком в конкретных условиях производства /эксплуатации/ разработанной им продукции, по обеспечению соответствия

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

их установленным требованиям и своевременному устранению выявленных недостатков продукции.

2.5.12 эксплуатация: Стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество (ГОСТ 25866)

2.5.13 опытная эксплуатация: Эксплуатация заданного числа изделий по специальной программе с целью учета реальных условий эксплуатации, контроля в этих условиях технических характеристик изделия и определения необходимости изменения конструктивных, технических и ремонтных характеристик изделия, внесение изменений в эксплуатационные документы

2.5.14 снятие продукции с производства: Совокупность мероприятий по прекращению промышленного производства продукции

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

Отформатировано: Масштаб знаков: 100%, не разреженный на / уплотненный на

3 Окружающая среда и ее воздействие на приборы

В зависимости от размещения приборов на поверхности земли, в атмосфере в воде рек, морей характер и интенсивность внешних естественных дестабилизирующих факторов будут различными. Их влияние может быть, как ослаблено, так и усилено при размещении на или внутри различных объектов. Освоение космического пространства требует учета дестабилизирующих факторов космического пространства и знаний условий работы приборов на поверхности планет и других космических тел. Для земной аппаратуры определяющими естественными дестабилизирующими факторами являются климатические.

3.1 Климат, климатические зоны и характерные группы эксплуатации

Климат – характерная для данной области (региона) на поверхности земли совокупность типичных изменений атмосферных процессов, обуславливаемых географическими координатами, строением земной поверхности, уровнем солнечной радиации, вертикальным теплообменом и другими определяющими метеорологическими факторами за длительное время.

Основными климатическими факторами внешней среды являются: солнечная радиация, температура, относительная влажность воздуха, его плотность, движение, наличие твердых и газообразных примесей, образование снега, тумана, инея, плесневых грибов. Динамичность этих параметров заставляет рассматривать нормальные, номинальные и предельные значения.

Предельные значения климатических факторов проявляются обычно достаточно редко и допускают в этих условиях только сохранение работоспособности (без соблюдения номинальных параметров, отклонения от которых оговаривается в ТУ).

Солнечная радиация или инсоляция (интегральная плотность теплового потока), на высоте 15000 м равна 1125 Вт/м², ее колебания определяют температуру поверхности прибора.

Температура: различают эффективную температуру внешней среды: температуру для тепловых расчетов изделий, среднеарифметическую за многолетние наблюдения и температуру внешней среды при эксплуатации.

Относительная влажность воздуха – отношение количества водяных паров при данной температуре в объеме воздуха к их максимальному количеству. Абсолютная влажность – кол-во водяных паров в 1м³ воздуха (не зависит от температуры. Точка росы – температура, при которой наступает насыщение (100%).

Осадки жидкие (туман, дождь, роса) и твердые (град, снег, крупа) возникают вследствие охлаждения влажного воздуха ниже точки росы.

Плотность воздуха – величина, зависящая от высоты над уровнем моря.

Ветер – горизонтальное движение воздуха характеризуется скоростью, силой в баллах.

Наличие твердых и газообразных примесей существенно влияет на характер воздействия воздушной среды на РЭЭП. Пыль характеризуется размерами частиц (тонкая <20мкм, грубая>20мкм), их числом или массой на единицу объема (0,02...500мг/м³). Специфические газообразные отходы промышленности или газовая среда, в которой могут работать приборы могут обладать заметным разрушительным действием.

Плесневые грибки способны разлагать высокомолекулярные естественные (древесина) и искусственные (пластмассы) соединения и нарушать работу приборов.

В соответствии с ГОСТ 15150 различают 6 макроклиматических районов:

У – умеренный

ХЛ – холодный

ТВ – влажный тропический

ТС – сухой тропический

М – умеренно холодный морской

ТМ – тропический морской

Наземная аппаратура, годная для работы в районах ТВ и ТС («тропическое исполнение») имеет обозначение Т, годная для работы во всех наземных районах – О, установленная на морских судах с неограниченным районом плавания, имеет обозначение ОМ, пригодная для всех районов на суше и на море – В.

3.1.1 Воздействие температуры, ветра и гололеда.

Температура оказывает существенное влияние на работу приборов. Различные величины линейных расширений материалов могут вызвать значительные механические напряжения и нарушение механической целостности конструкции. Изменение температур вызывает изменение параметров радиоэлементов: сопротивления, емкости, коэффициента усиления и др. в результате чего структура системы не выполняет своих или выполняет не в полном объеме. Некоторые сплавы меди при t° < минус 20 склонны к холодной хрупкости. Терморезистивные пластмассы сохраняют свою форму до момента разрушения из-за термохимической цепной реакции разложения. Термопластические – при температурной перегрузке сначала становятся эластичными и текучими и только после этого разрушаются. Термочувствительны и многие резины.

Смазочные материалы при низкой температуре увеличивают свою вязкость и могут совсем застыть. При высокой температуре вязкость смазки уменьшается и смазка может испариться.

Специфическим видом климатических воздействий на элементы наземных приборов, расположенных вне помещений и укрытий, является одновременное воздействие ветра и

гололеда. При оледенении увеличиваются масса и поперечные размеры элементов конструкций, что приводит к росту аэродинамических и механических нагрузок. Случайный характер метеорологических факторов, формирующих гололедный ветровой режим, изменение скорости ветра и температур требует вероятностного подхода к решению задачи, которая описывается 36-ю основными параметрами.

3.1.2 Воздействие влаги, пыли, солнечной радиации и биологических факторов

Влага. Воздействие влаги на металлы и изоляционные материалы имеет разную природу, но одинаковый конечный результат – разрушение исходной структуры материала. В металлах это происходит за счет коррозии, в изоляционных материалах – за счет влагопоглощения.

Термодинамической причиной коррозии является переход корродирующего металла из менее стабильного состояния, в котором он используется в конструкции прибора в более стабильное первоначальное состояние, из которого он был получен (окислы, сульфиды, карбонаты).

На скорость коррозии влияют: концентрационная поляризация, перенапряжение и пассивность металлов. Наличие влаги – причина электрохимической коррозии, реакции которой идут при низких температурах.

Влага является причиной и различных побочных явлений, увеличивающих дестабилизирующее воздействие пыли и биологических факторов.

Низкокачественные изоляционные материалы с макроскопическими порами или трещинами поглощают влагу за счет капиллярных эффектов. В высококачественных изоляционных материалах определяющим фактором водопоглощения является диффузия. При процессах герметизации важен третий режим – проникновение (режим переноса влаги через оболочку).

За счет достаточно высокой электропроводности вводы по сравнению с электропроводностью изоляционного материала при диффузии влаги имеет место существенное (на 2...4 порядка) падение сопротивления изоляции, рост $\tan \delta$ и изменение относительной диэлектрической постоянной.

При поглощении или отдаче влаги (набухание и усадка) происходит изменение объема и размеров изоляционных деталей, что может быть причиной возникновения заметных механических напряжений в материале. Иногда это приводит к ускоренному и увеличенному влагопоглощению (из-за трещин), нарушению механической и электрической прочности элементов или их работоспособности, особенно с учетом действия температур переменного знака.

Песок и пыль. Максимальная опасность – не относительно крупные частицы пыли и песка (у них меньше острых граней), а мелкие, взвешенные в атмосфере, с величиной зерна 1...40 мкм. Результат их воздействия в подшипниках и механизмах – падение точности, заедания в зазорах с контактами — препятствие нормальной работе реле и переключателей; на поверхности изоляционных деталей из-за гигроскопичности — паразитная проводимость; на поверхности металлических деталей — увеличение скорости коррозии.

Во всех случаях в тропических условиях, пыль может быть питательной средой для плесневых микроорганизмов. Пыль, в пустыне из-за высокого содержания кварца более твердая и абразивная.

При значительной запыленности, повышенной температуре пыли, наличии кислорода и источника энергии — пыль взрывается, что может быть причиной больших

разрушений. Оптимальные условия работы контактов в РЭА — обеспыливание воздуха и поддержание постоянной влажности.

Солнечная радиация. Различают две группы воздействия РС: фотолитическое и фотоокислительное (перегрев). Фотолитическое характеризуется избирательным поглощением солнечных лучей в полосах поглощения. Воздействие фотонов приводит к отрыву фотоэлектронов и разрыву молекулярных связей. Следствием этого является изменение цвета ряда полимерных материалов, хрупкость и потеря прочности, нарушение лакокрасочных покрытий.

Фотоокислительное воздействие РС — разрыв химических связей, при одновременном воздействии излучения, воздействие кислорода, воздуха и влаги. Результат — усиленная коррозия (особенно в условиях тропического климата).

Перегрев РЭА до 25 ... 30 К от поглощения энергии солнечных лучей происходит за счет: непосредственного излучения Солнца; излучения, рассеянного и отраженного атмосферой; теплых слоев воздуха; излучения от грунта, теплопроводности воздуха и грунта.

Специфическим видом воздействий, которым подвергается РЭА и ее материалы, являются воздействие СВЧ излучений.

Биологические факторы. К биологическим факторам относят плесневые грибки, насекомых и грызунов. Важнейшая группа биологических факторов — плесневые грибки. Основной фактор их развития — высокая влажность (80 ... 100% Вл), наличие естественных или искусственных высокомолекулярных соединений для питания и малая освещенность помещения.

Изоляционные материалы на основе целлюлозы при воздействии плесневых грибков ухудшают свои механические и электрические параметры и могут даже разрушиться.

Насекомые редко повреждают РЭА. Наиболее опасны для РЭА, работающей в тропических условиях, термиты. Они поедают преимущественно древесину, поэтому опасны для приборов, имеющих деревянные детали и пластмассы с древесными наполнителями и установленных в деревянных зданиях, пропитка фунгистатическими составами деревянных материалов и специальные пластмассы. В особо термитоопасных районах для надежной защиты подземных кабелей используют, кроме свинцовой оболочки, дополнительную оплетку, пропитанную ядом против термитов. Однако такой кабель очень дорог.

Опасность летающих насекомых в том, что они (главным образом ночью) летят на источник тепла и света и погибают. Кроме случайных повреждений органических материалов трупы насекомых опасны для открытых контактов и при высокой влажности, так как, кроме коррозии, образуют питательную среду для развития плесневых грибков. В связи с этим вентиляционные и другие отверстия в РЭА следует закрывать, мелкой сеткой.

Кабели в пластмассовой и неармированной резиновой изоляции могут повреждать грызуны (крысы, мыши). Для защиты изоляции применяют стальную оплетку, но обычно повреждения кабеля и проводов грызунами, не превышают 2%, поэтому целесообразнее устранить случайное повреждение, чем применять дорогостоящие защитные мероприятия.

3.2 Воздействие полей СВЧ и ионизирующего излучения

3.2.1 Поля СВЧ

В электромагнитном поле СВЧ ряд определяющих свойств материалов существенно изменяется. За счет поверхностного эффекта уменьшается проводимость металлов и

сплавов применяемых на СВЧ в качестве токопроводящих поверхностей, линий передачи, объемных резонаторов; за счет явления поляризации изменяется диэлектрическая проницаемость и увеличиваются потери в диэлектриках, используемых в качестве заполнителей линий передачи, герметизирующих вставок, антенных обтекателей, поглотителей мощности; изменяется магнитная проницаемость ферритов.

Поверхностный эффект – уменьшение плотности тока СВЧ в направлении от поверхности внутрь проводника по экспоненциальному закону – определяется глубиной проникновения δ (толщиной поверхностного слоя, в котором плотность тока уменьшается в $e \approx 2,72$ раза).

$$\delta = 0,029 \sqrt{\lambda_0 / \mu_r \sigma}$$

С ростом частоты тока, магнитной проницаемости и проводимости металла возрастает поверхностный эффект; при этом ток протекает вблизи поверхности проводника, что вызывает потери энергии СВЧ, определяемые величиной удельного активного поверхностного сопротивления: $\rho = 1/\delta\sigma$.

Электрические и магнитные свойства диэлектриков определяются величинами комплексной диэлектрической и магнитной проницаемости.

Качество материала с точки зрения потерь, определяющих тепловое рассеяние энергии определяется тангенсом угла диэлектрических и магнитных потерь.

При этом вещественные значения характеризуют плотности электрической и магнитной энергии, а мнимые – электрические и магнитные потери. В действующих узлах СВЧ аппаратуры для уменьшения потерь стремятся применять пластмассы с высоким значением относительной диэлектрической проницаемости и низким – магнитной.

3.2.2 Ионизирующие излучения

Ионизирующие излучения – любые излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию электрических зарядов разных знаков.

Первичное ИИ в рассматриваемом процессе взаимодействия со средой является или принимается исходным. Вторичное ИИ возникает в результате взаимодействия первичного с рассматриваемой средой.

ИИ могут быть электромагнитными (фотонными) в виде γ - и рентгеновского излучения и корпускулярными в виде потока частиц с массой покоя отличной от нуля (α - и β -излучения, нейтронное излучение).

ИИ характеризуется полем (пространственно-временным распределением ИИ в рассматриваемой среде); потоком ионизирующих частиц Φ_N , плотностью потока ионизирующих частиц ϕ_N , потоком энергии ИИ, плотностью потока энергии ИИ, переносом ионизирующих частиц, переносом энергии.

При проектировании приборов для повышения радиационной стойкости, как правило, учитывают воздействие нейтронов и γ -излучения, обладающих наибольшей проникающей способностью.

Радиационная стойкость изделия или материала по ГОСТ18298 – свойство аппаратуры, комплектующих изделий, материалов выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах установленных норм во время воздействия ИИ.

Воздействие ИИ на изделие проявляется в виде радиационного и ионизационного эффектов, обратимого и необратимого радиационных дефектов, радиационного разогрева и других явлений.

Радиационный эффект – изменение значений параметров изделий и материалов в результате воздействия ИИ. Ионизационный эффект - радиационный эффект, обусловленный ионизацией и возбуждением атомов вещества. Радиационный дефект – радиационный эффект, проявляющийся в нарушении структуры вещества под воздействием ИИ. Обратимый радиационный дефект - радиационный дефект в веществе, исчезающий с прекращением облучения. Необратимый радиационный дефект - радиационный дефект, длительно сохраняющийся в веществе после прекращения облучения. Радиационный разогрев - радиационный дефект, проявляющийся в повышении температуры материала, в результате поглощения энергии ИИ.

Нейтронное излучение в основном является причиной радиационных дефектов, обусловленных физико-химическими преобразованиями в материалах (сшивание и деструкция при облучении полимеров, окисление). Возможны радиационный разогрев, выделение кислот и активных газов (хлор, фтор, водород).

При γ -излучении преобладают ионизационные эффекты. Скорость образования избыточных носителей заряда пропорциональна поглощенной дозе излучений. Увеличение концентрации избыточных носителей – основная причина увеличения проводимости диэлектрических и полупроводниковых материалов.

Влияние ИИ на материалы Металлы наиболее устойчивы к воздействию ИИ: им свойственна высокая концентрация свободных носителей заряда, а характеристики их слабо зависят от дефектов кристаллической решетки, γ -излучение на свойства металлов практически не влияет. Наименьшей радиационной стойкостью обладают электротехнические стали и магнитные материалы, у которых при достаточно высоком переносе ионизирующих частиц изменяются относительная магнитная проницаемость и удельная проводимость.

Некоторые металлы, например, бор, марганец, кобальт, магний, цинк, молибден и др. после облучения нейтронами становятся источниками вторичного ИИ.

Наименее устойчивы к воздействию ИИ полупроводниковые и органические материалы. У полупроводниковых материалов при облучении изменяются время жизни и подвижность носителей заряда, коэффициент Холла. У органических – механические свойства, электрическая прочность, ϵ , $\text{tg}\delta$.

Влияние на резисторы и конденсаторы Воздействие ИИ вызывает обратимые (в основном γ -излучение) и необратимые изменения сопротивления, увеличение уровня шумов, ухудшение влагостойкости резисторов. Основные причины: деградация электрофизических характеристик резистивных и электроизоляционных материалов (резкое увеличение проводимости из-за ионизационных эффектов в материалах, воздухе или другой среде, окружающей резистор). После окончания облучения исходное значение сопротивления восстанавливается менее, чем через 2мс. Нейтронное излучение в зависимости от поглощенной дозы излучения может стать причиной необратимого изменения сопротивления, связанного с нарушением структуры материала резистивного слоя и защитных покрытий. При всем прочем увеличение защитного покрытия в 10 раз позволяет снизить нестабильность резистора в 6-8 раз, при уменьшении размеров резистора его устойчивость к ИИ повышается.

Воздействие ИИ сказывается на параметры электрической прочности конденсаторов, сопротивление изоляции, $\text{tg}\delta$, номинальной емкости. Причины изменений: преобразования в структуре диэлектрика, механические деформации, ионизация диэлектрика и окружающей среды, выделение газов.

Рентгеновское и γ -излучение вызывают в основном обратимые радиационные дефекты. При облучении нейтронами возможны как обратимые, так и необратимые дефекты. Наибольшей стойкостью к ИИ обладают конденсаторы с неорганическим диэлектриком: керамические, стеклоэмалевые, слюдяные.

Влияние на полупроводниковые приборы Ионизирующее действие радиации приводит к генерации в объеме полупроводника избыточных зарядов. Заряды, двигаясь под действием градиентов концентраций и электрических полей, создают фототоки. Величина избыточных фототоков пропорциональна эффективному (по сбору дополнительных носителей) объему прибора (ширина области объемного заряда, величина p - n переходов)

Структурные нарушения обусловлены взаимодействием ИИ с кристаллической решеткой полупроводника. Степень структурных нарушений зависит от вида и энергии частиц. Даже незначительные дефекты структуры кристаллической решетки вызывают существенное изменение параметров полупроводниковых материалов: подвижности, эффективной концентрации, времени жизни носителей заряда. Поэтому следствием структурных нарушений являются необратимые дефекты полупроводниковых приборов.

В зависимости от типа прибора, технологии его изготовления, условий работы, вида и энергии излучения, преобладает тот или иной механизм нарушений. Он и определяет радиационную стойкость прибора.

3.3 Механические воздействия

Механические нагрузки, проявляющиеся в виде колебаний и ударов, воздействуют на прибор и окружающую среду во время изготовления, транспортирования, эксплуатации, а также во время испытаний прибора. При этом различают колебания (вибрацию и шум), удары и линейные или угловые ускорения:

-Обусловленные внешними влияниями. Такими влияниями могут быть колебания фундамента в результате работы прессового оборудования, вибрации транспортного средства вследствие неровностей дорожного полотна или колебания вагона поезда на стыках рельсов, погрузочно-разгрузочные работы, старт ракеты или космического аппарата;

-Вызванные внутренними источниками, например, работой устройства вблизи резонансных частот вращением вентилятора, несбалансированностью вращающихся деталей, неточностью изготовления разрушениями и т.п.

При анализе механических воздействий на приборы вводятся понятия функций возбуждения, частот возбуждения. Для математических описаний важно, чтобы реальные функции возбуждения могли быть приближенно описаны идеальными. К идеальным функциям возбуждения относятся гармоническая, периодическая стохастическая функции, а также и другие функции, которые применяют для описания нестационарных процессов. При этом удароподобное возбуждение может иметь вид функции прямоугольной, полусинусоидальной, треугольной формы.

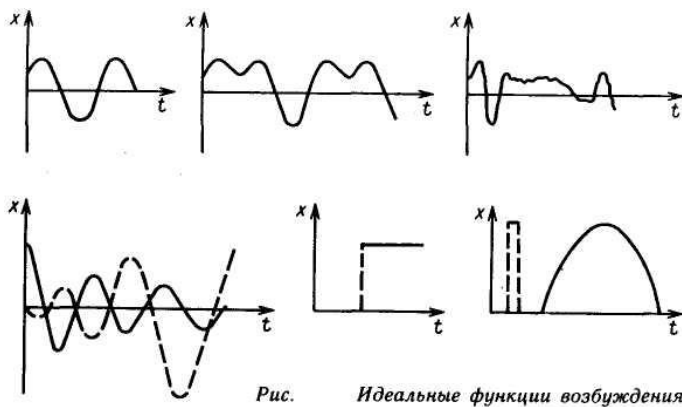


Рис 4

Для исследования системы возможно также исследование последовательности удароподобных возбуждений.

Частоты возбуждения (частоты вынужденных колебаний) и собственные частоты колебаний механических систем лежат в области от 0 до 10^6 Гц (рис.). Для примера можно указать диапазоны частот колебаний для некоторых характерных процессов: колебания грунта и зданий $10^{-2} - 10^{-1}$ Гц; колебания, различимые с помощью осязания, $10^{-1} - 10^2$ Гц; собственные колебания большинства конструктивных элементов — от 10 до 10^3 Гц; колебания, слышимые человеком, — от 16 до $1,6 \cdot 10^4$ Гц; ультразвуковые колебания — от $2 \cdot 10^4$ до 10^6 Гц.

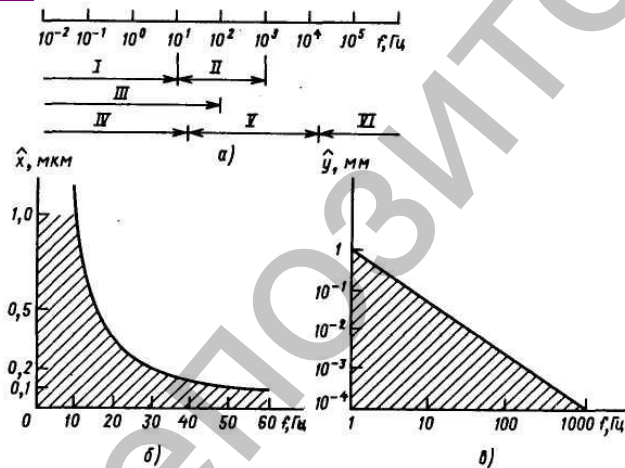


Рис. Механические колебания, встречающиеся в приборах:
 а — частоты колебаний: I — грунта и зданий; II — механических конструкций элементов (собственные частоты); III — различимых с помощью осязания; IV — инфразвуковых; V — звуковых; VI — ультразвуковых; б — амплитуды входных величин (колебаний грунта и зданий); в — амплитуды выходных величин (колебаний конструктивных элементов и узлов при гармоническом возбуждении)

Рис 5

В табл. 4 приведены собственные частоты f_0 и добротность Q некоторых конструктивных элементов и узлов. Знание этих параметров важно для расчетов, измерений и проверки параметров колебаний. При этом следует помнить, что эти значения действительны только для дискретных колебательных систем и только для одного направления колебаний. Как показывает опыт, отношение собственных частот колебаний во взаимно перпендикулярных направлениях составляет 0,5—2.

Табл.4 Собственные частоты f_0 колебаний и добротность Q некоторых конструктивных элементов и узлов

<u>Конструктивные элементы и узлы</u>	<u>f_0, Гц</u>	<u>Q</u>	<u>Длина лепестка для пайки, мм</u>
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Резисторы, припаиваемые к печатным платам	200—500	250; 60—120	10—30; 1—8
Конденсаторы, припаиваемые к печатным платам	80—600	40—60; 20—40	15—20; 1—8
Электролитические конденсаторы (корпус прикреплен к конденсатору, колебания направлены перпендикулярно корпусу)	50—140	=	=
11	2	3	4
Транзисторы и диоды, припаиваемые к печатным платам	100—400; 50	200	20; 35
Электронные лампы	100—200	=	=
Реле на печатных платах:	120	=	=
корпус	350	=	=
контактная группа			
Провода (припаиваемые):	200—1200	200	50—100
неизолированные	600	90	
лакированные			
Кабели, многопроволочные гибкие провода	30—60	2—3	=
Охлаждающие и экранирующие пластины (алюминиевые толщиной 2 мм,	40—80	=	=

<u>устанавливаемые на печатных платах)</u>			
<u>Печатные платы на направляющих (массой 60—220 г)</u>	<u>40—80</u>	<u>=</u>	<u>=</u>
<u>Винтовые пружины в приборах</u>	<u>10—100</u>	<u>=</u>	<u>=</u>
<u>Плоские пружины в приборах</u>	<u>50—500</u>	<u>=</u>	<u>=</u>
<u>Резиновые амортизаторы</u>	<u>30—300</u>	<u>=</u>	<u>=</u>
<u>Пьезоэлектрические резонаторы</u>	<u>Несколько сотен килогерц</u>	<u>20 000</u>	<u>=</u>
<u>Конструктивные элементы, узлы в приборах</u>	<u>(10—1000) 50—500</u>	<u>(2—300) 20—200</u>	

4. Защита приборов от влияния окружающей среды.

С помощью технических мероприятий влияние окружающей среды на работу приборов могут быть значительно снижено. Решение задач защиты приборов и окружающей среды следует начинать на этапе конструкторской подготовки производства.

Изменение условий окружающей среды и расширение областей применения, например, использование приборов в экстремальных климатических условиях, повышают требования к выполнению функции и к надежности, а также к защите самого изделия. Климатические и механические условия воздействуют на прибор при транспортировании, хранении и эксплуатации.

4.1 Выбор материала и защита поверхности от влаги

Выбор материалов зависит от требований, связанных с выполнением функций прибора, и от коррозионных свойств. При этом необходимо принимать во внимание пару взаимодействующих материалов. Так, пара электрически контактирующих металлов в присутствии электролита (например, конденсата, дождя) может подвергнуться контактной или гальванической коррозии. Интенсивность коррозии очень сильно зависит от разности потенциалов, возникающей в месте касания металлов. Образующиеся потенциалы очень сильно зависят от состава водной среды.

При выборе материалов с учетом их электрохимических потенциалов необходимо руководствоваться следующим:

- разность потенциалов двух металлов должна быть малой. Для аппаратуры связи допустима разность потенциалов до 0,5 В, для прецизионных приборов – до 0,25 В.;
- металлы следует покрывать защитными слоями, изолирующими их друг от друга;
- площади касания различных металлов должны быть малыми, так как увеличение этих площадей приводит к усилению контактной коррозии.

Мероприятия для уменьшения коррозии:

1. Нанесение металлического покрытия.
2. Изоляция.
3. Защита от воздействия вспомогательных материалов
4. Гальванические покрытия
5. Нанесение смазочных материалов
6. Окраска
7. Герметизация

4.1.1 Нанесение металлического покрытия. Металл, имеющий более положительный потенциал по сравнению с контактирующим с ним металлом, необходимо покрыть защитным металлическим слоем в месте касания и вокруг него. Выбор металла для защитного слоя производится с учетом электрохимических потенциалов, технологии нанесения покрытия, условий коррозионного воздействия, а также класса коррозионной нагрузки; запланированного срока службы; материала и расположения детали (снаружи или внутри); требуемого вида поверхности (например, матовая или блестящая); способа получения защитного слоя.

4.1.2 Изоляция. Электрический контакт между двумя касающимися металлами может быть предотвращен с помощью использования, например, металлических клеев вместо электрически проводящих соединений или — в случае механически малонагруженных соединений — с помощью окраски.

4.1.3 Защита от воздействия вспомогательных материалов. Вспомогательные материалы, используемые при изготовлении детали, могут оказывать агрессивное воздействие как на эту деталь, так и на другие детали. Особенно активны при этом формальдегид, кислоты, хлориды. Мерами защиты могут быть ограничение воздействия (например, многократная промывка печатных плат от травильного раствора или использование бескислотных паяльных флюсов), нанесение защитных покрытий (например, покрытие печатных плат лаком), выбор рациональной конструкции узла (например, отдельное расположение батарей).

4.1.4 Кадмирование и цинкование. Из соображений экономичности для защитных покрытий наиболее часто используют цинк и кадмий. Коррозионная стойкость цинковых и кадмиевых покрытий может быть значительно повышена последующим пассивированием (хроматированием или фосфатированием). Контактным способом наносят серебро, никель, хром и олово, которые могут быть осаждены на основной металл из водных растворов. Вследствие ограничения запасов и постоянно повышающейся стоимости кадмия в электротехнике и электронике для покрытий наиболее часто используют цинк. Но

полностью заменить кадмий цинком невозможно, так как последний очень чувствителен к коррозионным воздействиям, появляющимся внутри прибора при относительной влажности выше 75—80%. При использовании оцинкованных деталей необходимо, кроме того, предотвращать их длительный контакт с конденсатом при эксплуатации, транспортировании и хранении. В общем случае при выборе защитного покрытия следует учитывать коррозионные свойства отдельных слоев и агрессивных сред, которые могут появиться внутри прибора.

4.1.5 Нанесение коррозионно-защитных смазочных материалов. Этот способ применяют для временной защиты заготовок и полуфабрикатов от коррозии во время их хранения и транспортирования, а также для внутренних деталей прибора, для которых по технологическим или техническим причинам нельзя использовать способ, обеспечивающий их длительную защиту (например, для пружин, деталей редукторов). Однако временные защитные смазочные материалы необходимо обновлять через определенные промежутки времени в соответствии с инструкциями и условиями окружающей среды. При их выборе учитывают качество поверхности перед консервацией, класс коррозионной нагрузки конечного изделия, цель консервации (промежуточная или конечная консервация), а также конструкцию защищаемой детали. Коррозионно-защитными смазочными материалами предотвращают воздействие содержащейся в атмосфере влаги на поверхность металла. Их защитное действие может быть усилено добавкой веществ, замедляющих коррозию (ингибиторов).

4.1.6 Окраска. Обычно окраску осуществляют в два приема: вначале наносят грунтовый, затем покровный слой. Грунт предназначен для пассивации защищаемой поверхности, а также для обеспечения надежной связи покровного слоя с основным материалом. Покровный слой состоит из слоев грунтовой краски и лака, причем грунтовая краска предназначена для надежного соединения грунта с покровным слоем, служащим для непосредственной защиты от воздействий окружающей среды, а также для подготовки к нанесению лакового слоя.

Как показывает практика, коррозия деталей из черных металлов, особенно мелких, начинается на кромках, так как слой краски на них недостаточен. Здесь появляется подпленочная коррозия, которая постепенно приводит к отслоению защитного покрытия. Подобный процесс развивается в заклепках, резьбах и сварных швах. Для предотвращения таких явлений необходима дополнительная защита кромок.

Преждевременное старение и разрушение пластмассовых деталей может наблюдаться при поглощении ими влаги, под действием агрессивных сред и тепловых нагрузок (сопровождающихся размягчением и охрупчиванием материала), бактерий, термитов, плесени и т. д. Поэтому необходимо изучение свойств этих деталей в экстремальных внешних условиях.

4.2 Герметизация. Виды герметизации

Наряду с перечисленными мероприятиями по защите от коррозии, вредные влияния окружающей среды на прибор можно дополнительно уменьшать с помощью конструктивных решений. Обеспечить практическую непроницаемость корпуса прибора для жидкостей и газов с целью защиты ее элементов и компонентов от влаги, плесневых

Отформатировано: Цвет шрифта:
Авто

грибков, пыли, песка, грязи и механических повреждения можно при помощи герметизации.

Прибор можно сконструировать так, чтобы агрессивная среда оказывала на него возможно меньшее воздействие. Можно обеспечить удобный доступ к деталям прибора для проведения защитных мероприятий, а также учесть причины, усиливающие коррозию (колебания механических напряжений, местные градиенты температуры, эрозию, пыль и т. д.) и внешние воздействия (состав атмосферы, категорию установки, класс эксплуатации, дополнительные химические и тепловые нагрузки). В приборе необходимо предусматривать возможность тщательного контроля состояния защиты.

Однако герметизация прибора может создавать дополнительные сложности, например при отводе теплоты. В табл. 5 перечислены преимущества и недостатки различных конструкций с точки зрения их внутреннего климата. У приборов, работающих на открытом воздухе, внешние поверхности следует выполнять в основном вертикальными, а горизонтальные поверхности заменять наклонными, конусными или выпуклыми. Внешние поверхности должны быть, по возможности, малыми и гладкими; для наружных деталей желательно обеспечить, возможно, более интенсивную циркуляцию воздуха.

Табл.5 Преимущества и недостатки приборов различной конструкции в зависимости от степени герметизации

Конструкция	Преимущества	Недостатки
Герметичная	Защита от воды и грибков, замедление диффузии водяных паров, высокий срок службы осушителя	Конденсация воды, затрудненный переход к более благоприятным условиям окружающей среды, трудность замены осушителя
Частично герметизированная -	Быстрое изменение влажности, хорошая защита от пыли	Попадание водяных брызг, грибков, малый срок службы осушителя (более частая его замена)
Открытая (с хорошей вентиляцией)	Внутренний климат соответствует наружному, хорошая вентиляция предотвращает образование грибковой плесени	Опасность попадания посторонних тел, повышенная чувствительность к изменению влажности

Попадающая на какие-либо детали вода не должна стекать на другие. Полые профили следует плотно закрыть с торцов, в них рекомендуется предусматривать углубления с отверстиями для слива воды.

Кроме того, следует избегать узких зазоров, острых наружных и внутренних углов, профилированных поверхностей и мест, где могут собираться загрязнения. Иногда может оказаться целесообразной заливка электронных блоков синтетической смолой или силиконовым каучуком. Для получения герметичных конструкций (см. табл.) используют закрытые корпуса.

Рис. Примеры герметизации реле (а) с помощью колпачка, корпуса (б) и вала (в) с помощью уплотнения: 1 — уплотнение; 2 — войлочное кольцо

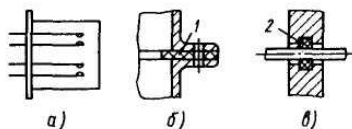


Рис.6

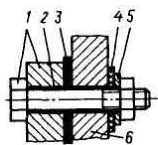


Рис. Герметизация стыка листов при болтовом соединении:

1 — алюминий; 2 — пластмассовая втулка или намотка из изолирующего шнура; 3 — изоляционная масса; 4 — пластмассовая шайба; 5 — стальная кадмированная шайба; 6 — сталь

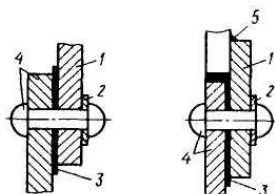


Рис. Герметизация стыка листов при соединении их клеекой:

1 — алюминий; 2 — стальная кадмированная шайба; 3 — изолирующая шайба, уплотнительная паста или краска; 4 — сталь; 5 — сварной шов

Рис.7

Рис.8

Различают индивидуальную, общую, частичную и полную герметизацию.

Индивидуальная герметизация допускает замену компонентов РЭЭП при выходе их из строя и ремонт И. При общей герметизации (она проще и дешевле индивидуальной) замена компонентов и ремонт возможны только при демонтаже гермокорпуса, что может вызвать затруднения. Выбор вида герметизации зависит от срока службы прибора. Если он мал и отсутствует необходимость в уходе, то целесообразно герметизировать все изделие. В противном случае герметизируют компоненты или прибора в целом.

Для частичной герметизации прибора применяют пропитку, обволакивание и заливку как компонентов, так и прибора лаками, пластмассами или компаундами на органической основе. Они, как правило, не обеспечивают герметичность в течение длительного времени.

Практически полная защита прибора от проникновения воды, водяных паров и газов достигается при использовании металлов, стекла и керамики с достаточной степенью непроницаемости. Наиболее распространенные способы такой герметизации — применение металлических корпусов с воздушным, газовым (редко жидкостным) заполнением. Часто приборы располагают в разъемном герметичном корпусе, который затем заполняют сухим воздухом либо инертным газом при атмосферном или повышенном давлении, после чего корпус запаивается. Газовое заполнение не ограничивает рабочую температуру, предотвращает окисление смазки движущихся частей, понижает вероятность образования дуги между контактами реле, переключателей, улучшает тепловой режим компонентов (по сравнению с заполнением компаундами) благодаря охлаждению конвекцией газа. Недостатки разъемного герметичного корпуса: повышенные требования к механической прочности, трудность выполнения и контроля надежного разъемного гермосоединения. Преимущество — относительно легкий доступ к компонентам приборов.

При размещении приборов в неразъемном (паяном или сварном) корпусе существенно затрудняется доступ к компонентам при облегчении конструкции гермокорпуса изделия.

4.2.1 Пропитка

Пропитка — процесс заполнения изоляционным пленкообразующим материалом пор и малых зазоров в компонентах РЭА с целью увеличения их электрической и механической (защита от повреждений) прочности, влаго-, нагрево- и химостойкости.

Пропитке подвергаются моточные изделия (трансформаторы, дроссели, катушки), детали из волокнистых и пористых материалов (каркасы катушек, монтажные колодки, платы и т. д.). Пропитка и сушка выполняются при нормальном (или повышенном) атмосферном давлении или под вакуумом. Наилучшие результаты дает чередование вакуума и повышенного давления.

4.2.2 Обволакивание и заливка

Данные приемы герметизации характерны для радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), работающей в жестких условиях эксплуатации

Обволакивание — процесс образования покровных оболочек на поверхности изделий, предназначенных для кратковременной работы в условиях воздействия влаги. Обволакиванию может предшествовать пропитка.

Заливка — процесс заполнения изоляционным материалом свободного пространства между узлом и стенкой защитного корпуса. Изделия без корпуса заливают в специальной форме. При помощи заливки можно нанести защитный слой компаунда на поверхность узлов РЭА заполнить зазоры и т. п. Заливка выполняется при нормальном, повышенном давлении или под вакуумом. Наилучшие результаты дает чередование вакуума и повышенного давления. Заливка узлов РЭА, кроме защиты от метеорологических факторов, позволяет получить изделия с точными геометрическими размерами и высокой чистотой обработки поверхности, повышает механическую прочность.

Широкое распространение эти методы защиты изделий получили благодаря простоте технологического процесса и минимального расхода материалов. По степени обеспечения влагостойкости обволакивание уступает заливке.

Обволакивание, пропитка и заливка не заменяют полную герметизацию, так как не исключают проникновение влаги внутрь изделия. Слабым местом являются выводы, вдоль которых образуются капилляры на границе соприкосновения материалов с разными температурными коэффициентами линейного расширения (ТКЛР).

4.2.3 Разъемная герметизация

Разъемная герметизация применяется для защиты блоков РЭА, требующих замены компонентов при ремонте, регулировке или настройке.

Размеры и масса герметизированного изделия меньше, чем негерметизированного. Для предотвращения электрического пробоя нужно увеличивать зазоры между компонентами. Зазор между компонентами, находящимися под разными потенциалами, надо умножить на коэффициент, вычисленный по нормам электрической прочности воздуха при нормальном давлении.

Герметичность разъемного контейнера достигается уплотнением стыков корпуса с кожухом при помощи уплотнительных прокладок: эластичных с принудительным уплотнением, эластичных с самоуплотнением, металлических.

Отформатировано: Цвет шрифта:
Авто

4.3 Защита от механических воздействий.

Защита РЭЭП от механических воздействий состоит в снижении колебательных и ударных нагрузок.

Различают следующие мероприятия по снижению колебательных и ударных нагрузок:

- первичные мероприятия — уменьшение влияния возбуждающих величин путем демпфирования, активной изоляции или гашения колебаний в месте их возникновения (такое гашение может осуществляться с помощью разбаланса или, наоборот, уравнивания колебательной системы);

- вторичные мероприятия — изменения передаточной функции колебательной системы с помощью предотвращения ее резонанса и использования пассивной изоляции.

В принципе, конструктор может снизить механические колебательные и ударные нагрузки на прибор и окружающую среду тремя путями: демпфированием (изменением параметров демпфирования k , x , Q или D), изоляцией (изменением жесткости c) колебательной системы и гашением этих нагрузок (изменение массы m колебательной системы).

4.3.1. Демпфирование колебаний и ударов.

Снижение колебательных и ударных нагрузок путем демпфирования возможно за счет механического трения элементов колебательной системы, а также с помощью дополнительных механических (гидравлических, пневматических) или электрических демпферов. В качестве механических демпферов могут использоваться также клапаны, заслонки (дрессели) или сифоны.

Демпфирование за счет механического трения.

В зависимости от вида трения развиваемые в его процессе силы рассчитывают различным образом:

- при кулоновском трении скольжения (твердого тела по твердому телу):

$$\vec{F}_{кул} = -\mu|N|\vec{e}_v, \quad 0 < \mu < \mu_0 < 1;$$

- при стоксовском трении (твердые тела в жидкостях или газах при малых относительных скоростях между ними $\vec{v} = v\vec{e}_v$):

$$\vec{F}_{ст} = -k_{ст}v\vec{e}_v;$$

- при ньютоновском трении (твердые тела в жидкостях или газах при больших относительных скоростях, меньших скорости звука):

$$\vec{F}_{ньют} = k_{ньют}v^2\vec{e}_v;$$

- при смешанном трении (твердые тела в жидкостях или газах при средних относительных скоростях):

$$\vec{F}_{смеш} = -k_{смеш}v^\alpha\vec{e}_v, \quad 1 < \alpha < 2.$$

Демпфирование с помощью механических демпферов.

Гидравлические или пневматические демпферы могут быть реализованы в форме комбинаций поршень — цилиндр для систем, совершающих поступательные и вращательные перемещения. Качество демпфирования определяется в основном конструкцией демпфера, т. е. размером и формой зазора между поршнем и цилиндром, а также характеристиками рабочей среды. В демпфере развивается стоксовское трение.

Демпфирование с помощью электрических демпферов.

Электрическое демпфирование может быть осуществлено за счет использования электромеханических сил, развиваемых катушками, через которые течет электрический ток. При этом одну из катушек электрического контура устанавливают неподвижно, а

другую связывают с демпфируемой (подвижной) деталью. Пространство между катушками должно быть легко проницаемо для электромагнитного поля.

Электрические демпферы применяют в случаях поступательного и вращательного движения, в измерительных приборах.

4.3.2. Изоляция колебаний и ударов

Под изоляцией колебаний понимают уменьшение или предотвращение распространения колебаний с помощью изоляторов (упругих элементов).

Для эффективной изоляции частота возбуждения $f_{\text{возб}}$ должна значительно отличаться от собственной частоты f_{0i} изолятора, так как в ином случае могут развиваться так называемые частоты пробоя. Рекомендуется избегать попадания частоты возбуждения в диапазон от $0,5f_{0i}$ до $2f_{0i}$.

Прибор или станок должен быть установлен или подвешен на изоляторах. При этом изоляция колебаний будет эффективной, если собственные частоты изолируемой системы меньше самой низкой гармоники частоты возбуждения; по возможности должно выдерживаться соотношение $f_0 < 0,5f_{\text{возб}}$.

Виброизоляторы и примеры их конструкций

В качестве виброизоляторов используют: стальные пружины в опорах приборов или машин с низкими частотами вращения; резиновые подушки (так называемые эластоэлементы) в опорах приборов и машин с частотами вращения от средних до высоких; упругие и демпфирующие промежуточные элементы для экранирования (пластины из резины, пробки, войлока, пластмассы, а также металлопластмассовые листы, многослойный листовый материал, песок и т. п.)

Примеры виброизоляторов показаны на рис.9.

Чтобы они выполняли свои функции при длительном сроке службы, их конструкция должна отвечать определенным требованиям. Круглые резиновые виброизоляторы (рис. 9а), работающие на растяжение, благодаря цилиндрической форме при соответствующей деформации могут выдерживать высокие напряжения. Если цилиндрический полый виброизолятор из резины (рис.9б) нагружается на сжатие в направлении оси цилиндра, то он сильно деформируется в радиальном направлении. Эта деформация должна быть свободной и учитываться при конструировании изолятора. Это относится и к резиновому виброизолятору в виде валика (рис.9в). Кольцевой резиновый виброизолятор (рис.9г) предназначен для передачи сил сжатия, сдвига, а также крутящего момента при одновременном демпфировании колебаний. Для передачи крутящего момента этот виброизолятор должен быть связан с ведущим и ведомым дисками с учетом развивающихся при этом касательных напряжений. При ударных и сжимающих нагрузках в резиновый амортизатор

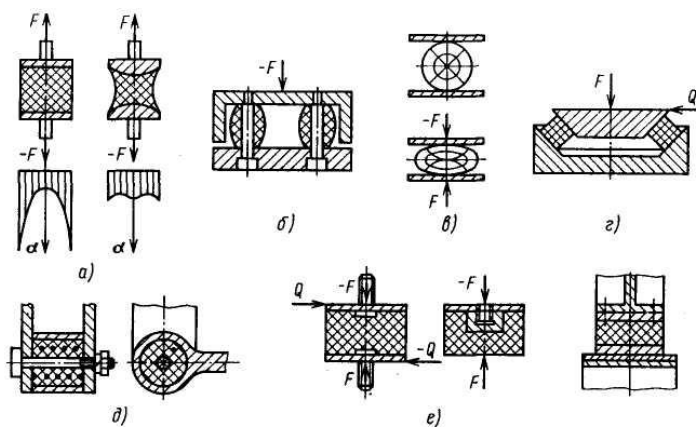


Рис. Конструкции резиновых виброизоляторов:
 а — цилиндрический, работающий на растяжение; б — полый, работающий на сжатие;
 в — в виде резинового валика, работающий на сжатие; г — кольцевой, работающий на
 сжатие, срез и кручение; д — с винтовой пружиной, испытывающей ударные сжимающие
 нагрузки; е — цилиндрические (эластоэлементы) и плоские резиновые прокладки

Рис 9

может быть установлена спиральная винтовая пружина для повышения предела прочности на сжатие (рис.9д). Существует множество конструктивных решений цилиндрических и плоских резиновых виброизоляторов, предназначенных для амортизации сжимающих и касательных динамических нагрузок (рис. 9 е).

4.3.4 Гашение колебаний

В станко- и в крупном приборостроении (особенно в области производства металлообрабатывающих станков) широко используются гасители колебаний, с помощью которых колебания основной массы могут быть снижены при определенной их частоте. При этом энергия возбуждения поглощается небольшой специально добавленной массой, дополнительной колебательной системой, благодаря чему колебания основной системы гасятся. Гасители рассчитывают на определенную частоту возбуждения. Как показывает опыт, колебания основной массы с помощью гасителя могут быть снижены на 75 %. В зависимости от вида крепления массы гасителя к основной массе различают пружинную, амортизаторную и пружинно-амортизаторную связи между ними. Практическое значение имеет последняя из них.

4.3.5 Защита приборов от воздействия внешних факторов в виде твердых и жидких веществ и предметов.

В международной практике принята классификация приборов по защите их от воздействия внешних факторов в виде твердых и жидких веществ и предметов. Классификацию степеней защиты, обеспечиваемую оболочками прибора от проникновения твердых предметов (включая защиту людей от доступа к опасным частям изделий и защиту электрооборудования внутри оболочки от попадания посторонних твердых предметов) и от проникновения воды (защиту электрооборудования внутри оболочки от вредных воздействий в результате проникновения воды), обозначения указанных степеней защиты, методы и режимы контроля и испытаний для проверки оболочек на соответствие установленной степени защиты в СНГ устанавливает

межгосударственный стандарт ГОСТ14254-96, аутентичный стандарту МЭК 529 В обозначении кодируются параметры защиты, указанные в таблице.

Табл. 6

Цифра	Защита от твердых частиц Первая цифра кода	Защита от воды Вторая цифра кода
0	Не предусмотрено никакой специальной защиты	Не предусмотрено никакой специальной защиты
1	Защита от попадания больших областей человеческого тела, таких как рука или твердых частиц диаметром более 50 мм	Вертикально падающие капли воды не должны вызывать повреждений
2	Защита от попадания пальцев или подобных объектов длиной не более 80 мм или частиц диаметром не более 12мм	Капли воды, падающие под углом не более 15 градусов к вертикали, не должны вызывать повреждений
3	Защита от попадания инструментов, проводов и т.п. диаметром или толщиной более 2,5 мм или твердых частиц диаметром более 2,5 мм	Падающая вода под углом до 60 градусов (ливень) не должна вызывать повреждений
4	Защита от попадания кабелей или проводов, диаметр или толщина которых не превышает 1 мм или от твердых частиц диаметром не более 1 мм	Распыленная вода на устройство с любого направления не должна вызывать повреждений
5	Частичная защита от проникновения пыли, но количество попадающей пыли не должно вредить материалам	Вода, распыляемая из форсунки шланга с любого направления не должна вызывать повреждений
6	Попадание пыли полностью исключено	В случае морских волн или мощных потоков воды, вода не должна попадать в контейнер в опасных количествах
7		Вода не должна попадать в контейнер в опасных количествах, когда он погружен под воду при заданных давлениях и времени погружения (обычно верхний край на глубине 15 см)
8		Материалы удовлетворяют условиям продолжительного затопления на условиях производителя

Например: защита по **IP65** - означает попадание пыли полностью исключено, вода распыляемая из форсунки шланга с любого направления не должна вызывать повреждений.

5. Надежность изделия и пути ее обеспечения.

5.1 Понятие и определения надежности.

Повышение надежности снижает себестоимость продукции и эксплуатационные расходы и повышает ресурс изделия.

Под **надежностью** понимают свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки.

Надежность изделия обуславливается его безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью, а также долговечностью его частей.

Безотказность – это свойство изделия сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов.

Ремонтпригодность – свойство изделий, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость – это способность изделия сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного техническими требованиями.

Долговечность – свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния. Предельным является состояние изделия, оговариваемое в технической документации, определяющееся невозможностью его дальнейшей эксплуатации, обусловленной снижением эффективности или требованиями безопасности.

Долговечность количественно оценивается техническим ресурсом, представляющим собой сумму интервалов времени безотказной работы изделия за период эксплуатации до разрушения или другого предельного состояния, или сроком службы изделия. Для изделий, износ которых в процессе эксплуатации происходит неравномерно и связан с периодическим выполнением определенных функций, долговечность может измеряться другими единицами (например, числом циклов, на которое рассчитано изделие до износа). Для количественной оценки надежности важнейшее значение имеет понятие отказа.

Отказом называют неисправность, без устранения которой невозможно дальнейшее выполнение аппаратурой всех, или хотя бы одной из ее функций. Отказы могут быть классифицированы по ряду признаков на следующие виды: по степени влияния на работоспособность – полный и неполный или частичный; по физическому характеру проявления отказа – катастрофический и параметрический; по связям с другими отказами – независимый и зависимый; по характеру процесса проявления – внезапный и постепенный; по времени существования отказа – устойчивый, временный и перемежающийся.

Полный отказ – отказ при возникновении которого невозможно использовать аппаратуру до устранения причины отказа.

Частичный отказ – отказ, обычно связанный с ухудшением какой-либо одной из характеристик (параметров) элемента.

Катастрофический отказ – отказ изделий, приводящий к полному нарушению работоспособности. К нему относятся обрывы и короткие замыкания, поломки и деформации механических частей в силу усталости материала или его несоответствующего качества.

Параметрические отказы – отказы некоторых компонентов, входящих в состав сложных изделий, не приводящие к полной потере работоспособности изделия и

выражающийся в ухудшении качества функционирования изделия. Это ухудшение может быть устойчивым или временным.

Отказы, как случайные события, могут быть независимыми и зависимыми. Если отказ какого-либо элемента в системе не является причиной отказа других элементов, то такой отказ будет событием **независимым**. Если же отказ элемента появился или вероятность его появления изменилась при отказе других элементов, то такой отказ будет **зависимым**.

Внезапные отказы – отказы, появляющиеся в результате резкого скачкообразного изменения основных параметров под воздействием одного или нескольких из многих случайных факторов, связанных с внутренними дефектами элементов либо с ошибками обслуживающего персонала и др.

Постепенные отказы – отказы, при которых наблюдается плавное изменение параметров в результате старения или износа элементов. Следует отметить, что появлению внезапных отказов обычно также предшествуют скрытые изменения свойств деталей или компонентов, которые не всегда удается обнаружить.

Устойчивые отказы – отказы, устраняющиеся только в результате ремонта или регулировки, либо замены отказавшего элемента.

Временные отказы – отказы, самопроизвольно исчезающие без вмешательства обслуживающего персонала вследствие устранения (самоустранения) вызвавшей их причины. Причинами таких отказов часто являются ненормальные режимы или условия работы.

Множественно повторяющиеся временные отказы носят название **перемежающихся**. Их обычно очень трудно обнаружить; они свидетельствуют о наличии ненормальности в качестве изделия или режимах и условиях его работы.

Количественно надежность оценивается величинами, получившими название показателей надежности. Все количественные характеристики надежности имеют вероятностный характер, так как отказы являются случайными событиями. Определение вероятностных характеристик является сложной задачей. Поэтому даже для простых изделий обычно определяют статистические характеристики надежности. Последние получают математической обработкой результатов большого числа наблюдений при эксплуатации и испытании. При оценке надежности нового изделия используют характеристики надежности отдельных элементов, которые известны по результатам предыдущих испытаний.

Показатели надежности *неремонтируемых изделий* – это вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, частота и интенсивность отказов, а для *ремонтируемых изделий* – наработка на отказ, коэффициент готовности, параметр потока отказов, вероятность безотказной работы, среднее время восстановления и др.

Вероятность безотказной работы изделий $P(t)$ – это вероятность того, что в заданном интервале времени и при заданных условиях эксплуатации не произойдет отказа. Для определения надежности можно пользоваться также вероятностью отказа $Q(t)=1-p(t)$

P, Q

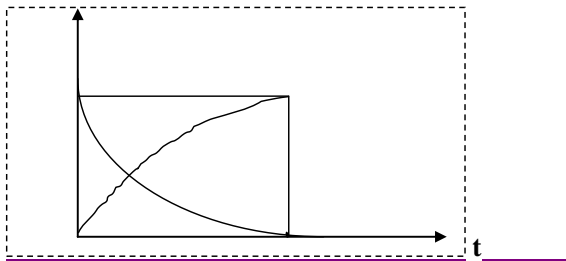


Рис. 10

Зависимость, представленная на рисунке 10, наглядно показывает, как изменяется надежность во времени, т.е. $P(t)$ с течением времени стремится к 0, и, соответственно, вероятность отказа увеличивается стремясь в пределе к 100%.

Средняя наработка до отказа, или среднее время безотказной работы – это ожидаемое время исправной работы изделия до его первого отказа. Этот показатель часто используется для характеристики надежности невосстанавливаемых изделий.

Частотой отказов называют отношение числа отказавших элементов в единицу времени к числу элементов первоначально установленных на испытания при условии, что отказавшие элементы не восстанавливаются и не заменяются исправными.

Интенсивностью отказов λ называют отношение числа элементов отказавших в течение рассматриваемого промежутка времени, к произведению числа элементов, работоспособных к началу этого промежутка времени на его продолжительность. Интенсивность отказов элементов зависит от их типа, режимов работы, технологии изготовления, окружающей среды и ряда других факторов. Типичная кривая изменения интенсивности отказов приведена на рисунке 11

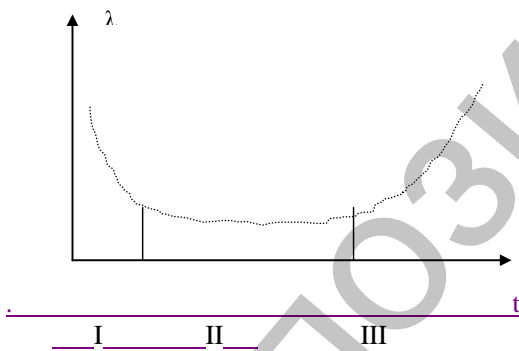


Рис. 11

Можно выделить три основных периода интенсивности отказов: I - период приработки, II – период нормальной эксплуатации и период старения (III) до гибели всех элементов партии.

Период приработки характеризуется сравнительно низкой надежностью. Большое число отказов, возникающих в этот период, объясняется наличием производственных или технологических дефектов. Продолжительность этого периода зависит от типа элемента, сложности аппаратуры, и от условий работы. Иногда отказы, появляющиеся в этот период, называют конструктивно-технологическими.

Период нормальной эксплуатации характеризуется постоянной и, по сравнению с периодом приработки, высокой надежностью работы. Отказы этого периода получили название эксплуатационных, так как они вызваны ошибками эксплуатации, ограниченной долговечностью некоторых деталей, электрическими и механическими перегрузками отдельных элементов и каскадов. Обычно эксплуатация устройств заканчивается к концу периода нормальной эксплуатации.

Период старения характеризуется резким возрастанием числа отказов, выходом из строя элементов в результате износа отдельных деталей и старением материалов. Явление старения имеет место и во втором периоде, но скорость старения настолько мала, что на небольших отрезках времени можно считать, что интенсивность отказов остается постоянной.

5.2 Испытания и контроль качества продукции

Одним из путей повышения надежности изделий является постоянный **контроль качества продукции**, проводимый на всех стадиях создания и постановки продукции на производство. Критерием качества изделия является выполнение технических требований во всех заданных условиях эксплуатации, закономерности изменения его параметров, проверка которых производится при различного вида **испытаниях**.

В соответствии с ГОСТ16504 **испытания** – это экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него заданных факторов среды при его функционировании или при моделировании объекта. Определение включает оценивание и (или) контроль.

Контроль работоспособности осуществляют проверкой на функционирование, решением контрольных задач и изучением технических параметров. При проверке на функционирование ведут наблюдение за поведением изделия под воздействием входных сигналов. При удовлетворительных результатах проверки на функционирование решают контрольные задачи, позволяющие сделать заключение о соответствии или несоответствии основных параметров изделия требованиям технических условий.

Следующая ступень проверки работоспособности – измерение количественных показателей технических параметров.

При измерении параметров определяют значение их в некоторый момент времени и закономерность изменения во времени (параметр – функция времени). Тогда экстраполяцией полученных функций можно получить ожидаемое значение параметра, а, следовательно, и время выхода его за пределы допуска. Прогнозировать состояние изделия можно также на основании проверки в условиях более жесткие, чем эксплуатационные. Иногда удается подобрать такие условия, при которых процесс изменения измеряемого параметра ускоряется и создается возможность при нормальных условиях на значительно большем интервале времени предсказать протекание процесса. Такие испытания называют **ускоренными**.

При конструкторской подготовке производства, т. е. при разработке изделия, очень важно выполнить технические требования и, с целью проверки хода работ, проводятся **исследовательские испытания** - испытания, проводимые для изучения определенных характеристик свойств объекта. Для оценки конструкторско-технологического запаса характеристик разрабатываемого прибора часто проводят **граничные (или предельные) испытания** – испытания, проводимые для определения зависимостей между предельно

допустимыми значениями параметров объекта и режимами эксплуатации. Как правило, при макетировании изделия или его узлов проводятся **лабораторные испытания**, т.е. испытания, проводимые в условиях лаборатории. Перед окончанием разработки проводятся **предварительные испытания** – контрольные испытания опытных образцов или опытных партий продукции с целью определения возможности их предъявления на приемочные испытания. **Приемочные испытания** – контрольные испытания опытных образцов или опытных партий продукции или изделий единичного производства, проводимые соответственно с целью решения вопроса о целесообразности постановки этой продукции на производство и (или) использования по назначению. При постановке продукции на производство на предприятии-разработчике часто (иногда они совмещаются с приемочными), а на предприятии, которому передается документация на изготовление прибора, обязательно, проводятся **квалификационные испытания** – контрольные испытания установочной серии или первой промышленной партии, проводимые с целью оценки готовности предприятия к выпуску продукции данного типа в заданном объеме.

Основными документами при испытаниях и приемке приборов являются ТУ и другие конструкторские документы, которые предусматривают **методы испытаний** – правила применения определенных принципов и средств испытаний, **объем испытаний** – характеристики испытаний, определяемые количеством объектов и видов испытаний, а также суммарной продолжительностью испытаний, **программу испытаний** – организационно-методический документ, обязательный к выполнению, устанавливающий объект и цели испытаний, виды, последовательность и объем проводимых экспериментов, порядок, условия, место и сроки проведения испытаний, обеспечение и отчетность по ним, а также ответственность за проведение испытаний.

В процессе производства изделий проводятся **приемо-сдаточные испытания** (ПСИ)– контрольные испытания продукции при приемочном контроле с целью проверки каждого экземпляра изделия требованиям ТУ. При приемо-сдаточных испытаниях проверяют каждый прибор, при этом отдельные характеристики проверяются выборочно, перечень характеристик, проверяемых при ПСИ, устанавливают в ТУ.

Периодические испытания – контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые в объемах и в сроки, установленные техническими нормативно-правовыми актами (ТНПА) с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска.

Типовые испытания – контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые с целью оценки эффективности и целесообразности вносимых изменений в конструкцию, рецептуру или технологический процесс.

Во всех возможных испытаниях данные испытаний, т.е. регистрируемые при испытаниях значения характеристик свойств объекта оцениваются, устанавливаются их соответствие заданным требованиям, при этом получают результат испытаний, который заносится в протокол испытаний. Кроме этого, протокол содержит необходимые сведения о изделии, применяемых методах, средствах и условиях испытаний, а также заключение по результатам испытаний, оформленный в установленном порядке.

Если говорить о **контроле качества продукции**, т.е. техническом контроле количественных и (или) качественных характеристик свойств продукта, то он неразрывно связан с постоянной оценкой результатов различных видов испытаний. Существует множество различных видов контроля. Для нас интересен производственный контроль, осуществляемый на стадии производства, который включает в себя понятия операционного контроля (контроль во время или после завершения технологической

операции) и выходного контроля. При этом существуют понятия: сплошной контроль, выборочный контроль и статистический контроль. Все виды контроля направлены на достижение наибольшего эффекта при наиболее оптимальных затратах. Выходной контроль осуществляется на последней стадии изготовления изделия и регламентируется соответствующими стандартами Беларуси, техническими условиями на изделие, где описана процедура приемо-сдаточных испытаний, даны требования к характеристикам изделия и методы испытаний.

Отформатировано: Цвет шрифта:
Авто

Отформатировано: Цвет шрифта:
Авто

Отформатировано: Цвет шрифта:
Авто

6. Создание прибора. Конструкторская подготовка производства

6.1 Стандарты ЕСКД и виды изделий

Проведение работ по созданию промышленной продукции регламентируется соответствующими техническими нормативно-правовыми актами (ТНПА), куда относятся международные, межгосударственные, республиканские стандарты, стандарты предприятия или организации, технические регламенты, технические кодексы установившейся практики и другие документы, обязательные к применению.

Основой конструкторской разработки является комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения КД на изделия – . ЕСКД (единая система конструкторской документации).

Распределение стандартов ЕСКД по классификационным группам следующее: общие положения (ГОСТ 2.001...2.099), основные положения (2.101...2.199), общие правила выполнения чертежей (2.301...2.399), правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения (2.401...2.499), правила обращения КД(2.501...2.599), правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации (2.601...2.699), правила выполнения схем и условные графические обозначения, используемые в схемах (2.701...2.799).

В соответствии с ЕСКД (единой) любой прибор и другие устройства классифицируются как **изделие**. **Изделие** – предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия можно разделить на изделия.

основного производства, предназначенные для поставки (реализации) и изделия. вспомогательного производства, предназначенные для собственных нужд предприятия.

Устанавливаются следующие **виды изделий**:

- детали;
- сборочные единицы;
- комплексы;
- комплекты.

При этом изделия делятся на неспецифицированные (детали) и специфицированные, состоящие из двух и более частей.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, либо подвергнутое защитным или декоративным покрытиям независимо от их вида, толщины и назначения, либо изготовленное с применением местной сварки, пайки, склейки, сшивки и т. п. операций.

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т. п.).

~~**Комплексе** — два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций.~~

Комплект — два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (телевизор и пульт управления, телефон и блок питания; базовый блок компьютера и диск с установочными программами и т.д.).

~~**Комплекс** — два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе (или предприятии, на котором производится комплектование и проверка взаимодействия составных частей) сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (базовый блок компьютера, монитор, клавиатура, «мышь», принтер, сканер; мобильный ракетный комплекс, включающий в себя радиолокационную станцию, центр управления, средства передвижения, непосредственно ракету, пусковую установку и т.д.).~~

6.2 Виды и комплектность конструкторских документов (ГОСТ2.102)

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы (а сейчас и электронные), которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

6.2.1 Виды:

- Чертеж детали — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля
- Сборочный чертеж — документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля
- Чертеж общего вида — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия

- Габаритный чертеж – документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами
- Электромонтажный чертеж – документ, содержащий данные, необходимые для выполнения электрического монтажа изделия
- Упаковочный чертеж – документ, содержащий данные, необходимые для выполнения упаковывания изделия
- Схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними
- Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта
- Ведомость спецификаций – документ, содержащий перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их количества и входимости
- Ведомость покупных изделий – документ, содержащий перечень покупных изделий, примененных в данном изделии
- Пояснительная записка – документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений
- Технические условия – документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах
- Программа и методика испытаний – документ, содержащий технические данные подлежащие проверке при испытании изделий, а также порядок и методы их контроля
- Эксплуатационные документы – документы, предназначенные для проведения ремонтных работ на специализированных предприятиях
- Инструкция – документ, содержащий указания и правила, используемые при изготовлении изделия

В настоящее время все документы могут быть выполнены и выполняются в электронном виде в различных применяемых графических редакторах и специально разработанных программах.

6.2.2 Комплектность

При определении комплектности конструкторских документов на изделие следует различать:

- основной конструкторский документ;
- основной комплект конструкторских документов;
- полный комплект конструкторских документов

Основной конструкторский документ изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяют данное изделие и его состав.

За основные конструкторские документы принимают:

- для деталей – чертеж детали,
- для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификацию.

Основной комплект конструкторских документов изделия объединяет конструкторские документы, относящиеся ко всему изделию, например, сборочный

чертеж, принципиальную электрическую схему, технические условия, эксплуатационные документы.

Конструкторские документы составных частей в основной комплект документов изделия не входят.

Полный комплект конструкторских документов изделия состоит (в общем случае) из следующих документов:

Основного комплекта конструкторских документов на данное изделие;

Основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.

Рекомендации по номенклатуре конструкторских документов, разрабатываемых на изделие в зависимости от стадий разработки, приведена в ГОСТ 2.102-68

6.3 Стадии и этапы разработки изделий.

Укрупнено работу по созданию и выпуску продукции в производстве можно разбить на 5 этапов:

- 1) маркетинговые исследования;
- 2) **конструкторская подготовка**;
- 3) технологическая подготовка;
- 4) организационная подготовка.
- 5) постановка на производство

Более подробно рассмотрим этап конструкторской подготовки.

Конструкторская подготовка производства проводится в основном на стадии ОКР. Часто ей предшествует НИР, а в процессе разработки изделия может сопутствовать ОТР.

НИР; **научно-исследовательская работа** (по созданию продукции) - творческая деятельность, направленная на получение новых знаний и способов их применения – работа, в процессе которой выявляются методологические основы возможности создания прибора.

ОКР; **опытно-конструкторская работа** - комплекс работ, выполняемых при создании или модернизации продукции: разработка конструкторской и технологической документации на опытные образцы (опытную партию), изготовление и испытания опытных образцов (опытной партии) работа, в процессе которой создается конструкторская документация на прибор.

ОТР; **опытно-технологическая работа** - Комплекс работ по созданию новых веществ/материалов и (или) технологических процессов и по изготовлению технической документации на них, работа, в процессе которой создаются новые технологии производства приборов.

При проведении ОКР с целью создания приборов устанавливаются следующие стадии разработки:

1. **Техническое задание (ТЗ)**. Разработка ТЗ – разработка совокупности требований к проектируемому изделию, где определяются назначения, область применения, состав изделия, климатические и механические условия эксплуатации, показатели надежности, требования к хранению и транспортированию, указывают основные этапы работ, состав документации. В конструктивных требованиях указывают желаемые параметры изделия (геометрические, электрические, физические), модульность, способы присоединения,

Отформатировано: Отступ: Слева:
0 см, Первая строка: 0 см

требования к безопасности, технологичности, ремонтпригодности, органам управления, эргономике и технической эстетике,

К ТЗ прикладывают карту технического уровня, где сопоставляют параметры разработанного изделия с лучшими отечественными и зарубежными образцами изделий.

2. Техническое предложение (ПТ) (ГОСТ 2.118).

На этой стадии производится подбор материала, разрабатывается технико-экономическое обоснование целесообразности данной работы, на основе анализа ТЗ и различных вариантов возможных решений, сравнительная оценка решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей существующих и разрабатываемого изделия и патентных материалов. На данной стадии выявляются дополнительные и уточняются имеющиеся требования к изделиям, которые не могли быть указаны без предварительной проработки и анализа различных вариантов.

При разработке ПТ:

- выявляют варианты возможных решений, устанавливают особенности вариантов, их конструктивную проработку. Глубина такой проработки должна быть достаточной для сравнительной оценки рассматриваемых вариантов;

- проверяют варианты на патентную чистоту и конкурентоспособность, оформляют заявки на изобретения;

- проверяют соответствие вариантов требованиям техники безопасности и производственной санитарии;

- выполняют сравнительную оценку рассматриваемых вариантов, в том числе по показателям качества изделий, по показателям технологичности, стандартизации и унификации. Если для сравнительной оценки необходимо проверить принцип работы различных вариантов изделия, а также сравнить их по эргономическим и эстетическим показателям, то могут быть изготовлены макеты. КД для изготовления макетов в комплект документов ПТ не включают;

- выбирают оптимальный вариант (варианты) изделия; устанавливают требования к изделию и к последующей стадии его разработки (необходимые работы, варианты возможных решений, которые следует рассмотреть на последующей стадии и др.).

3. Эскизный проект (ЭП) (ГОСТ 2.118).

Разработка КД с литерой «Э» (для каждой стадии проведения работ устанавливается так называемая литерность документации, т.е. документации присваивается определенная буква, чтобы, работая с чертежами, специалисты предприятия могли определить требования к проведению работ, которые установлены для данного этапа. На данном этапе разрабатывается ЭКД- эскизная конструкторская документация, которой и присваивается литера «Э»).

ЭКД необходима для изготовления и испытания макетов, разрабатывается по упрощенной схеме, однако содержит принципиальные конструктивные решения, общие представления об устройстве и принципе работы изделия., а также данные по назначению, основным параметрам и габаритным размерам разрабатываемого изделия.

Стадия вводится с целью проверки принципиальных конструктивных, схематических и других решений, когда это целесообразно сделать до разработки технического проекта или рабочей КД.

При разработке ЭП:

- выполняют варианты возможных решений и их конструктивную проработку с глубиной, достаточной для сопоставления рассматриваемых вариантов;
- решают предварительные вопросы упаковки и транспортирования;
- изготавливают и испытывают макеты с целью проверки принципов работы изделия и (или) его составных частей;
- разрабатывают и обосновывают технические решения по обеспечению показателей надежности, установленных ТЗ и ПТ;
- оценивают изделие на технологичность, по показателям стандартизации и унификации, по эргономическим и эстетическим характеристикам;
- проверяют варианты на патентную чистоту и конкурентоспособность, оформляют заявки на изобретения;
- проверяют соответствие вариантов требованиям техники безопасности и производственной санитарии;
- выполняют сравнительную оценку рассматриваемых вариантов;
- выбирают оптимальный вариант (варианты) изделия с обоснованием выбора; принимают принципиальные решения; подтверждают (или уточняют) предъявляемые к изделию требования (технические характеристики, показатели качества и др.), установленные ТЗ и ПТ, и определяют технико-экономические характеристики и показатели, не установленные ТЗ и ПТ;
- выявляют на основе принятых принципиальных решений новые изделия и материалы, которые должны и могут быть разработаны другими предприятиями (организациями), составляют ТТ к этим изделиям и материалам;
- составляют перечень работ, которые следует провести в дополнение или для уточнения работ, предусмотренных ТЗ и ПТ;
- прорабатывают основные вопросы технологии изготовления (при необходимости).

4. Технический проект (ТП) (ГОСТ 2.120).

Разработка КД с литерой «Т».

Такая КД необходима для более тщательного изготовления и испытания макетов. ТП дает полное представление об устройстве изделия и исходные данные для разработки РКД (рабочей конструкторской документации). ТП вводится для выявления окончательных технических решений, дающих полное представление о конструкции (когда это целесообразно сделать до разработки РКД).

При разработке ТП:

- принимают конструктивные решения по изделию и его основным частям;
- выполняют необходимые расчеты (в том числе подтверждающие технико-экономические показатели, установленные ТЗ), принципиальные схемы, схемы соединений и др.;
- обосновывают принятые технические решения по обеспечению показателей надежности установленных ТЗ и предшествующими стадиями разработки;
- проводят анализ конструкции изделия на технологичность в условиях данного конкретного производства и выявление необходимого для производства изделия нового оборудования (обоснование разработки или приобретения);
- разрабатывают, изготавливают и испытывают макеты и оценивают изделие по эргономическим и эстетическим показателям;
- оценивают возможности транспортирования, хранения, а также монтажа изделия на месте его применения и его эксплуатационных данных;

- проводят окончательное оформление заявок на разработку и изготовление новых изделий и материалов, применяемых в разрабатываемом изделии, а также мероприятий по обеспечению заданного в ТЗ уровня унификации изделия;

- проверяют изделие на патентную чистоту и конкурентоспособность, оформляют заявки на изобретения, выявляют номенклатуры покупных комплектующих и согласовывают их применение, согласовывают габаритные, установочные и присоединительные размеры с заказчиком или основным потребителем;

- оценивают технический уровень, качество изделия и разрабатывают чертежи сборочных единиц и деталей (при необходимости ускорения выдачи задания на разработку специализированного оборудования для их изготовления);

- проверяют соответствие принимаемых решений требованиям техники безопасности и производственной санитарии и составляют перечень работ, которые следует провести на стадии разработки рабочей документацией, в дополнение и (или) уточнения работ, предусмотренных ТЗ, ПТ и ЭП.

5. Рабочий проект (ПР).

Разработка РКД опытных образцов (ОО) (опытной серии), с литерой «О».

Изготовление ОО (ОС). Разработка технических условий (ТУ).

Приемочные испытания с присвоением КД литеры О₁.

На стадии ПР происходит отработка полного комплекта КД на изделие, регистрация ТУ и освоение его в производстве.

Для внедрения в производство по необходимости проводят установочную серию, квалификационные испытания, сертификационные (по необходимости) с присвоением документации литеры «А» При освоении производства на предприятии-разработчике изделия часто приемочные испытания совмещают с квалификационными и сертификационными, что допускается в большинстве случаев.

6.4 Задачи и характер конструирования

Конструирование как мысленное представление будущего объекта занимает центральное место в процессе производства технических изделий.

Задачи конструирования, как и прочие технические задачи, вытекают из общественных потребностей. Они тесно взаимосвязаны с другими процессами технической подготовки производства, такими, как технологическая, инструментальная и др., поскольку являются ее частью.

Процесс конструкторской подготовки производства охватывает все мысленные, ручные, и машинные операции, необходимые для предварительной проработки технического изделия, достаточные для его производства и эксплуатации.

Поэтому процесс конструирования оказывает решающее влияние на потребительскую стоимость самого изделия, а также экономичность его производства и эксплуатации. Исследования показывают, что на 75% стоимость изделия определяется в ходе конструкторской подготовки.

Методика решения конструкторских задач характеризуется признаками синтеза структуры. Конструктор мысленно «проигрывает» все фазы эксплуатации будущего изделия. Определение структуры S для заданной функции F представляет собой недетерминированный (неопределенный, объективно необусловленный) шаг, результат которого охватывает неограниченное число вариантов.

Из этой многозначности и неопределенности соотношения функция – структура следует, что в ходе деятельности конструктора необходим выбор не только конструкторского решения, но и пути этого решения.

С учетом объективно существующих ограничений можно определить мероприятия, определяющие принципиальный порядок действий при конструировании. При этом многозначность при выборе решения является одной из возможностей оптимизации, однако требует выполнения большого объема работ. Для оптимизации решений при синтезе с целью снижения неопределенности производится систематизация рабочих операций (табл. 7) с целью выполнения действия: **Задача F** ----- > **решение S**

Отформатировано: Уровень 1

Табл. 7

Требуемая функция	Путь решения	Структура, выполняющая функцию
ЦЕЛЬ		
Пополнение и концентрация исходной информации	Ограничение неопределенности	Использование и ограничение множества решений
СРЕДСТВА		
Уточнение, обобщение (абстрагирование), ограничение	Итерационный (пошаговый) порядок действий, использование уже существующих решений (накопитель, банк данных, опыт), циклический порядок действий (обратная связь)	Расширение поля решений, упорядочение (классификация, систематизация), выбор оптимальных вариантов

~~**Поиск решений** — обеспечивается при дополнении неполных данных, касающихся задачи конструирования (функции), и выделении в ней главного. Указанные в таблице мероприятия являются методическими принципами решения любой конструкторской задачи. Их применение требует последовательности и систематичности в процессе конструирования, что что иллюстрируется таблицей 8.~~

Табл. 8

Постановка задачи		Подготовка к решению проблемы
↓		
Уточнение задачи		
↓		
Упорядочение частных задач и определение методов, необходимых для решения задачи		Решение проблемы
↓		
Составление рабочего плана		
↓		
Выполнение плана		Обработка результатов
↓		
Подбор полученных материалов	Обобщение полученного опыта	
↓	↓	
Решение задачи	Методические	

рекомендации для будущих разработок

~~Из приведенной таблицы следует, что неопределенность при синтезе может быть снижена итерационной обработкой информации, объем которой в процессе конструирования постоянно растет, а также использованием уже элементов и сознательным возвращением к исходной ситуации для сравнения полученной структуры с требуемой.~~

6.5 Процесс и виды конструирования

Синтез структуры изделия производится на следующих этапах:

- 1) определение общей функции технического изделия;
- 2) определение структуры функции;
- 3) определение геометрии и материала структуры.

Процесс конструирования характеризуется последовательностью стадий разработки, каждая из которых соответствует определенной степени абстрагирования при описании разрабатываемого объекта. При этом выделяются отдельные рабочие шаги и фазы, на которых конструирование требует использования соответствующих методов и средств описания. Общую последовательность процесса конструкторской подготовки производства можно представить так, как показано в табл. 9.

Каждый цикл разработки в рамках одного рабочего шага конструирования показывает рис. 12.

~~Приведенная линейная цепочка операций лишь ограниченно отражает ход недетерминированного процесса, хотя она полезна для формулировки методического подхода к решению задачи, для планирования и организации конструкторских работ.~~

Табл.9

<i>Состояние разработки</i>	<i>Рабочие шаги</i>	<i>Результат</i>
Фаза подготовки		
0. Постановка задачи	Уточнение задачи путем конкретизации, упорядочения и пополнения данных	Качественное определение разрабатываемого объекта
1. Уточненная задача	Абстрагирование задачи путем качественного определения функционально важных величин A, E, Z	Получение исходных данных функции и структуры, и их параметров
Фаза разработки принципа решения задачи		
2. Общая функция	Определение последовательности физико-технических операций путем разложения общей функции на частные	Описание функции. Разложение действий во времени
3. Принцип решения задачи	Определение функций подсистем (узлов, конструктивных элементов) и связей	Определение действующих физических принципов и вариантов их взаимодействия
4. Функциональная	Качественное определение	Определение возможных уз-

структура	геометрии и материалов структуры, важных с точки зрения ее функции	лов изделия, реализующих физические принципы и установление структуры связей между ними,
5. Технический принцип		Определение формы объекта, пространственного расположения, взаимодействия материй
Фаза конструирования		
6. Технический проект	Количественное определение геометрии и материалов структуры	Оптимизация формы, размеров, параметров взаимодействующих функциональных узлов
7. Конструкторская документация	Разработка описания, достаточного для изготовления и эксплуатации изделия	Документальное изложение в чертежах, спецификациях, технических условиях и другой документации информации, полученной в результате деятельности конструктора

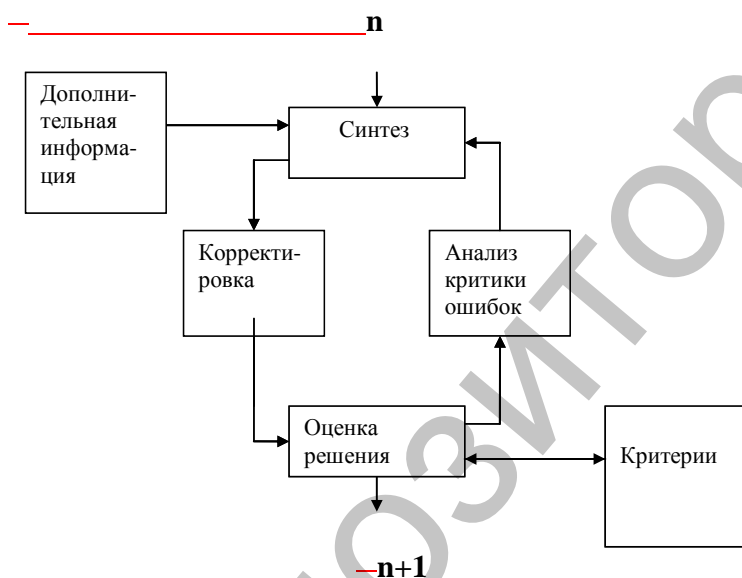


Рис 12

Это изображение циклов разработки идеализировано с нескольких точек зрения:

- в реальной работе отсутствует четкое разделение фаз (перекрывание),
- последовательность фаз нестабильна (решение задач запараллелено),

-содержание фаз и их число изменяется в зависимости от объекта разработки.

Наиболее трудными этапами являются определение технического принципа и само проектирование вследствие новизны решения.

—по мере конкретизации технических решений возрастает роль технологических требований, с которыми конструктору необходимо считаться.

Объем работ конструирования и подходы к созданию нового изделия зависят от вида конструирования.

Табл.10: виды конструирования

Конструирование новых изделий	Усовершенствование существующих изделий (модернизация)	Разработка варианта изделия (модификация)
<i>Примеры</i>		
Создание специальных конструкций, переход к новым принципам работы приборов (от аналоговых к цифровым)	Повышение производительности, улучшение параметров точности, энергоэффективности. Снижение себестоимости изготовления	Изменение параметров отдельных функциональных узлов, замена материалов, улучшение внешнего вида
<i>Содержание задачи конструирования</i>		
Структура неизвестна. В большинстве случаев задача задана в очень общей форме в виде общественной потребности. Предложений по решению задачи не дано	Структура известна, Задача содержит требования к усовершенствованию или изменению имеющегося решения. Облик изделия частично известен	Для часто повторяющихся конструкторских задач имеется принцип их решения или стандартное решение. Задача содержит все необходимые данные для конкретного варианта конструкции
<i>Виды конструкторской деятельности</i>		
Выявление области применения. Точное определение всех требований. Поиск новых решений. Лабораторные испытания	Критика имеющегося решения. Определение возможностей, и пределов усовершенствования имеющегося принципа. Качественное и количественное изменения структуры для выполнения требований	Проверка полноты данных. Выбор и стыковка, стандартных элементов. Определение требуемых размеров
<i>Вспомогательные методы</i>		
Прикладные исследования. Анализ тенденций. Варьирование. Поиск идей	Критика ошибок. Варьирование. Расчет размеров. Оптимизация	Проектирование на базе каталожных элементов. Расчет размеров
<i>Вспомогательные технические средства</i>		
Накопитель данных о физических эффектах и технических принципах. Ограниченное применение электронных средств обработки данных (для	Накопитель информации о конструктивных элементах, материалах, технологических параметрах. Использование электронных средств обработки данных для	Каталоги стандартных элементов. Использование электронных средств обработки данных в диалоговом режиме и без него

Отформатировано: Уровень 1

расчета, моделирования)	расчетов, оптимизации, подготовки документации, варьирования в диалоговом режиме	
-------------------------	--	--

6.6 Методы конструирования

Методом называется система правил, которые определяют порядок решения задач, относящихся к определенной области.

Для применения разработанных многими поколениями конструкторов методов конструирования необходим учет определенных условий.

Поскольку методы всегда содержат обобщенные правила, каждый раз необходима соответствующая «подгонка» метода к задаче. Прежде всего, необходимо выявить главную цель проблемы, которая позволяет выбрать требуемый метод. Затем абстрактные параметры, используемые в методе, можно конкретизировать с помощью информации, присущей решаемой задаче, после чего, при необходимости, можно модифицировать сам метод.

Необходима и «подгонка» метода к работнику, который его использует.

Дело в том, что любой метод разрабатывается в соответствии с определенным уровнем знаний, и учетом операций, освоенных разработчиком этого метода. Поэтому рациональное применение метода зависит от опыта и навыков, приобретенных при его использовании. Следует приветствовать стремление разработчика понять принцип метода и решить проблему, не следуя строго отдельным параграфам инструкции по ее применению.

Эффективность труда характеризуется долей повторяющихся в его процессе работ и степенью логической ясности процесса решения проблемы. Приводимые методы должны в первую очередь использоваться для систематизации работы конструктора.

6.6.1 Элементарные методы

При анализе и синтезе технических задач определенное количество творческих операций всегда повторяется. К таким операциям относятся абстрагирование и классификация.

Абстрагирование – отвлечение от частных и конкретных свойств изделия. Оно состоит в получении понятий и идеальных представлений о предметах. При конструировании используется для:

- Выделения главного с целью подготовки решения проблемы;
- Определения общих признаков решений задач конструирования;
- Для упрощения взаимосвязей.

Табл11: виды абстрагирования

<i>Генерализация</i>	<i>Изоляция</i>	<i>Идеализация</i>
<i>Процесс</i>		
Отсевание незначительных элементов и отношений, подчеркивание признаков, важных для определенной цели	Выделение из множества и относительно независимая обработка отдельных свойств изделий	Построение модели при пренебрежении всеми нарушающими ее отклонениями (модель идеального изделия)
<i>Область применения</i>		

Отформатировано: Уровень 1

Отформатировано: Уровень 1,
Отступ: Слева: 0 см

Формулировка основного принципа, переход от конкретных к абстрактным описаниям структуры	Определение выполняющего функцию элемента, получение модели для определенных свойств (колебания, тепловые характеристики, перемещение)	Получение идеальных элементов (точечная масса, емкость конденсатора, идеальный измеритель, и т.п.)
--	--	--

Все виды абстрагирования используются одновременно, их почти невозможно выделить в полученном результате.

Выбор уровня абстрагирования при конструировании оказывает влияние на процесс решения. Если задачу для синтеза сформулировать слишком общо, то количество возможных решений может оказаться слишком большим. Чересчур детализированные исходные данные иногда могут поставить под сомнение поиск решения.

Классификация. Многозначность при конструировании делает необходимым упорядочение или систематизацию множества решений. Кроме того, создание системы упорядочения требует заполнения «брешей» в этой системе и, следовательно, поиска новых принципов.

Упорядочение документации, данных и другой информации является основным условием для ее повторного поиска и последующего использования. Правильный выбор системы упорядочения представляет собой основную проблему при разработке накопителей информации для работ, связанных с конструкторской подготовкой производства. Другими словами, классификация необходима для решения большого числа задач. С ее помощью объекты (понятия, признаки, элементы, функции и т. п.) ограниченной области упорядочиваются в соответствующую (целесообразную) систему.

Для однозначного нахождения места объекта в системе упорядочения используется классификатор. Он представляет собой инструкцию, в которой классы определены соответствующими признаками, обозначены — если это необходимо — кодами и, в свою очередь, упорядочены в классификационную структуру.

Система упорядочения может быть построена по принципу иерархической или параллельной классификации. Первая позволяет дать хороший обзор всей совокупности объектов и способствует формулировке однозначных понятий. Параллельная классификация особенно пригодна для разработки накопителей информации, так как она позволяет осуществлять многомерный информационный поиск и легко может быть расширена. При создании такого типа систем упорядочения можно использовать как синтез, так и анализ информации.

6.6.2 Уточнение задачи конструирования

Решение задачи конструирования начинается со сравнения ее с поставленной проблемой. Уточняя задачу, конструктор должен получить точное представление о данной проблемной ситуации и с помощью систематического упорядочения заданной информации определить требуемую исходную базу для решения задачи.

Целями уточнения являются: выявление взаимосвязей задачи; определение всех устройств технического изделия для выполнения требуемых технических функций; формулирование и упорядочение всех частных задач; определение порядка действия для последующего процесса синтеза; возбуждение необходимого интереса к решению задачи у разработчиков (мотивация).

Главной задачей уточнения является формулировка ставящейся задачей цели (удовлетворение общественной потребности с помощью изделия) и определение технической функции при помощи которой может быть реализована общественная потребность:

Цель -----> Техническая функция.

Первоначально сформулированная общественная потребность может быть удовлетворена разрабатываемым техническим изделием только в той мере, в какой она определена этой технической функцией. Следовательно, результат процесса конструкторской подготовки производства зависит в основном от результата уточнения задачи. Поэтому всегда необходимо выполнять следующее основное правило. Ни одна из задач не должна остаться неучтенной или не проанализированной критически. Все задачи должны быть сформулированы в письменном виде.

Источник идей для конструкторских задач лежит, как правило, за пределами области конструирования. Эти идеи появляются, например, при изучении спроса, при обслуживании клиентов, в результате прогнозных исследований, при планировании хозяйства. Объем, точность и надежность данных при этом очень различны.

В общем случае задача конструирования характеризуется следующими признаками:

1. Информацией об окружающей среде, функции и структуре в качестве исходных данных или требований.

2. Описанием проблемной ситуации, в которой появляется задача в ее общественных и технических взаимосвязях; излагается ситуация в виде перечня существующих противоречий, недостатков (дефектов, отсутствующих данных и т. д.); описывается потребность в решении задачи; перечисляются проблемы в других областях (производство, эксплуатация и т. д.), которые возникнут в результате решения данной задачи.

Проблемная ситуация всегда многомерна.

Уточнение задачи конструирования производится с помощью анализа указываемой одновременно с нею проблемной ситуации. При этом конструктор мысленно анализирует не только существующее состояние, но и прогнозирует все условия разработки и эксплуатации разрабатываемого прибора. Для анализа процесса рекомендуется использовать схему вопросов, касающихся решаемой задачи (рис.13). Приведенный ниже порядок уточнения позволяет получить подробные данные, необходимые для решения задачи. Однако при последующем синтезе выявляются новые условия, требующие определенных дополнений и корректив. Другими словами, работа по уточнению задачи не заканчивается с переходом к следующей фазе, а систематически продолжается.

Рис. Вопросы для анализа проблемных ситуаций

1 — Какая цель должна быть достигнута? 2 — Какие средства имеются? 3 — При каких обстоятельствах может быть достигнута цель? 4 — Какие побочные эффекты могут или должны быть использованы?

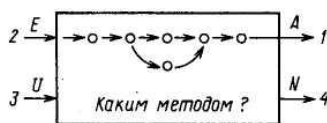


Рис 13

6.6.3 Методы синтеза функциональных структур

Синтезом называется процесс мысленного или практического объединения отдельных элементов в одно целое. Задачи синтеза возникают на всех фазах

конструирования. В основе методов, используемых для поиска решения, лежат три теории конструирования:

1. Аксиома целостности (условие существования структуры). Каждое конструкторское решение по форме, содержанию и выполняемым функциям определено его элементами и отношениями между ними.

2. Аксиома ошибок. Каждое конструкторское решение несет в себе ошибки. Эти ошибки являются результатом недостатков творческого продумывания будущего изделия и реализации его в материале.

3. Аксиома фактора времени. Любое конструкторское решение со временем заменяется более совершенным (моральный износ).

Эти аксиомы являются отправной точкой для разработки и оценки конструктором своего решения.

При разработке новых изделий и совершенствовании существующих с целью использования новых принципов для поиска решения необходимо создать такую исходную ситуацию, которая позволяет отвлечься от известных решений, а также преодолеть инерцию традиций и «слепоту» в отношении своих недостатков. Для этого необходимо использовать соответствующее абстрагирование (*отвлечение от частных и конкретных свойств изделия*), чтобы сформулировать общую функцию изделия, используя при этом уточнение задач конструирования. Однако от сложной общей функции трудно бывает перейти к структуре, поэтому абстрагирование применяется в несколько шагов, в т. ч.:

1. Отбрасываются величины, не относящиеся к выполнению функции.

2. Пренебрегают количественными данными.

3. Идеализируют признаки входных и выходных величин.

На первом шаге синтеза для заданной общей функции необходимо определить возможные частные функции и отношения. Синтез при этом может проводиться по пути поиска метода решения или функциональных элементов. Конструктора приборов, как правило, оперируют известными функциональными элементами, так как звенья, составляющие прибор, как правило, необходимые для обработки сигналов широко известны.

Существует несколько методов поиска функциональной структуры.

Основу искомой функциональной структуры образуют входные и выходные величины общей функции.

Поиск и объединение частных функций

ПРИМЕР: получение дискретных выборок сигналов частотой 50 Гц длительностью 100мс с дискретностью 1:1 и амплитудой 10В

-Использование частных функций (уменьшение, переключение)

-Построение структуры системы, представленной в виде черного ящика, начиная с входных и выходных величин

Структура строится с привлечением известных функциональных элементов с учетом известных границ системы так, чтобы выявленное различие было преодолено. Используется принцип замены сложных частных функций простыми до тех пор, пока не будут известны конструктивные элементы, реализующие их.

Использование физических эффектов

Физические взаимосвязи могут быть использованы для построения структуры технического изделия, если необходимо найти решение нового типа. При этом необходимо определить эффекты, с помощью которых может быть реализована общая функция.

Формат: Список

Отформатировано: Уровень 1

Отформатировано: Уровень 1

ПРИМЕР: использование эффекта сверхпроводимости, передачи электрических сигналов по световодам.

Для успешного использования этого метода целесообразно иметь каталоги физических эффектов, составленных в соответствующей последовательности.

Определение функциональной структуры с помощью системного анализа.

В этом случае функциональные структуры известных решений можно использовать в качестве основы для разработки новых вариантов того же уровня или попытаться технически реализовать их другими способами.

Порядок действий:

- Поиск решений с подобной общей функцией
- Анализ функциональной структуры
- Вариация функциональной структуры
- Определение принципа решения с новыми вариантами реализации.

Комбинация (комбинаторика)

При любом синтезе должны быть выполнены две операции: определение необходимых элементов и объединение этих элементов

Из множества разнообразных методов объединения можно выделить комбинаторные. Комбинация элементов позволяет получить новые свойства, которые не могут быть получены простым суммированием отдельных свойств элементов. С помощью небольшого числа элементов можно получить большое число различных конструктивных решений изделий.

Применение метода требует выполнения условий:

- рассматриваемый объект должен иметь структуру (может быть разложен на элементы и отношения)
- составные части должны допускать создание более одного варианта

Эти условия выполняются при конструировании ~~технических~~ технических изделий, в частности приборов. Для реализации метода хорошо составить таблицы (матрицы).

Табл.12:таблица комбинаций для функциональной структуры

Главные понятия	Варианты	Эскиз
1. Преобразователь $1 \alpha \rightarrow s$	1.1. Винтовая передача	
	1.2. Передача гибкими телами	
	1.3. Сопряженная передача	
2. Преобразователь $2 s \rightarrow \alpha$	2.1. Сопряженная передача	
	2.2. Пружинная передача	
	2.3. Передача гибкими телами	
3. Индикатор $s \rightarrow S_{\text{индик}}$	3.1. Масштаб с оптическим считывающим устройством	
	3.2. Точный микрометрический винт	
	3.3. Стрелочный индикатор	

Отформатировано: Уровень 1

Отформатировано: без подчеркивания

Отформатировано: Уровень 1

Отформатировано: Уровень 1

Главные понятия в этой таблице представляют собой общие составные части структуры, содержащиеся в каждом решении и определяемые для вариантов реализации. Учитывая большое количество комбинаций, производится селекция вариантов и отсеивание признаков по признакам стоимости, технологичности, технического совершенства изделий и т.д.

Вариация

При решении конструкторских задач не редок случай, когда имеющиеся или вновь найденные структуры не полностью удовлетворяют поставленным требованиям, однако являются новыми и перспективными. Такие решения необходимо проверить на возможность их усовершенствования и изменения так, чтобы они отвечали этим требованиям. Для этого используют вариацию. Она означает замену признаков объекта или главного понятия, целью которой является нахождение вариантов решения, удовлетворяющих заданным требованиям. Условием применения метода вариации является наличие решения. На его базе путем частичного изменения структуры получают новые решения. Этот метод может быть различным образом использован в рамках процесса конструкторской подготовки производства, а именно: для улучшения и усовершенствования решений, изменения решений в соответствии с определенными условиями, заполнения поля решений, обеспечения связи элементов с окружающей средой, целенаправленной разработки многократно используемых деталей, а также для обхода известных (запатентованных) решений.

Предметом вариации являются свойства технического изделия. Анализ систем позволяет получить представление о располагаемых возможностях вариации:

1. В случае технических изделий возможны вариации окружающей среды, функции и структуры;
2. Вариация функции $AE = Z(F)$ всегда обусловлена вариацией окружающей среды и структуры технического изделия;
3. Каждая вариация окружающей среды конструктивно может быть реализована только с помощью вариации структуры;
4. Вариация возможна на всех уровнях абстрагирования при описании структуры.

По сравнению с методом комбинаций уровень абстрагирования данного решения при вариации остается тем же самым. Замена признаков не приводит к конкретизации, но при этом возрастает количество решений. Варьирование относится к числу постоянно используемых конструктором методов, хотя иногда он это делает и незаметно.

Варьирование в широкой мере соответствует особенностям трудовых операций конструктора, связанных с наглядными представлениями решения. Основные методические шаги при варьировании представлены на рис.

Изменения конструкторских решений можно дифференцировать по их области, предмету, признаку. Многочисленные изменения касаются взаимодействия изделий с окружающей средой (расширение области функционирования, новые условия изготовления и т.п.). При этом необходимо проверить, могут ли быть выполнены требования внутри и снаружи изделия с помощью вариации. Во многих случаях конструктивные элементы и связи не могут быть заменены простым способом, а могут быть изменены только относительно выбранного признака (изменение количества, формы, положения, размеров, материалов). Порядок действий при решении задачи по методу вариации изображен на рис. 14.

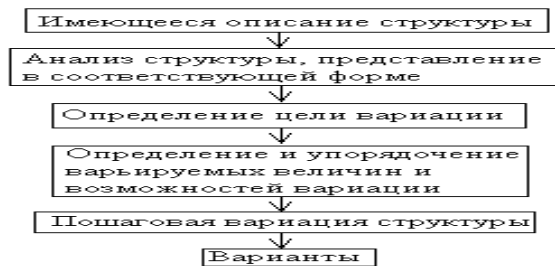


Рис.14

Отформатировано: Уровень 1

Отформатировано: Шрифт: 14 пт

Отформатировано: Шрифт: 14 пт

Отформатировано: Уровень 1

6.6.4 Поиск идей.

В научно-исследовательских работах, касающихся конструирования, зачастую встает вопрос, какова роль фантазии, интуиции, идеи или «гениальной внезапной мысли» в решении конструкторских задач. Исторически установилось мнение о том, что конструирование является искусством, которое требует особого дарования и которому нельзя обучить. В результате этого возникли методы обучения, основанные только на изучении примеров и предусматривающие лишь продолжение уже начатых учебных разработок. Лишь гениальность конструктора при этом является причиной высокого качества изделия. В качестве рабочих этапов поиска решения различают подготовку, продумывание, догадку и трезвую проработку. Эта мистификация конструирования противоречит любому научному воззрению. Ее рациональным зерном является знание того, что интуиция и фантазия занимают важное место в творческой деятельности. Конструирование требует использовать поиск идей в качестве вспомогательного средства при решении конструкторских задач. Сущность интуиции и фантазии далеко еще не настолько научно объяснены, чтобы в каждом отдельном случае их можно было использовать вполне сознательно, подобно другим вспомогательным средствам. Это — случайные процессы, приводящие к решению по принципу проб и ошибок. При этом с учетом задачи конструирования предлагаются различные «пробные» варианты решения, некоторые из которых (вторичные начальные точки 1—3 на рис 15) кажутся приводящими к успеху, но затем не могут быть реализованы. Постепенно на базе этих проб решений возникает мысленная модель решения. В зависимости от профессиональной подготовки и опыта разработчика эти пробы могут быть направлены в сторону от решения («вектор инерции» ВИ).

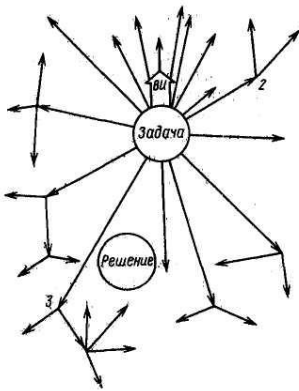


Рис.15

Метод поиска идей предназначен для повышения эффективности этого процесса путем генерирования возможно большего числа идей и относительно равномерного перекрытия поля решений.

Описанные ниже методы имеют ту же цель.

«**Мозговой штурм**». В соответствии с этим методом организуется встреча, участники которой в возможно более непринужденной форме высказывают и обсуждают идеи решения заранее известной проблемы и выбирают из них требуемую.

Различают три этапа практической реализации этого метода.

1. *Подготовка.* Проблема должна быть заранее проанализирована, подготовлена и сформулирована. Формулировка должна отражать необходимость решения задачи и ее основные краевые условия. Участники (от 5 до 15 человек) отбираются так, чтобы от них можно было ожидать большого числа самых разнообразных предложений решения. Глубокие профессиональные знания от всех участников не требуются. К обсуждению следует привлекать специалистов в различных областях, даже не технических. Участники знакомятся с проблемой до встречи.

2. *Проведение.* Встречей руководит постановщик проблемы.

При обсуждении должны соблюдаться следующие правила: фантазия обязательна; чем больше неожиданных предложений, тем лучше; критика запрещена; предлагаемые идеи можно дополнять, комбинировать и варьировать; подтверждений, комментариев и т. д. следует избегать.

Идеи выражаются и протоколируются; в виде ключевых слов. Каждый участник получает протокол, который он может в дальнейшем дополнить. «Мозговой штурм» должен продолжаться не более 30 мин и проходить в непринужденной атмосфере.

3. *Оценка.* Оценка заключается в критике предложенных решений, которая была запрещена во время встречи. Идеи упорядочиваются, оцениваются; выносятся решение о дальнейшей их обработке. При этом необходим углубленный анализ технического содержания идеи. Результаты оценки должны быть еще раз обсуждены с участниками встречи.

Эффективность «мозгового штурма» определяется четкостью разделения процессов поиска идей и критики, правильностью выбора участников, а также целенаправленностью комбинаций и вариаций предложенных идей участниками. Целью таких встреч является не получение готовых решений, а лишь побуждение к творчеству. Многие предложения технически и экономически нереализуемы.

Модифицированной формой «мозгового штурма» является **Метод 635**, при котором предложения решений подаются в письменном виде. Каждый из шести участников записывает три предложения и передает их соседу, который каждое из этих предложений развивает, дополняет, изменяет и т. д. Круг замыкается, когда предложения обходят всех участников. При использовании этого метода обработка идей решений производится более систематически. Правда, здесь не используется «спонтанная» активность участников, проявляющаяся в условиях дискуссии.

Дельфийский метод использует принцип опроса экспертов. (Дельфы — город в Древней Греции, где задавались вопросы оракулу). К решению проблемы привлекаются специалисты самых различных специальностей. Эксперты в письменном виде представляют свои мнения о проблеме в целом или о заранее оговоренных частных проблемах. При этом они готовят ответы независимо друг от друга. Метод пригоден, прежде всего, для определения направлений развития и подготовки долгосрочных решений, касающихся важных разработок. Выработка решений осуществляется следующим образом:

1. Формулировка проблемы, выбор экспертов, раздача им вопросов, например: Какие решения данной проблемы можно себе представить? При каких условиях решение возможно? Какие воздействия окажет решение проблемы на другие области? Сколько времени и каких затрат потребует решение?

2. Сведение результатов первого круга опроса в один документ, передача его экспертам для дополнения.

3. Систематизация идей в один перечень и передача его экспертам для оценки решений.

4. Оценка разработчиком.

Сбор и оценку данных облегчают целесообразно составленные бланки.

Анализ частот появления различных мнений (при числе экспертов от 10 до 20) о предлагаемых решениях и их оценках позволяет судить о наиболее благоприятных или ожидаемых путях разработки. Особому исследованию должны подвергаться предложения, намного отличающиеся от большинства других.

Дельфийский метод требует много времени, однако может оказать ценную помощь при подготовке важных решений.

Синектика — метод замены и объединения различных и кажущихся незначительными понятий. Решения при этом находят с помощью аналогий из областей, лежащих за пределами рассматриваемой проблемной ситуации (в технических областях). Сравнения и ассоциации вначале должны уводить от проблемы. При анализе же и уточнении новой точки зрения относительно исходной проблемы могут возникнуть новые аспекты решения. Синектика в форме «мозгового штурма» с участием нескольких экспертов или в процессе работы одного сотрудника может быть использована следующим образом: поиск подобной, но уже решенной проблемы; разделение процессов поиска идей и критики; запись каждой нестандартной идеи.

При использовании синектики задача решается в следующей последовательности: 1) описание проблемы; 2) изучение проблемы (анализ); 3) отказ от хорошо знакомых решений, поиск аналогий и сравнении из других областей; 4) анализ найденной аналогии; 5) сравнение аналогии с поставленной проблемой; 6) выработка новой идеи на базе сравнения; 7) разработка возможного решения.

Основной задачей является поиск аналогии, которая дает творческий импульс для решения проблемы. В случае технических задач пример решения зачастую можно найти в

природе. Например, строение шейного отдела скелета динозавра подсказало идею конструкции антенной мачты высотой 20 м, которая состоит из нескольких частей и может транспортироваться в ранце. Эта мачта, аналогично позвонкам скелета, состоит из колец, которые вставляются друг в друга и крепятся друг с другом (антенна Куликова).

Для обеспечения устойчивости мачт большой высоты было необходимо новое решение. Мысль об оптимальном использовании тросовых оттяжек подсказало крепление паутины. Смещение точек крепления повышает ее устойчивость и обеспечивает передачу усилий в нескольких точках. Однако при современном развитии техники достижимая при этом экономия материалов для крепления не оправдывается дополнительными затратами на это. Следует искать новые принципы крепления, подобные принципам, распространенным в природе. В качестве примеров здесь можно назвать использование присосок (ленточные черви), зацепление небольшими крючочками (репей), приклеивание с помощью специального секрета (насекомые), внедрение в поверхность за счет частичного разрушения (низшие растения) или охватывание предметов (вьющиеся растения).

В биологии конструктор также может найти образцы обеспечения высокой прочности гибких трубчатых конструкций. Эти вопросы изучает бионика.

Поиск решений с помощью фантазии и интуиции требует определенной тренировки. Способности к абстрагированию и поиску нестандартных решений можно развивать, а их реализация на практике может быть стимулирована применением определенных правил работы.

6.7. Методы принятия решений

При конструировании время от времени возникают ситуации, при которых из множества решений необходимо отсеять неприемлемые и выбрать обещающие успех решения для дальнейшей их обработки. Такие ситуации, связанные с необходимостью принятия решений, при конструировании возникают в начале и в конце фазы разработки. К началу каждой фазы конструктор должен принять то или иное решение о выборе соответствующего порядка действий или метода. В конце фазы он должен решить, какой вариант (или варианты) решения задачи должен быть оставлен для следующего шага разработки. Хотя в обеих этих ситуациях объекты принятия решений и различны, с методической точки зрения эти ситуации равноценны. Чтобы в результате могло быть принято решение, благоприятное для продолжения всего процесса конструкторской подготовки производства, оно должно быть соответственно предварительно подготовлено. Подготовка принятия решения производится в два шага: критический анализ имеющихся вариантов (критика ошибок, изучение «слабых мест», анализ недостатков), оценка вариантов.

Решение может быть вынесено на основе полученной при этом информации.

6.7.1 Критика ошибок

Согласно аксиоме ошибок, каждое конструкторское решение несет в себе недостатки. Задачей критики ошибок является определение этих недостатков с целью их устранения.

Основное правило конструирования «Создавать самое лучшее» методически оптимально реализуется при выполнении требования «Предотвращение недостатков» или «Поиск решения, отличающегося наименьшей суммой недостатков».

Отформатировано: Уровень 1

Под ошибкой, как правило, понимают отклонение имеющегося результата от заданного. Ошибка, появляющаяся при конструировании, представляет собой отклонение между мысленно продуманным изделием и его реализацией в материале. Таким образом, под ошибкой конструкторского решения следует понимать недостатки (слабые места и др.) любого типа относительно требований задачи. Критика ошибок осуществляется в три этапа: выявление (анализ), оценка и устранение (синтез) ошибок.

На первом этапе устанавливается сам факт наличия ошибок. При этом производится сравнение свойств сконструированного изделия со свойствами, заданными техническими требованиями (задачей). Прежде всего, определяется характер проявления ошибки, которая может принимать самую различную форму.

Затем должны быть пояснены взаимосвязи между ошибками, для чего необходимо выявить причины ошибок и их проявление. В зависимости от ситуации и задачи порядок действий при этом меняется.

Для выявления и оценки ошибок можно использовать обобщенную систему упорядочения. Она предназначена для качественного определения причин ошибок и их проявлений. Устранение ошибок возможно различными путями:

- «примирение» с ошибкой. Такое примирение связано с неустранением определенного недостатка. При этом необходимо учитывать значение и размеры

Табл. 13 Виды критики ошибок

Предварительная критика	Последующая критика	«Актуальная» критика
<i>Цель</i>		
Определение всех возможных ошибок для еще не реализованного конструкторского решения	Определение ошибки законченной разработки в виде проекта, или изделия	Определение причины и проявления внезапно появляющейся ошибки, которая ставит под сомнение, продолжение разработки, изготовления, эксплуатации и т. п.
<i>Применение</i>		
В качестве вспомогательного средства для оптимизации конструкторских решений на всех фазах конструкторской подготовки производства	Оценка конкурентоспособных изделий (сравнение с мировым уровнем). Использование решений предыдущих разработок. Оценка проектов при защите решений	Корректировка решения в соответствии с внезапно изменившимися требованиями и условиями. Передача результатов конструирования в производство. Выдача разрешения на изготовление
<i>Процесс</i>		
1. Описание структуры на определенном уровне 2. Определение всех мыслимых отклонений от составных частей структуры (выявление ошибок) 3. Определение влияния ошибки на функцию, изготовление, окружающую среду и т. д. 4. Сравнение найденных воздействий ошибок с требованиями уточненной задачи (оценка) 5. Принятие решения об устранении ошибок 6. Определение мероприятий по устранению ошибки	1. Технический проект, готовое изделие 2. Анализ назначения и окружающей среды прибора, определение цели критики конструкции 3. Определение технического принципа по техническому проекту 4. Определение ошибки в принципе решения 5. Определение ошибки конструкторского исполнения 6. Сравнение ошибки с требованиями относительно функции, изготовления, эксплуатации и т. п. (оценка).	1. Установленный факт ошибки 2. Точное качественное и количественное определение всех признаков проявления ошибки (по возможности с помощью измерения) 3. Сравнение отклонений с заданными величинами 4. Описание технического изделия в форме, пригодной для анализа ошибок 5. Определение факторов, влияющих на ошибку, в структуре и окружающей среде (теоретически, экспериментально) 6. Выработка предложений по

Отформатировано: Уровень 1

7. Вариация структуры	7. Выработка предложений по устранению ошибки.	устранению ошибки.
8. Усовершенствованное решение	8. Общее, заключение о рассмотренном проекте	7. Выбор и реализация пригодного варианта. 8. Скорректированное решение

воздействия ошибки в сравнении с экономическими затратами на ее устранение;

- предотвращение ошибки. Оно предусматривает устранение причины ошибки. Хотя необходимые для этого затраты высоки, этот путь обеспечивает более качественное и надежное предотвращение появления ошибок;

- компенсация проявления ошибок: путем качественной и количественной вариации структуры для уменьшения влияния ошибки до требуемой величины; посредством изменений окружающей среды (эксплуатация в помещении с кондиционированным воздухом, дополнительные устройства для сопряжения и т.д.)

Табл.14 Классификация ошибок

Главные понятия	Признаки	Типы ошибок
Причина	Область возникновения ошибки	Ошибки прогноза, планирования, разработки, изготовления, транспортирования и т. п.
	Место внутри (вне) прибора	Ошибка структуры (окружающей среды)
	Вид причины	Субъективная ошибка. Объективная ошибка
Проявление	Тип компонентов структуры, в которых выявлены ошибки.	Ошибки в элементах, связях, ошибки расположения
	Вид свойства, в котором проявляется ошибка	Техническая, экономическая, эргономическая, эстетическая ошибки
	Характер величины, в которой проявляется ошибка	Скалярная, векторная ошибки. Статическая, динамическая ошибки
Воздействие	Область воздействия ошибки	Трудности разработки, изготовления, транспортирования и т. д.
	Порядок влияния ошибки на результат	Ошибка первого порядка. Ошибка второго порядка. Ошибка, не оказывающая влияния
	Важность в соответствии с требованиями задачи	Невыполнение обязательных, минимальных требований, требований, которые желательно выполнить, и целей

Отформатировано: Уровень 1

6.7.2 Оценка и принятие решения

Целью оценки является сравнение однотипных объектов для их ранжирования или для сопоставления абсолютных значений их свойств с требуемыми. Для этого фактические значения свойств объектов классифицируются по одинаковой полезности. Речь идет об определении разницы значения для частного, промежуточного или конечного результата процесса конструкторской подготовки производства и значения, заданного в задаче (требования) или установленного в соответствии с современным уровнем развития (или наивысшим мировым уровнем). В качестве значения для сравнения может быть принято возможное идеальное или теоретически или практически найденное граничное значение. На рис.16 показана схема процесса оценки.

Отформатировано: Уровень 1

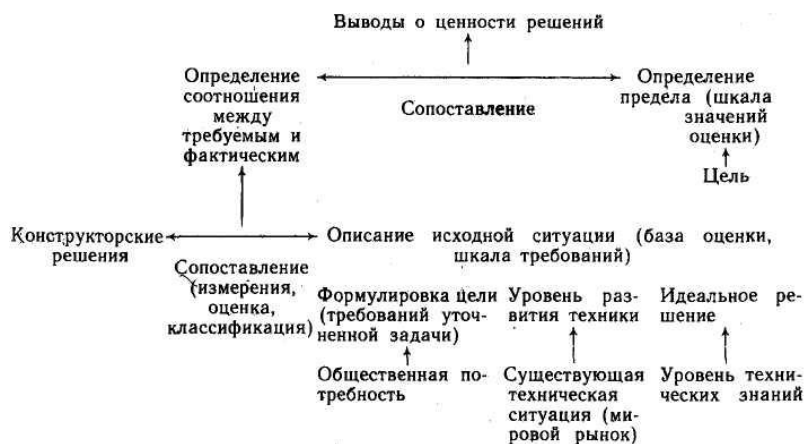


Рис.16

Отформатировано: Уровень 1

Известно, что для вывода о ценности чего-либо необходимо его сравнение с чем-либо подобным. Прежде всего, необходимо возможно точнее определить технические, экономические и другие свойства, которыми характеризуется решение. Затем следует оценить результаты по масштабу, установленному с учетом цели разработки.

Оцениваемые варианты должны сравниваться между собой, для чего абстрагирование их описаний должно быть произведено на одном уровне. Оценка вариантов облегчается, если они предварительно подвергаются критике ошибок.

Основные для конечного результата конструирования требования используются в качестве критериев оценки и вместе образуют базу оценки. Критерии должны соответствовать рассматриваемой стадии разработки оцениваемых конструкторских решений и быть справедливыми для всех вариантов. Эти критерии формулируют на основе требований уточненной задачи, результатов критики ошибок, анализа уровня развития техники, а также на основе параметров решений, которые можно считать идеальными. В табл. перечислены основные критерии оценки. Число критериев следует, по возможности, ограничивать с учетом их влияния на последующее решение, так как в ином случае объем работ, связанных с оценкой, сильно увеличивается, а её наглядность снижается. Каждый критерий относится к одному свойству оцениваемых решений, благодаря чему эти критерии могут быть определены точно и однозначно (по возможности, количественно). Следует избегать взаимного «пересечения» критериев.

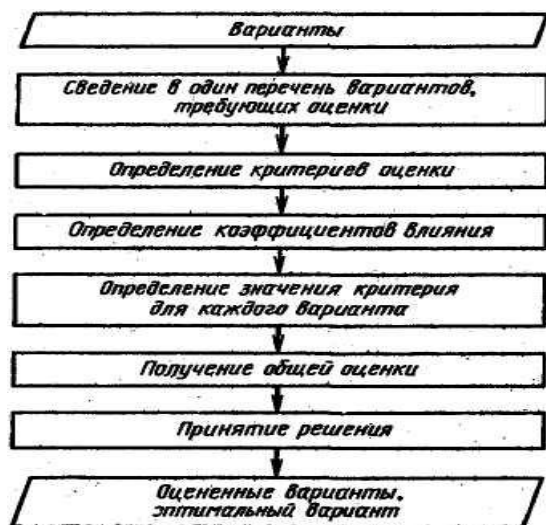


Рис 17

Табл.15 Основные критерии оценки

Область	Критерии
Общественные науки, народное хозяйство	Выполнение общественной потребности, потребительская ценность, научно-технический уровень решения, улучшение условий жизни и труда, повышение производительности труда, высвобождение рабочей силы, защита окружающей среды, территориальные воздействия, международное разделение труда, отказ от импорта, экономия валюты, расширение экспорта, доход в валюте
Функция	Надежность, точность, диапазон действия, производительность, срок службы, КПД, принцип действия, степень автоматизации
Структура	Перечень необходимых конструктивных элементов, число деталей, используемый материал, присоединительные размеры, потребные размеры помещения, коэффициент повторного использования деталей, коэффициент стандартизации, масса
Изготовление	Необходимые, технологические операции, приспособления и вспомогательные средства; форма, отвечающая требованиям сборки технологии или контроля; пригодность к штучному, серийному и массовому производству; требования к рабочей силе; возможность автоматизации производства
Эксплуатация	Расход энергии, эргономическое решение, условия и удобство обслуживания, форма, безопасность обслуживания, рабочая скорость, ремонтпригодность, универсальность применения
Экономика	Затраты на разработку, изготовление, эксплуатацию; цена; доход в валюте; экономия валюты; возможность признания высокого качества
Правовая защита	Отсутствие юридических пороков, патентоспособность, покупка и продажа лицензий, стандартизация (в национальном и международном масштабах)

Для получения общей оценки требования должны быть сравнимы. Поэтому для такой оценки используют шкалу значений, единую для всех критериев.

Отформатировано: Отступ: Первая строка: 3,17 см

Отформатировано: Уровень 1

Отформатировано: Уровень 1, Отступ: Слева: 6,22 см

Отформатировано: Уровень 1

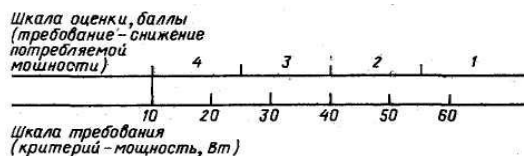


Рис.18

Эта шкала устанавливается в соответствии с целью разработки и учитывает заданные пределы, диапазоны значений, допуски на них и т. д. Деления шкалы определяются характером изменения требования (например, требования к снижению потребляемой мощности). Обе шкалы здесь вместе образуют масштаб оценки. Абсолютные значения делений шкал определяют по их взаимным положениям. При расчете этих значений необходимо исключать влияние субъективных факторов, если для определения максимального и минимального значений в баллах используются граничные значения (например, расход мощности 10 Вт), значения для однотипных изделий, имеющих на мировом рынке, и т. д. Кроме того, следует учитывать характер изменения значения рассматриваемого свойства относительно требования к этому значению (линейный, квадратический, экспоненциальный; симметричный или несимметричный; монотонно возрастающий или убывающий). Для каждого требования необходимо рассчитывать масштаб оценки. Шкала требований должна быть, по возможности метрической (относительно единиц измерения и абсолютных значений). Можно выбрать такое относительное положение шкал (ранжирование, присвоение приоритетов), которое отражает влияние также и качественных признаков. Оправдали себя две номинальные шкалы оценок. Двойная, или двухпараметрическая, оценка используется для построения масштаба и предварительного отбора решений. Для многопараметрической оценки целесообразной, оказалась пятибалльная шкала.

Отформатировано: Уровень 1,
Отступ: Слева: 6,22 см

Табл.16 Номинальные шкалы для оценки

Двухпараметрическая шкала		Многопараметрическая шкала		
Степень выполнения	оценка	Степень выполнения	место	оценка
Выполняется	1 (Да)	Очень хорошо	1	4
Не выполняется	0 (Нет)	Хорошо	2	3
		Достаточно	3	2
		Удовлетворительно	4	1
		Неудовлетворительно	5	0
Преимущества				
Очень проста. Мало влияние субъективного фактора. Пригодна для предварительного отбора вариантов с учетом обязательных требований (например, способность выполнять заданную функцию, технологичность)		Обеспечивает дифференцирование вариантов. Пригодна для требований всех классов		
Недостатки				
Непригодна для дифференцирования приемлемых вариантов. Определение границ при градуированных требованиях проблематично		Велико влияние субъективных факторов. Более высокая сложность		

Отформатировано: Уровень 1

Использование при оценке конструкторского решения только двухпараметрической шкалы является весьма жестким и выявляет идеальное решение. Взвешенное и отнесенное к идеальному общее значение многопараметрической оценки позволяет оценить отклонение от этого идеала.

На базе результатов общей оценки может быть вынесено соответствующее решение. При этом должны выполняться следующие правила:

- Правило максимальной полезности: следует выбирать вариант, который при ранжировании был поставлен на первое место.
- Правило решения, удовлетворяющего требованию: следует выбирать вариант, который в достаточной степени отвечает заданным техническим требованиям.

Применение каждого из этих правил должно производиться в соответствии с ситуацией принятия решения. При помощи правила 1 выбирается один вариант, правило 2 позволяет выбрать решения, которые приемлемы для дальнейшей проработки.

7 Организация творческой работы конструктора

Отформатировано: Уровень 1

Решение изобретательских задач требует особых методов, особых приемов. До недавнего времени нелегкая «наука изобретать» постигалась на ошибках, творческое мастерство приходило после многолетней работы на ощупь. Но и этот накапливаемый с таким трудом опыт не обобщался и не передавался. Каждый начинающий изобретатель заново проходил весь путь, самостоятельно нащупывая закономерности творческого процесса. Не удивительно, что очень многие изобретатели до сих пор чаще всего работают примитивным методом «проб и ошибок», наугад перебирая множество всевозможных вариантов. Метод этот малоэффективен, отсюда огромные непроизводительные затраты времени и энергии на решение даже несложных изобретательских задач.

Речь идет о правильной организации творческого труда. Методика не подменяет знания и опыт, она лишь помогает их правильно использовать, дает планомерную систему анализа и решения изобретательских задач. Такая система намного эффективнее, чем поиска решения вслепую, на ощупь, путем «проб и ошибок».

В каждой изобретательской задаче есть техническое противоречие. **Сделать изобретение — значит устранить техническое противоречие.**

Привычные схемы осаждают изобретателя, «блокируют» пути, ведущие к принципиально новым решениям. **В этих условиях, как отмечал И. П. Павлов, в особенности горько дают себя знать обычные слабости мысли: стереотипность и предвзятость.**

7.1 Алгоритм решения изобретательских задач

Отформатировано: Уровень 1

7.1.1 Выбор задачи

Первый шаг: определить, какова конечная цель решения задачи.

Второй шаг: проверить, можно ли достичь ту же цель решением «обходной» задачи.

Третий шаг: определить, решение какой задачи — первоначальной или «обходной» — может дать больший эффект.

Четвертый шаг: определить требуемые количественные показатели (скорость, производительность, точность, габариты и т. п.) и внести «поправку на время».

Пятый шаг: уточнить требования, вызванные конкретными условиями, в которых предполагается реализация изобретения.

7.1.2 Аналитическая стадия

Первый шаг: определить идеальный конечный результат (ответить на вопрос: «Что желательно получить в самом идеальном случае?»).

Второй шаг: определить, что мешает получению идеального результата (ответить на вопрос: «В чем состоит «помеха»?»).

Третий шаг: определить, почему мешает (ответить на вопрос: «В чем непосредственная причина «помехи»?»).

Четвертый шаг: определить, при каких условиях ничто не мешало бы получить идеальный результат (ответить на вопрос: «При каких условиях исчезнет «помеха»?»).

7.1.3 Оперативная стадия

Первый шаг: проверить возможность устранения технического противоречия с помощью таблицы типовых приемов.

Второй шаг: проверить возможные изменения в среде, окружающей объект, и в других объектах, работающих совместно с данным.

Третий шаг: перенести решение из других отраслей техники (ответить на вопрос: «Как решаются в других отраслях техники задачи, подобные данной?»).

Четвертый шаг: применить «обратные» решения (ответить на вопрос: «Как решаются в технике задачи, обратные данной, и нельзя ли использовать эти решения, взяв их, так сказать, со знаком минус?»).

Пятый шаг: использовать «прообразы» природы (ответить на вопрос: «Как решаются в природе более или менее сходные задачи?»).

7.1.4 Синтетическая стадия

Первый шаг: определить, как должны быть изменены после изменения одной части объекта другие его части.

Второй шаг: определить, как должны быть изменены другие объекты, работающие совместно с данным.

Третий шаг: проверить, может ли измененный объект применяться по-новому.

Четвертый шаг: использовать найденную техническую идею (или идею, обратную найденной) при решении других технических задач.

Процесс решения изобретательской задачи начинается с ее выбора. В большинстве случаев изобретатель получает уже сформулированное задание. Казалось бы, первые пять шагов алгоритма не могут дать ничего нового. Однако это не так. Нельзя принимать на веру задачи, сформулированные другими. Если бы они были правильно сформулированы, их скорее всего решили бы те, кто впервые их встретил.

В условиях задачи есть два указания: какова цель (чего надо достичь) и каковы пути достижения этой цели (что надо создать, улучшить, изменить). Цель почти всегда выбирается правильно. А пути к этой цели почти всегда указываются неверно. Та же цель может быть достигнута и другими путями.

Пожалуй, это самая распространенная ошибка при постановке задачи. Изобретатели ориентируются на достижение какого-то результата при создании новой машины (процесса, механизма, прибора и т. д.). Внешне это выглядит логично. Есть машина, скажем, M_1 , дающая результат P_1 . Теперь нужно получить результат P_2 , и, следовательно, нужна машина M_2 . Обычно P_2 больше P_1 , поэтому кажется очевидным, что M_2 должно быть больше M_1 .

С точки зрения формальной логики здесь все верно. Но логика развития техники — это логика диалектическая. Она должна учитывать многие факторы — общий уровень технического развития, его перспективные направления, материальные возможности и т. д. и т. п. И естественно, **чтобы получить двойной результат, вовсе не обязательно использовать удвоенные средства.**

Первый этап творческого процесса имеет целью корректировку исходной задачи. Методика изобретательства вводит понятие идеальной машины, это облегчает правильный выбор задачи.

Конструктор каждой машины стремится к определенному идеалу и развивает эту идею по своей линии. Но, в конечном счете эти линии сходятся в одну точку — подобно тому, как сходятся у полюса меридианы. «Полюсом» для всех линий развития является «идеальная машина».

Идеальная машина — это условный эталон, обладающий следующими особенностями:

1. Вес и габариты машины должны быть предельно малы.

2. Все части идеальной машины все время выполняют полезную работу в полную меру своих расчетных возможностей.

При анализе очень важно не предрешать заранее, возможен или невозможен тот или иной путь. Это не так просто. Изобретатель невольно выбирает путь, кажущийся ему более реальным. А это, как правило, приводит к малоэффективным решениям.

7.2 Основные приемы устранения технических противоречий

7.2.1 Принцип дробления

Разделить объект на части, независимые друг от друга или соединенные гибкими связями.

Пример. Авторское свидетельство № 161247. Подводное транспортное судно, корпус которого имеет цилиндрическую форму, отличающееся тем, что с целью уменьшения осадки судна при полной его загрузке корпус судна выполнен из двух раскрывающихся шарнирно сочлененных полуцилиндров.

7.2.2 Принцип вынесения

Отделить от объекта «мешающую» часть или, наоборот, выделить единственную нужную часть (или свойство).

Пример. Авторское свидетельство № 153533. Устройство для защиты от рентгеновских лучей, отличающееся тем, что с целью защиты от ионизирующего излучения головы, плечевого пояса, позвоночника, спинного мозга и гонад пациента при флюорографии, например, грудной клетки, оно снабжено защитными барьерами и вертикальным, соответствующим позвоночнику стержнем, изготовленными из материала, не пропускающего рентгеновские лучи.

Целесообразность этой идеи очевидна. Зачем, просвечивая грудную клетку, «попутно» облучать самые чувствительные части человеческого тела?! Изобретение выделяет наиболее вредную часть потока и блокирует ее. Заявка, подана в 1962 году, между тем это простое и нужное изобретение могло быть сделано значительно раньше.

7.2.3 Принцип местного качества

Разделить объект на части так, чтобы каждая часть могла быть изготовлена из наиболее подходящего материала и находилась в условиях, наиболее соответствующих ее работе.

Пример. Деревянные балки, армированные стекловолокном. Прочность таких балок вдвое больше, чем у обычных.

7.2.4 Принцип асимметрии

Машины рождаются симметричными. Это их традиционная форма. Поэтому многие задачи, трудные по отношению к симметричным объектам, легко решаются нарушением симметрии.

Пример. Тиски со смещенными губками. В отличие от обычных они позволяют зажимать в вертикальном положении длинные заготовки.

7.2.5 Принцип объединения

Соединить однородные (или предназначенные для смежных операций) объекты.

Пример. Патент США № 3154790. Жилетка с пристегивающимися (на молнии) рукавами.

7.2.6 Принцип совмещения

а) Один объект поочередно работает в нескольких местах.

б) Один объект одновременно выполняет несколько функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.

Пример. Авторское свидетельство № 166242. Противопожарное оборудование гидросамолета, отличающееся тем, что емкости для воды размещены в поплавках.

7.2.7 Принцип «матрешки»

Один объект размещается внутри другого, который в свою очередь находится внутри третьего... и т. д.

Пример. Авторское свидетельство № 162321. Ванна для плавки магния с электрическим обогревом, отличающаяся тем, что с целью сокращения времени для замены электродов последние выполнены в виде двух полых цилиндров, установленных один в другом.

7.2.8 Принцип «антивеса»

а) Компенсировать вес объекта соединением с другими объектами, обладающими подъемной силой.

б) Самоподдерживание объекта за счет аэродинамических, гидродинамических и т. п. сил.

Пример. Использование аэродинамической подъемной силы для частичной компенсации веса тяжеловесного наземного транспорта.

7.2.9 Принцип предварительного напряжения

Заранее придать объекту изменения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим изменениям.

Пример. Авторское свидетельство № 84355. Заготовку турбинного диска устанавливают на вращающийся поддон. Нагретая заготовка по мере охлаждения сжимается. Но центробежные силы (пока заготовка не потеряла пластичности) как бы отштамповывают заготовку. Когда же деталь остынет, в ней появляются сжимающие усилия, как в предварительно напряженном железобетоне.

7.2.10 Принцип предварительного исполнения

Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на их доставку и с наиболее удобного места.

Пример. Авторское свидетельство № 162919. Способ снятия гипсовых повязок с помощью проволочной пилы, отличающийся тем, что с целью предупреждения травм и облегчения снятия повязки пилу помещают в предварительно смазанную подходящей смазкой трубку, выполненную, например, из полиэтилена, и загипсовывают в повязку при ее наложении.

7.2.11. Принцип «заранее подложенной подушки»

Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

Пример. Аварийные металлические кольца, заранее надеваемые на обод колеса и позволяющие добраться до ремонтной базы на спущенной шине.

7.2.12. Принцип эквипотенциальности

Исторически многие производственные процессы складывались так, что перемещение обрабатываемого объекта в пространстве представляло собой прихотливо изогнутую кривую. Между тем «траекторию движения» почти всегда можно расположить только в одной плоскости. В идеальном случае объект должен перемещаться по прямой линии или окружности. Всякий дополнительный изгиб затрудняет работу, осложняет автоматизацию.

Пример. Авторское свидетельство № 110661. Контейнеровоз, в котором контейнер не грузится в кузов, а чуть-чуть приподнимается с гидроприводом и устанавливается на опорную скобу. Такая машина не только работает без крана, но и перевозит значительно более высокие контейнеры.

7.2.13. Принцип «наоборот»

а) Сделать движущиеся части системы неподвижными, а неподвижные — движущимися.

б) Перевернуть объект «вверх ногами».

Пример. Авторское свидетельство № 66269. Осветительный снаряд, снабженный парашютом с пружинным каркасом и осветительной звездочкой, направляющей световые лучи вверх и помещенной над куполом парашюта. Последний отличается тем, что с целью использования парашюта в качестве рефлектора для направления световых лучей осветительной звездочки вверх и затенения земли в вершине помещен груз, предназначенный для опускания парашюта вершиной вниз.

7.2.14. Принцип сфероидальности

Перейти от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба или параллелепипеда, к шаровым конструкциям.

Пример. Жидкий металл в доменной печи, проникая между огнеупорными кирпичами, вызывает быстрый износ футеровки. Износ уменьшается, если футеровка имеет сферическую форму. При такой форме футеровки кирпичи меньше нагреваются. Кроме того, чугуна труднее проникнуть в наиболее уязвимые (угловые) места.

7.2.15. Принцип динамичности

Характеристики объекта (вес, габариты, форма, агрегатное состояние, температура, окраска и т. д.) должны быть меняющимися и оптимальными на каждом этапе процесса.

Примеры. Авторское свидетельство № 128590. Автокран с телескопической стрелой, короткой в транспортном положении и удлиненной в рабочем положении.

Авторское свидетельство № 147765. Шляпка с растягивающимся полиэтиленовым верхом, способная принимать форму любой прически.

7.2.16. Принцип частичного решения

Получить 99 процентов требуемого эффекта намного легче, чем получить все сто процентов. Задача перестает быть трудной, если отказаться от одного процента требований (что нередко можно сделать).

Пример. Глобус, выполненный в виде двадцатигранника (икосаэдра). Такой глобус, близкий по форме к сферическому, легко изготовить. Кроме того, он может быть превращен в плоскую географическую карту.

7.2.17. Принцип перехода в другое измерение

а) Трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (то есть по плоскости). Соответственно задачи, связанные с движением (или размещением) объектов в одной плоскости, упрощаются при переходе к пространству трех измерений.

б) Многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной.

Пример. Авторское свидетельство № 1S3073. Устройство для очистки и выравнивания поверхности льда катков, устанавливаемое на автомашине, включающее нож и систему тяг, отличающееся тем, что с целью увеличения маневренности автомашины устройство смонтировано под шасси автомобиля.

7.2.18. Принцип изменения среды

Для интенсификации процессов (или устранения сопутствующих процессам вредных факторов) надо изменить среду, в которой протекают эти процессы.

Пример. Искусственное увеличение содержания углекислого газа в воздухе теплиц и парников. В результате овощные культуры созревают вдвое быстрее, а урожай увеличивается в три — шесть раз.

7.2.19. Принцип импульсного действия

При недостатке энергии или мощности надо перейти от непрерывного действия к импульсному.

Пример. Авторское свидетельство № 105017. Способ получения высоких и сверхвысоких давлений, отличающийся тем, что высокие и сверхвысокие давления воспроизводят в результате импульсного электрического разряда внутри объема любой проводящей или непроводящей жидкости, находящейся в открытом или закрытом сосуде.

7.2.20. Принцип непрерывности полезного действия

а) Работа должна вестись непрерывно — машина не должна стоять без дела.

б) Полезная работа должна осуществляться без холостых и промежуточных (транспортных) ходов.

в) Переход от поступательно-возвратного движения к вращательному.

Пример. Авторское свидетельство № 126440. Способ многоствольного бурения скважин двумя комплектами труб. При одновременном бурении двух-трех скважин применяется ротор с несколькими стволами, включаемыми в работу независимо друг от друга, и два комплекта бурильных труб, поочередно поднимаемых и опускаемых в скважины для смены сработанных долот. Операции по смене долот совмещаются во времени с автоматическим бурением в одной из скважин.

7.2.21. Принцип проскока

Вредные или опасные стадии процесса должны преодолеваться на большой скорости.

Пример. Патент ФРГ №1134821. Устройство для разрезания тонкостенных пластмассовых труб большого диаметра. Особенность устройства — большая скорость движения ножа. Нож рассекает трубу так быстро, что та не успевает деформироваться.

7.2.22. Принцип «обратить вред в пользу»

Вредные факторы могут быть использованы для получения положительного эффекта.

Пример. Упомянутое уже авторское свидетельство № 112684. Устройство, использующее волнение моря для очистки поверхности свай.

7.2.23. Принцип «клин — клином»

Вредный фактор устраняется за счет сложения с другим вредным фактором.

Пример. Новый тип телефонных наушников, которыми можно пользоваться и при сильном шуме. Специальный генератор воспроизводит внешние шумы с таким сдвигом по фазе, что оба шума взаимно гасят друг друга.

7.2.24. Принцип «перегибания палки»

Усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.

Пример. Холодильные установки для сжижения гелия нуждаются в смазке, а смазка замерзает при сверхнизких температурах. Академик П. Капица в своей машине для сжижения гелия устроил зазор между поршнем и цилиндром, дав возможность газу свободно вытекать через этот зазор. При утечке газ расширяется настолько быстро, что создается противодействие, мешающее вытеканию новых порций газа.

7.2.25. Принцип самообслуживания

а) Машина должна сама себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции.

б) Использование отходов (энергии, вещества) для выполнения вспомогательных операций.

Пример. Авторское свидетельство № 153152. Устройство для охлаждения двигателя внутреннего сгорания, отличающееся тем, что с целью повышения интенсивности охлаждения за вентилятором установлен эжектор, использующий кинетическую энергию выхлопных газов для подсоса дополнительного количества охлаждающего воздуха.

7.2.26. Принцип копирования

Вместо сложного, дорогостоящего или хрупкого объекта используются его упрощенные, дешевые и прочные копии.

Пример. Система городских электрических часов.

7.2.27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности

Пример. Резец, режущая пластинка которого имеет пять граней. Если затупилась одна грань, можно быстро ввести в действие другую.

7.2.28. Замена механической схемы электрической или оптической

Пример. Реостат, в котором нет трущихся частей. Пространство между контактом и переменным сопротивлением заполнено полупроводниковым материалом. Под действием бегающего светового зайчика полупроводник начинает проводить ток, замыкая цепь.

7.2.29. Использование пневмоконструкций и гидроконструкций

Вместо «твердых» конструкций используются конструкции, «сделанные из воздуха или воды». Сюда относится, в частности, использование воздушной подушки и гидрореактивных устройств.

Пример. Авторское свидетельство № 161792. Уплотнительное устройство для электронных зазоров в сводах дуговых печей. Чтобы создать в печи необходимую атмосферу, уплотнительное устройство выполнено в виде кольца со стенками коробчатого, открытого в сторону электродов, сечения, внутрь которого тангенциально подают струю воздуха или азота, отжимающую дымовые газы обратно в печное пространство.

7.2.30. Использование гибких оболочек (включая использование тонких пленок)

Пример. Надувная колыбель, которая в сложенном виде легко помещается в дамской сумочке.

7.2.31. Использование магнитов и электромагнитов

Пример. Авторское свидетельство № 115568. Сверло намагничивается и, выходя из просверленного отверстия, извлекает стружку, а затем размагничивается.

7.2.32. Изменение прозрачности или окраски

Пример. Прозрачные бинты, позволяющие наблюдать за состоянием раны, не снимая повязки.

7.2.33. Объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала

Пример. Авторское свидетельство № 162215. Способ изолирования мест соединений в лобовых частях обмоток статоров электрических машин путем заливки компаунда в форму, устанавливаемую на месте соединения. Для увеличения электрической прочности изоляции головок форму выполняют из изоляционного материала и используют как элемент изоляции.

7.2.34. Принцип отброса ненужных частей

Выполнив свое назначение часть объекта не должна оставаться мертвым грузом — ее следует отбросить (растворить, испарить и т. д.).

Пример. Патент США № 3160950. Чтобы не пострадали чувствительные приборы при резком старте ракеты в космос, их погружают в пенопласт, который, сослужив свое дело, легко испаряется в космосе.

7.2.35. Изменение агрегатного состояния объекта

Пример. Авторское свидетельство № 162580. Способ изготовления полых кабелей с каналами, образованными трубками, скрученными вместе с токоведущими жилами, с предварительным упрочнением трубок веществом, удаляемым из них после изготовления кабелей. Чтобы упростить технологию, в качестве указанного вещества применяют парафин, который заливают в трубки перед скруткой их с жилами, а после изготовления кабеля расплавляют и выливают из трубок.

8.

8. Технологическая подготовка производства

8.1 Система технологической подготовки производства

С целью постановки продукции на производство следующим за разработкой конструкторской документации этапом следует этап технологической подготовки производства (ТПП). В соответствии с ГОСТ 14.004: технологическая подготовка производства – это совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства. В свою очередь, технологическая готовность производства – наличие на предприятии полных комплектов конструкторской и технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для осуществления заданного объема выпуска продукции с установленными технико-экономическими показателями. Правила, положения и порядок действий при проведении ТПП регламентирует комплекс стандартов, называемых ЕСТПП – Единая Система Технологической Подготовки Производства, устанавливающий систему организации и управления ТПП на предприятиях.

ТПП представляет собой решение сложной комплексной задачи. В общем случае решение этой задачи можно понимать как обеспечение пути наиболее экономичного изготовления приборов, полностью отвечающих своему служебному назначению. При решении задачи требуется найти оптимальный для данных производственных условий вариант перехода от материала к полуфабрикатам (заготовкам), далее к готовым деталям, а затем к сборке и испытаниям. Выбранный оптимальный вариант на всех этапах технологического маршрута должен обеспечить минимальную себестоимость. Поэтому при осуществлении технологической подготовки производства приходится учитывать влияние большого количества факторов, выявлять и оценивать их удельное значение и на основе синтеза последних разрабатывать соответствующий технологический процесс

Виды технологических документов устанавливает комплекс стандартов группы ЕСТД – Единой Системы Технологической Документации. Основными из них являются:

-маршрутная карта – документ, содержащий описание технологического процесса изготовления И по всем операциям в технологической последовательности с указанием соответствующих данных по оборудованию, оснастке, материалам, трудовым и другим нормативам,

-операционная карта – документ, содержащий описание операции по технологическому процессу изготовления (сборки) И с расчленением операций по

переходам, установам и указанием режимов работы, расчетные нормы и трудовые нормативы,

-карта эскизов – документ, содержащий графическую иллюстрацию технологической операции изготовления (сборки) изделия,

-технологическая инструкция – документ, содержащий описание специфических приемов работы или описание методики контроля, правил пользования приборами, приготовления составов, а также описание физико-химических явлений, происходящих при отдельных операциях технологического процесса,

-ведомость оснастки – документ, содержащий перечень оснастки и приспособлений, применяемых в данном технологическом процессе (составляется, в основном, при массовом характере производства).

Характерные особенности производства приборов (значительный удельный вес мелкосерийного производства – 70...80%, частая смена номенклатуры изделий, а также задачи улучшения экономических показателей (снижение себестоимости, повышение производительности труда) и необходимость в условиях рыночной экономики сокращения сроков подготовки производства вызвали необходимость решения важной технологической проблемы, заключающейся в разработке и внедрении новых принципов проектирования технологических процессов и технологической оснастки. Это стало возможным при переходе от индивидуальных процессов к унифицированным и широком использовании компьютерной техники. Унификация процессов проводится в двух направлениях: первое – внедрение типовых, второе – групповых техпроцессов. Типовая технология применяется, в основном, в условиях крупносерийного и массового производства, групповая – в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства. При первом типе унификации выполнение процесса идет принципиально одинаково для выделенного класса деталей (например, процесс гальванического покрытие металлических деталей), при втором – детали группируют таким образом, чтобы составленный техпроцесс с небольшими изменениями, характерными для данной группы подходил для всех подобранных деталей.

Компьютеризация процесса подготовки производства и, в частности, разработки технологических процессов, позволят значительно уменьшить время этого процесса, особенно в случае сквозной подготовки производства, когда бумажные носители информации заменяются электронными документами и обмен информации происходит по сети, проектирование оснастки осуществляется по электронным моделям деталей и на базе типовых решений, обработка материала происходит по получаемым в процессе проектирования моделей программам, задаваемым для станков с программным управлением.

8.2 Обеспечение технологичности конструкции изделия.

8.2.1 Понятие технологичности.

Изделие, как и любой продукт труда, предназначенный для удовлетворения определенных потребностей, обладает свойствами, образующими его качество. Под свойством понимается объективная способность изделия проявлять в определенной степени свое качество по отношению к другим объектам, с которыми оно вступает во взаимодействие

Конструктор, придавая конструкции изделия в процессе ее разработки необходимые свойства, выражающие полезность изделия, придает ей и такие конструктивные свойства, которые определяют уровень затрат ресурсов на создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, представляет собой **технологичность конструкции изделия** (ТКИ).

ТКИ выражает не функциональные свойства изделия, а его конструктивные особенности. Конструкцию изделия характеризуют в общем случае состав и взаимное расположение его составных частей, схема устройства в целом, форма и расположение поверхностей деталей и соединений, их состояние, размеры, материалы и информационная выразительность.

8.2.2 Свойства изделия, характеризующие его качество.

Качество изделия характеризуется его функциональностью (способностью И реализовывать основную функцию для достижения технического эффекта), надежностью, эргономичностью, эстетичностью, экономичностью, безопасностью, экологичностью. Перечисленные грани качества изделия обусловлены в значительной мере его конструктивным исполнением, которое, в свою очередь, определяет технологичность конструкции в целом.

Связь технологичности с другими свойствами конструкции изделия реализуется в сферах ее проявления в форме разрешения противоречий между активными элементами технологического процесса – человеком и используемыми им орудиями труда, с одной стороны, и противодействующим элементом – предметом труда (изделием, заготовкой), с другой стороны.

Следует различать три вида противодействия изделия активным элементам процессов, изготовления, эксплуатации и ремонта: субстантные, обусловленные материально-вещественным содержанием изделия; структурные, вызванные особенностями конструктивной формы его исполнения; функциональные, связанные с разнообразием условий выполнения работ при придании изделию определенной формы или содержания в процессах изготовления а также при поддержании или восстановлении его качества в процессе эксплуатации или ремонта.

Субстантные противодействия изделия прежде всего проявляются в элементарных сопротивлениях: его веса – различным перемещениям; свойств его материала – резанию или давлению; его массы, через инерционные силы, – выполнению некоторых сборочных работ; создаваемых электромагнитных полей – настройке параметров.

Структурные противодействия изделия активным элементам процессов, изготовления, эксплуатации и ремонта обусловлены сложностью конструкции и ее элементов, расположением и доступностью для обработки, жесткостью конструкции, числом составных частей и т. п.

Функциональные противодействия изделия условиям выполнения работ в различных сферах определяются объемом выпуска изделий и типом производства, его регулярностью и стабильностью, а также специфическими требованиями к конструкции изделия, соблюдение которых вызвано необходимостью придания изделию определенных свойств эстетичности и эргономичности и соблюдения требований техники безопасности, производственной санитарии и охраны окружающей среды.

Как соотносятся характеристики качества с ТКИ?

ТКИ и функциональность изделия. Показатели назначения (технического эффекта) характеризуют соответствие изделия условиям реализации его основных функций. Их соотношение с затратами всех видов ресурсов определяет эффективность создаваемой и эксплуатируемой техники. В ряде случаев способность изделия выполнять свои основные функции непосредственно определяется его конструктивным исполнением. Это накладывает существенное ограничение на выбор технологически рациональных инженерных решений, принимаемых по конструкции изделия в период его разработки. Но и в этих случаях возможна многовариантность конструкторских решений, а следовательно, и выбор наиболее рационального из них.

ТКИ и надежность изделия. Требования к надежности направлены на обеспечение выполнения изделием заданных функций в эксплуатации путем сохранения во времени и в установленных пределах значений всех параметров, характеризующих способность выполнять эти функции в определенных условиях и режимах применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования. Реализация этих требований в конструкции изделия влечет за собой трудовые, материальные и энергетические затраты на производство изделия, поддержание и восстановление его работоспособности в процессе технического обслуживания и ремонта и поэтому должна сопровождаться мероприятиями по обеспечению ТКИ.

ТКИ и эргономичность изделия. Эргономические свойства конструкции проявляются как при производстве, так и при эксплуатации изделия в результате функционирования сложной системы вида «человек – предмет труда» или «человек – изделие». Необходимость взаимосвязи между эргономичностью и технологичностью также учитывается при проектировании.

ТКИ и эстетичность изделия. Художественно-конструкторское решение формы исполнения изделия органически связано с обеспечением ТКИ, поиском оптимального по уровню затрат сочетания рациональных в эстетическом отношении конструктивных форм изделия и технологически рационального конструктивного исполнения изделия и его составных частей. Придание конструкции изделия эстетически и технологически рациональных форм – двуединая задача процесса конструирования.

ТКИ и экономичность изделия. Под экономичностью изделия следует понимать способность изделия выполнять заданные функции при использовании выделенных для его функционирования материальных, энергетических, трудовых и др. ресурсов в объемах, соответствующих установленным для этого нормам.

ТКИ и безопасность изделия. Техника, разрабатываемая человеком, находится с ним в постоянном взаимодействии, поэтому наряду с удовлетворением его потребностей по рассмотренным выше свойствам она должна быть безопасной при изготовлении, транспортировании, хранении, монтаже, техническом обслуживании, ремонте и утилизации, т.е. во всех сферах в которых проявляется и ТКИ. Придавая конструкции изделия свойства, составляющие ее технологичность, необходимо учитывать, что конструкция является одновременно носителем свойств безопасности изделия.

ТКИ и экологичность изделия. Уровень вредных воздействий техники на окружающую среду, возникающих при ее производстве, эксплуатации и ремонте, зависит от принимаемых при разработке конструкции изделия инженерных решений по используемым для его изготовления, функционирования и восстановления рабочим материалам, способам их переработки, применению в конструкции защитных устройств и т.д. Эти решения непосредственно воздействуют на затраты ресурсов во всех областях проявления ТКИ, поэтому обеспечение ТКИ и устойчивости экологической системы, во

взаимодействии с которой изделие должно проявлять свои свойства, следует также рассматривать как комплексную задачу создания изделияИ высокого качества.

ТКИ и транспортирование изделия. Транспортабельность изделия характеризуют его приспособленность к перемещению в пространстве, не сопровождающемуся использованием изделия, однако факторы, определяющие транспортабельность (масса и объем, габаритные размеры, восприимчивость к внешним факторам, режимы перемещения), существенно влияют на размеры затрат труда, материалов и энергии при заданных условиях технологичности.

Таким образом, взаимосвязь ТКИ со свойствами, характеризующими качество изделия, выступает источником непрерывного развития и совершенствования конструкции изделия, которая реализуется конкурентным равновесием между техническими требованиями на реализацию функций прибора и технологическими требованиями к условиям его изготовления, эксплуатации и ремонта в условиях оптимальности.

8.2.3 Классификация ТКИ

ТКИ классифицируется по :

- по методам воздействия,
- по области проявления
- по видам затрат.

Виды ТКИ по методу воздействия на конструкцию изделия выражают ее техническую сущность, т.е. те существенные черты конструкции изделия, воздействуя на которые, разработчик разрешает противоречия между активными элементами технологического процесса и изделием.

Технологическая рациональность и преэссенность конструкции изделия – две грани одного и того же комплекса свойств, образующих ТКИ.

Технологическая рациональность конструкции изделия представляет собой совокупность тех свойств изделия, которые выражают технологичность его конструкции с точки зрения соответствия принятых конструктивных решений условиям производства, эксплуатации и ремонта.

Технологическая рациональность характеризует возможность изготовления и эксплуатации данного изделия при использовании имеющихся в распоряжении производителя и потребителя продукции трудовых, материальных и других видов ресурсов, а ее уровень регулируется посредством целесообразного выбора состава конструктивных элементов и материалов, схем соединения составных частей и т. п. Исключения технологической рациональности могут составлять содержащиеся в отдельных изобретениях технические решения, которые на данном этапе развития производства, не могут быть материализованы при применении имеющихся сегодня технических средств и материалов.

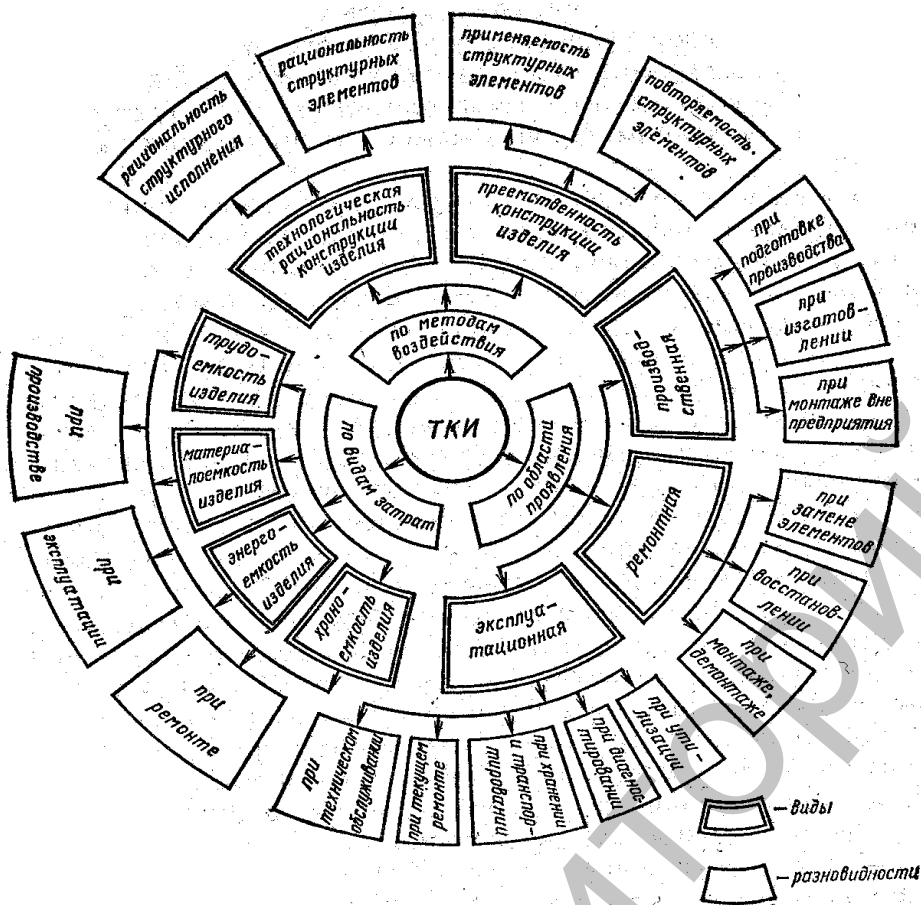


Рис. 19

Преимущество конструкции изделия представляет собой совокупность тех свойств изделия, которые выражают технологичность его конструкции с точки зрения единства повторяемости и изменяемости принятых в ней инженерных решений.

Преимущество конструкции изделия (унификация конструктивных элементов) становится одним из главных принципов наиболее целесообразной технической подготовки производства. Использование этого принципа позволяет обеспечить преимущество технологических процессов и средств технологического оснащения, наилучшим образом организовать процесс конструкторского и технологического проектирования, максимально использовать то, что ранее создано в процессе ОКР, ОТР, освоено в производстве и всесторонне проверено в условиях эксплуатации и ремонта.

Виды ТКИ по области ее проявления определяются основными сферами общественного производства. Они характеризуют приспособленность конструкции изделия к сокращению затрат ресурсов и времени: на технологическую подготовку производства, процессы изготовления, сборки и монтажа изделия вне предприятия-изготовителя (производственная ТКИ); на техническое обслуживание, текущий ремонт,

хранение и транспортирование, диагностирование и утилизацию изделия (эксплуатационная ТКИ); на все виды ремонта, кроме текущего (ремонтная ТКИ).

Виды ТКИ по производимым затратам выражают ее экономическую сущность, которая проявляется в одной или нескольких конкретных областях. Как виды ТКИ трудоемкость, материалоемкость и энергоемкость изделия представляют собой свойства его конструкции, определяющие соответствующие затраты ресурсов (труда, материалов и энергии) при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества изделия, объема его выпуска и условий выполнения работ. Одновременно с этим трудоемкость, материалоемкость и энергоемкость выступают как количественные характеристики указанных свойств, являясь показателями ТКИ.

Хрономоемкость изделия как вид ТКИ охватывает совокупность свойств конструкции, характеризующих затраты ресурсов в единицу времени.

Следовательно, обработка конструкции на технологичность осуществляется непосредственным воздействием на ее техническую сущность путем придания конструкции комплекса свойств, обеспечивающих ее технологическую рациональность и преемственность. Результатом этого воздействия является изменение трудоемкости, материалоемкости и энергоемкости или других возможных видов ресурсоемкости изделия.

8.2.4 Технологичность конструкции деталей, соединений и сборочных единиц

Технологичная конструкция детали, будучи надежной и полностью отвечающей требованиям применения в данном приборе, вместе с тем должна быть наименее трудоемкой и материалоемкой и при этом выполнимой на предполагаемом оборудовании с применением существующего или проектируемого инструмента. Технологичность зависит от материала (трудности получения необходимой формы, обработка), выбор которого зависит от функционального назначения детали. В том числе данные обстоятельства зависят и от вида заготовок.

8.2.4.1 Способы получения деталей

Металлические детали, получаемые литьем:

Материалы:

- чугуны и стали,
- бронзы и латуни,
- сплавы алюминия,
- магниевые сплавы,
- сплавы на основе титана, хрома, молибдена, цинка, олова и др. мет-в.

Методы: литье в песчаные формы, под давлением, в кокиль, по выплавляемым моделям.

Требования: наименьшая масса, минимальные припуски на обработку, лучше без дополнительной обработки; в зависимости от вида литья уклоны, толщина стенок, чистота поверхности, сложность выполнения формы.

Металлические детали, получаемые листовой штамповкой:

Материалы:

- стали,
- бронзы и латуни,

-сплавы алюминия.

Методы: ударная штамповка, высокоскоростная штамповка (взрывом, магнитоимпульсная)

Требования: пластичность (свойство воспринимать пластическую деформацию), наибольший коэффициент использования материала, обеспечение радиуса гибки, допуска на размеры,

Металлические детали, получаемые гибкой:

Материалы:

-стали,

-бронзы и латуни,

-сплавы алюминия.

Методы: пластическая деформация

Оборудование: штампы, пресса, специальные гибочные и профилировочные станки.

Требования: радиус гибки, пластичность, прочностные характеристики

Металлические детали, получаемые вытяжкой:

Материалы:

-стали,

-бронзы и латуни,

-сплавы алюминия,

титановые сплавы.

Методы: пластическая деформация

Требования: глубина деформации, пластичность, прочностные характеристики, усложнение процесса из-за нагрева для более глубокой деформации.

Детали, получаемые резанием

Материалы:

-различные металлы и их сплавы .

-различные достаточно твердые пластмассы,

Методы: поверхностное снятие материала при помощи режущего инструмента

Оборудование: токарные станки, фрезерные станки

Особенности: теплообразование при обработке, изменение физических свойств поверхностного слоя.

8.2.4.2 Сборочные процессы

Сборочные процессы в приборостроении занимают значительный удельный вес. В совокупности эти процессы представляют соединения, координирования и закрепления деталей и сборочных единиц.

Различают подвижные и неподвижные, разборные и неразборные соединения. В приборостроении применяют самые разнообразные виды соединений, к числу наиболее характерных относят резьбовые, пайки, запрессовки, склеивания, сварки, склеивания и т.д. Каждый вид соединения имеет свои разновидности (например, сварка), количество которых достигает десятков единиц. Качество сборки и регулировки изделий зависит от выбора видов соединений и методов достижения точности соединения, последние базируются на теории размерных цепей и физической взаимозаменяемости.

Процессы соединения, применяемые в приборостроении весьма различны по техническим и экономическим возможностям и специфичны по физической сущности.

Наиболее распространенные в приборостроении процессы:

резьбовое соединение состоит либо в непосредственном свинчивании самих соединяемых деталей (или сборочных единиц), имеющих внутреннюю и наружную резьбу, либо через посредство дополнительных деталей, имеющих резьбу. Резьбовые соединения обеспечивают достаточную прочность и плотность соединения, регулируемость положения отдельных элементов, многоповторяемость без нарушения качества и взаимозаменяемости.

пайка – процесс соединения металлов или неметаллических материалов посредством расплавленного присадочного металла (или неметаллического материала). Процесс пайки применяют либо для получения отдельных деталей, либо для соединения деталей и узлов прибора. В процессе пайки происходит взаимное растворение и диффузия припой и основного материала.

Преимущества пайки – высокая прочность, электропроводность (присоединении металлических деталей) и герметичность соединения. При пайке химический состав, структура и механические свойства металла, размеры и форма исходных деталей не меняются.

сварка – процесс получения неразъемного соединения за счет расплавления и совместной кристаллизации двух свариваемых материалов (дуговая сварка) или без расплавления в результате электронного взаимодействия в контакте (контактная сварка). Сварку можно осуществлять двумя способами: плавлением без внешнего механического воздействия и приложением давления к соединяемым заготовкам. Сварку с приложением давления можно осуществлять без нагрева места соединения (холодная сварка) и сместным нагревом до пластического состояния. В зависимости от источника теплоты, применяемого для нагрева металла, сварку делят на контактную, индукционную, газопрессовую, дуговую, лазерную и т.д. При помощи сварки соединяют детали, не соединяемые пайкой, например, из нихрома. Но сварные соединения неразъемны, что усложняет устранение дефектов сборки и ухудшает ремонтпригодность в эксплуатации.

склеивание – процесс неразъемного соединения, использующий явление адгезии. Тонкие пленки клея обеспечивают высокую механическую прочность соединения, особенно для пористых и волокнистых материалов. Современные клеи работают в значительном диапазоне температур, склеивают многие разнородные материалы, устойчивы к действию масел, бензина, воды и др. растворителей. Недостатки проявляются в малом времени жизнестойкости, особенно при смешении компонентов.

Качество сборки – один из определяющих факторов надежности и долговечности изделий. Показатели качества приборов в условиях производства формируются в процессе сборки. Они характеризуются: точностью параметров, стабильностью параметров в условиях эксплуатации, безотказной работой в заданный промежуток времени и более длительной работой без нарушения полученных при сборке свойств. Для решения проблемы качества и экономичности производства большое значение имеет выбор оптимальных методов достижения точности сопрягаемых дета

8.3 Производственный и технологический процессы и их элементы

Производственный процесс – совокупность действий, в результате которых поступающие на предприятие материалы, комплектующие и полуфабрикаты превращаются в готовые изделия.

Произв. процесс включает в себя не только процессы, непосредственно связанные с изготовлением деталей и сборкой, но и все необходимые вспомогательные, например, подготовку производства, материально-техническое снабжение, подготовку кадров, контроль процессов, ремонт оборудования и т. д.

Часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением физического состояния материал, размеров, формы, внешнего вида и взаимного расположения элементов при изготовлении, сборке и наладке изделия, называется технологическим процессом.

Можно разделить технологический процесс изготовления изделия на два основных этапа: изготовление деталей и сборку.

Технологический процесс изготовления деталей состоит из получения заготовок и последующей их обработки; по физическим и экономическим причинам его разделяют на операции, которые делят на установы, позиции, переходы, проходы и приемы.

Операция – законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте одним рабочим (или группой рабочих) непрерывно над определенной деталью или сборочной единицей (или совокупностью нескольких деталей, сборочных единиц). Примеры: сверление отверстий в детали, штамповка деталей на прессе, нанесение лакокрасочного покрытия и т. п. Операция характеризуется непрерывностью. В случае, если деталь проходит обработку на станке, затем проходит термообработку в печи, затем возвращается на этот же станок, речь все равно идет уже о трех операциях.

Установ – часть операции, выполняемая при одном закреплении обрабатываемой детали и одной настройке оборудования.

Позиция – каждое из возможных фиксированных положений перемещающейся части приспособления неизменно закрепленной в таком приспособлении деталью, сборочной единицей или инструментом относительно оборудования, на котором производится работа.

Переход – часть операции, при которой обрабатывается один или несколько участков поверхности детали одним и тем же инструментом (или группой инструментов) при неизменном или закономерно изменяющемся режиме работы оборудования. Применительно к сборке переход характеризуется неизменностью сопрягаемых поверхностей и применяемого при этом инструмента (приспособления). Пример: наматывание катушки трансформатора, когда выполняется несколько следующих друг за другом переходов: установка каркаса, крепление выводов к каркасу намотка провода, укладка изолирующего материала и др. Переход при обработке резанием может быть разделен на проходы.

Проход – часть перехода, связанная со снятием слоя материала при однократном движении инструмента или группы инструментов относительно обрабатываемой поверхности.

Прием – часть операции, представляющая собой совокупность действий, связанных каким-либо одним целевым назначением (установ изделия в приспособление включение прибора и др.

Необходимость дробления операции на более мелкие составляющие определяется техническим нормированием, т. е. определением времени на выполнение действий.

8.4 Построение технологических процессов в зависимости от вида производства.

Вид производства (единичное, серийное, массовое) определяет построение и степень детализации разработки технологических процессов.

Единичным называется производство, при котором процесс изготовления одного или нескольких изделий либо вовсе не повторяется, либо повторяется через неопределенные промежутки времени.

Такое производство характеризуется применением универсального оборудования и приспособлений, использованием универсального измерительного инструмента и стандартизованных измерительных приборов и достаточно большими затратами труда.

Серийным называется производство, при котором процесс изготовления изделий ведется партиями или сериями, регулярно повторяющимися через определенные промежутки времени.

Для серийного производства характерна периодичность как отдельных операций, так и всего технологического процесса изготовления изделий, т.е. цикличность производства. В зависимости от номенклатуры выпускаемых изделий и программы выпуска применяется как универсальное, так и специализированное оборудование, а в отдельных случаях и специальное. Помимо нормализованного рабочего и универсального измерительного инструмента применяется также специальный рабочий и измерительный инструменты.

Массовым называется производство, при котором изготовление изделий ведется таким образом, что на одних и тех же рабочих местах выполняются одни и те же постоянно повторяющиеся операции. Для массового производства характерно применение специализированного и специального оборудования с автоматическим циклом работы, расставленного в соответствии с технологическим процессом, что обеспечивает непрерывность подачи деталей на сборку и возможность применения высокопроизводительных приспособлений, специального инструмента, специализированной контрольно-измерительной аппаратуры. Наиболее характерные особенности перечисленных видов производств приведены в таблице.

Табл.16

Элементы сравнения	Виды производства		
	единичное	серийное	массовое
1	2	3	4
Номенклатура изделий	Большая и разнообразная, нечетко выраженная	Значительная, но вполне определенная (несколько десятков и сотен типов)	Узко ограниченная (несколько типов)
Характер продукции	Опытная или специальная	Установившегося типа и стандартная	Стандартная
1	2	3	4
Специализация рабочих мест	Отсутствует	На выполнении нескольких операций	На выполнении одной операции

Оборудование	Общего назначения	Общего назначения и специальный	Специальное
Расположение оборудования	По типам	По типам и по технологическому процессу	По технологическому процессу
Рабочий инструмент	Нормализованный	Нормализованный и специальный	Специальный и нормализованный
Контрольно-измерительный инструмент	Многомерный универсальный	Предельный и многомерный унифицированные, специальные	Предельный- и специальный
Взаимозаменяемость выпускаемой продукции	Весьма ограниченная	Полная или неполная с подбором деталей	Полная
Сборка	Стационарная	Подвижная и стационарная	Подвижная
Длительность (цикл) изготовления продукции	Наибольшая	Средняя	Наименьшая
Себестоимость продукции	Высокая	Средняя	Самая низкая

8.5 Общая структура построения технологического процесса изготовления изделий

Общая схема технологического процесса изготовления изделия может быть представлена в виде последовательно- параллельных приближений сырья к качественным показателям изготавливаемого изделия, требуемым чертежом и ТУ. Технологический процесс изготовления детали может быть изображен в виде линейной последовательной различных операций, начиная от заготовительных (в т. ч. подготовки рецептуры состава) и заканчивая чистовой отделкой (получение необходимых качеств поверхности детали).

Техпроцесс изготовления изделия совмещает в себе множество таких последовательностей, соединяющихся в ключевых точках (получение сборочных единиц), в результате чего может быть получено конечное изделие. Выбор способа получения заготовки предопределяет число и трудоемкость операций последующей обработки и в итоге стоимость всего техпроцесса. Этот выбор в значительной степени определяется физико-химическими свойствами материала, из которого должна быть изготовлена деталь и ее конструкцией, которая, в свою очередь определяется функциональным назначением детали.

Показатели качества изделия формируются в процессе сборки. Качество сборки – один из определяющих факторов надежности и долговечности изделий. Сборка определяет точность параметров, стабильность параметров в условиях эксплуатации, безотказной

работой в заданный и более длительный промежуток времени. При этом необходимо заметить, что не может быть собрано качественное изделие из деталей, не соответствующим требованиям чертежа.

Пример построения структуры технологического процесса изготовления прибора показан на рис.18.

Особое место в приборостроении отводится измерению и регулировке электрофизических параметров изделий. Под регулировочными процессами в приборостроении понимают комплекс работ, по доведению параметров прибора до величин, соответствующих требованиям технических условий, или до образцов, принятых за эталон с заданной степенью точности. Именно такие процессы в первую очередь определяют заданные свойства прибора. Технологичность изделия в немалой степени зависит от того, какими средствами достигаются параметры приборов.

Примеры: подбор напряжения запуска двигателя (подбор резисторов делителя напряжения), регулировка максимальной яркости свечения кинескопа (по измеряемому току) и т. п.

Важную роль при производстве изделия играет конструкторско-технологический запас. И целью регулировки является получение такого разброса параметров, который гарантировал бы работоспособность аппаратуры в условиях эксплуатации в период срока службы, при этом учитывается процесс старения, который способствует изменению параметров устройства и возможному выходу их за пределы заданных значений.

Исходными данными для проектирования технологических процессов служат рабочие чертежи деталей (сборочных единиц), технические условия на изделие и его составные части, программа выпуска изделий, технические нормативные правовые акты (ТНПА)

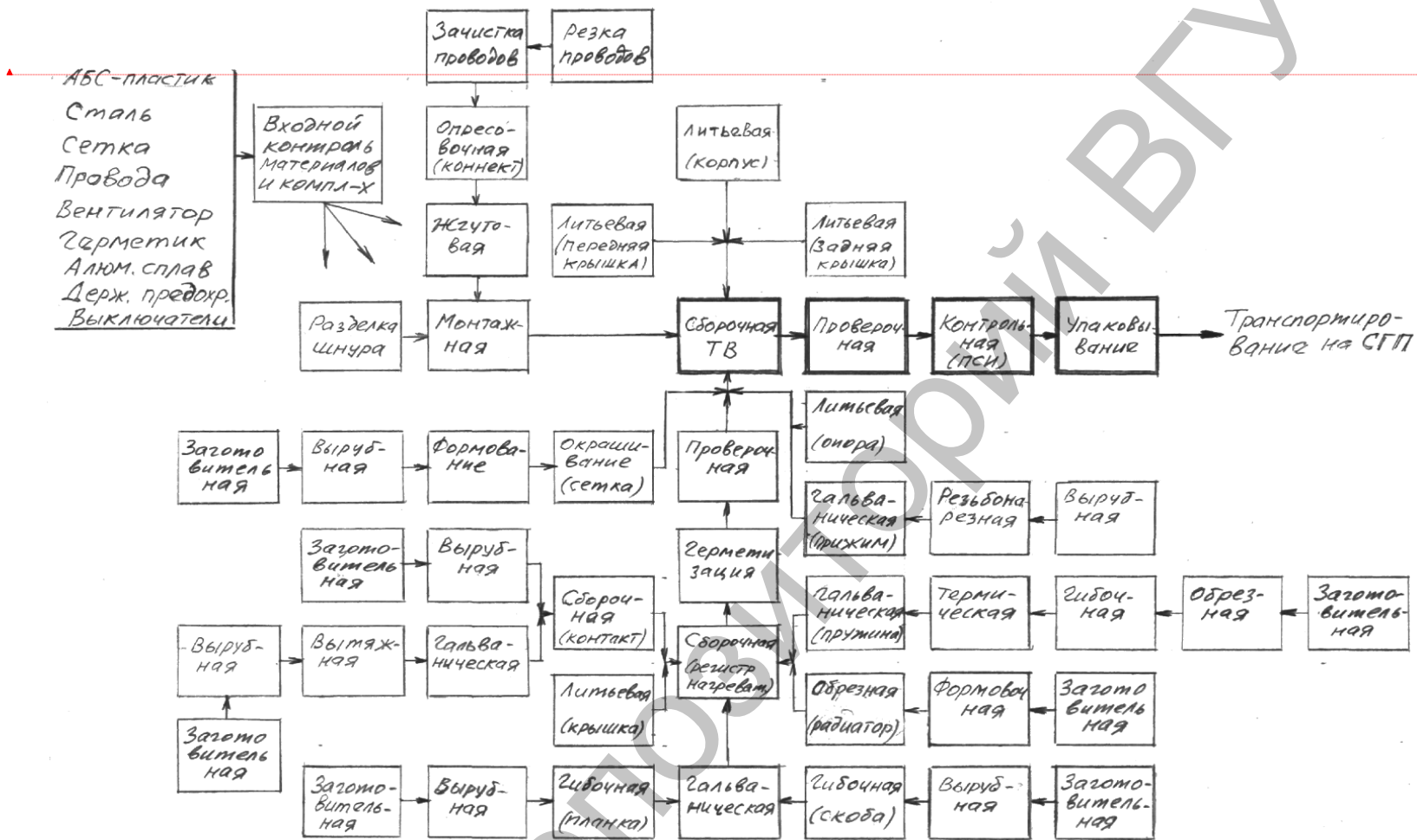


Рис.18

Отформатировано: слева: 0,5 см, справа: 1,27 см, сверху: 2,22 см, снизу: 1,63 см, Ширина: 29,7 см, Высота: 21 см, Расстояние от края до верхнего колонтитула: 1,25 см, Расстояние от края до нижнего колонтитула: 1,25 см

Отформатировано: подчеркивание

Отформатировано: без подчеркивания

Репозиторий ВГУ

Список физических эффектов

В 1979 году Горьковский народный университет научно - технического творчества выпустил Методические материалы к своей новой разработке "Комплексному методу поиска новых технических решений". Предлагается ознакомиться с фрагментом третьей части методических материалов, вышедшей под названием "Массивы информации". Предлагаемый в ней список физических эффектов включает в себя всего 127 позиций. Таблица применений физических эффектов, созданная в Горьком, до сих пор представляет интерес. Ее практическая польза состоит в том, что на входе решатель должен был указать, какую функцию из перечисленных в таблице он хочет обеспечить и какой из видов энергии планирует использовать (как сказали бы сейчас - указать ресурсы). Номера в клетках таблицы - это номера физических эффектов в перечне. Каждый физэффект снабжен ссылками на литературные источники (к сожалению, почти все они в настоящее время являются библиографическими редкостями). Работа выполнялась коллективом, в который входили преподаватели Горьковского народного университета: М.И. Вайнерман, Б.И. Голдовский, В.П. Горбунов, Л.А. Заполянский, В.Т. Корелов, В.Г. Кряжев, А.В. Михайлов, А.П. Сохин, Ю.Н. Шеломок.

Список физических эффектов и явлений

Горьковский народный университет научно - технического творчества
Горький, 1979 год

N	Название физического эффекта или явления	Краткое описание сущности физического эффекта или явления	Типовые выполняемые функции (действия) (см. табл. 1)	Литература
1	2	3	4	5
1	Инерция	Движение тел после прекращения действия сил. Вращающееся или поступательно движущееся по инерции тело может аккумулировать механическую энергию, производить силовое воздействие	5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 21	42, 82, 144
2	Гравитация	силовое взаимодействие масс на расстоянии, в результате которого тела могут двигаться, сближаясь друг с другом	5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15	127, 128, 144
3	Гироскопический эффект	Вращающиеся с большой скоростью тела способны сохранять неизменным положение своей оси	10, 14	96, 106

		вращения. Силовое воздействие со стороны с целью изменить направление оси вращения приводит к прецессии гироскопа, пропорциональной силе		
4	Трение	Сила, возникающая при относительном перемещении двух соприкасающихся тел в плоскости их касания. Преодоление этой силы приводит к выделению тепла, света, износу	2, 5, 6, 7, 9, 19, 20	31, 114, 47, 6, 75, 144
5	Замена трения покоя трением движения	При колебаниях трущихся поверхностей сила трения уменьшается	12	144
6	Эффект безизносности (Крагельского и Гаркунова)	Пара сталь-бронза с глицериновой смазкой практически не изнашивается	12	75
7	Эффект Джонсона-Рабека	Нагрев трущихся поверхностей металл-полупроводник увеличивает силу трения	2, 20	144
8	Деформация	Обратимое или необратимое (упругая или пластическая деформация) изменение взаимного положения точек тела под действием механических сил, электрических, магнитных, гравитационных и тепловых полей, сопровождающееся выделением тепла, звука, света	4, 13, 18, 22	11, 129
9	Эффект Пойтинга	Упругое удлинение и увеличение в объеме стальных и медных проволок при их закручивании. Свойства материала при этом не меняются	11, 18	132
10	Связь деформации с электропроводностью	При переходе металла в сверхпроводящее состояние его пластичность повышается	22	65, 66
11	Электропластический эффект	Увеличение пластичности и уменьшение хрупкости металла под действием постоянного электрического тока высокой плотности или импульсного тока	22	119

12	Эффект Баушингера	Понижение сопротивления начальным пластическим деформациям при перемене знака нагрузки	22	102
13	Эффект Александра	С ростом соотношения масс упруго соударяющихся тел коэффициент передачи энергии растет только до критического значения, определяемого свойствами и конфигурацией тел	15	2
14	Сплавы с памятью	Деформированные с помощью механических сил детали из некоторых сплавов (титан-никель и др.) после нагрева восстанавливают в точности свою первоначальную форму и способны при этом создавать значительные силовые воздействия	1, 4, 11, 14, 18, 22	74
15	Явление взрыва	Воспламенение веществ вследствие мгновенного их химического разложения и образование сильно нагретых газов, сопровождающееся сильным звуком, выделением значительной энергии (механической, тепловой), световой вспышкой	2, 4, 11, 13, 15, 18, 22	129
16	Тепловое расширение	Изменение размеров тел под действием теплового поля (при нагреве и охлаждении). Может сопровождаться возникновением значительных усилий	5, 10, 11, 18	128, 144
17	Фазовые переходы первого рода	Изменение плотности агрегатного состояния веществ при определенной температуре, сопровождающееся выделением или поглощением	1, 2, 3, 9, 11, 14, 22	129, 144, 33
18	Фазовые переходы второго рода	Скачкообразное изменение теплоемкости, теплопроводности, магнитных свойств, текучести (сверхтекучесть), пластичности (сверхпластичность), электропроводности (сверхпроводимость) при	1, 3, 22	33, 129, 144

		достижении определенной температуры и без энергообмена		
19	Капиллярность	Самопроизвольное течение жидкости под действием капиллярных сил в капиллярах и полукрытых каналах (микротрещинах и царапинах)	6, 9	122, 94, 144, 129, 82
20	Ламинарность и турбулентность	Ламинарность - упорядоченное движение вязкой жидкости (или газа) без междуслойного перемешивания с убывающей от центра трубы к стенкам скоростью потока. Турбулентность - хаотическое движение жидкости (или газа) с беспорядочным движением частиц по сложным траекториям и почти постоянной по сечению скоростью потока	5, 6, 11, 12, 15	128, 129, 144
21	Поверхностное натяжение жидкостей	Силы поверхностного натяжения, обусловленные наличием поверхностной энергии, стремятся сократить поверхность раздела	6, 19, 20	82, 94, 129, 144
22	Смачивание	Физико-химическое взаимодействие жидкости с твердым телом. Характер зависит от свойств взаимодействующих веществ	19	144, 129, 128
23	Эффект автофобности	При контакте жидкости с низким натяжением и высокоэнергетического твердого тела происходит сначала полное смачивание, затем жидкость собирается в каплю, а на поверхности твердого тела остается прочный молекулярный слой жидкости	19, 20	144, 129, 128
24	Ультразвуковой капиллярный эффект	Увеличение скорости и высоты подъема жидкости в капиллярах под действием ультразвука	6	14, 7, 134
25	Термокапиллярный эффект	Зависимость скорости растекания жидкости от неравномерности нагрева ее	1, 6, 19	94, 129, 144

		слоя. Эффект зависит от чистоты жидкости, от ее состава		
26	Электрокапиллярный эффект	Зависимость поверхностного натяжения на границе раздела электродов с растворами электролитов или ионными расплавами от электрического потенциала	6, 16, 19	76, 94
27	Сорбция	Процесс самопроизвольного сгущения растворенного или парообразного вещества (газа) на поверхности твердого тела или жидкости. При малом проникновении вещества сорбтива в сорбент происходит адсорбция, при глубоком - абсорбция. Процесс сопровождается теплообменом	1, 2, 20	1, 27, 28, 100, 30, 43, 129, 103
28	Диффузия	Процесс выравнивания концентрации каждой компоненты во всем объеме смеси газа или жидкости. Скорость диффузии в газах увеличивается с понижением давления и ростом температуры	8, 9, 20, 22	32, 44, 57, 82, 109, 129, 144
29	Эффект Дюфора	Возникновение разности температур при диффузионном перемещивании газов	2	129, 144
30	Осмоз	Диффузия через полупроницаемую перегородку. Сопровождается созданием осмотического давления	6, 9, 11	15
31	Тепломассо-обмен	Передача тепла. Может сопровождаться перемешиванием массы или обуславливаться перемещением массы	2, 7, 15	23
32	Закон Архимеда	Действие подъемной силы на тело, погруженное в жидкость или газ	5, 10, 11	82, 131, 144
33	Закон Паскаля	Давление в жидкостях или газах передается равномерно по всем направлениям	11	82, 131, 136, 144
34	Закон Бернулли	Постоянство полного	5, 6	59

		давления в установившемся ламинарном потоке		
35	Вязкоэлектрический эффект	Увеличение вязкости полярной непроводящей жидкости при протекании между обкладками конденсатора	6, 10, 16, 22	129, 144
36	Эффект Томса	Снижение трения между турбулентным потоком и трубопроводом при введении в поток полимерной добавки	6, 12, 20	86
37	Эффект Коанда	Отклонение струи жидкости, вытекающей из сопла по направлению к стенке. Иногда наблюдается "прилипание" жидкости	6	129
38	Эффект Магнуса	Возникновение силы, действующей на цилиндр, вращающийся в набегающем потоке, перпендикулярной потоку и образующим цилиндра	5,11	129, 144
39	Эффект Джоуля-Томсона (дрессель-эффект)	Изменение температуры газа при его протекании через пористую перегородку, диафрагму или вентиль (без обмена с окружающей средой)	2, 6	8, 82, 87
40	Гидравлический удар	Быстрое перекрытие трубопровода с движущейся жидкостью вызывает резкое повышение давления, распространяющееся в виде ударной волны, и появление кавитации	11, 13, 15	5, 56, 89
41	Электрогидравлический удар (эффект Юткина)	Гидравлический удар, вызываемый импульсным электрическим разрядом	11, 13, 15	143
42	Гидродинамическая кавитация	Образование разрывов в быстром потоке сплошной жидкости в результате местного понижения давления, вызывающее разрушение объекта. Сопровождается звуком	13, 18, 26	98, 104
43	Акустическая кавитация	Кавитация, возникающая вследствие прохождения акустических волн	8, 13, 18, 26	98, 104, 105
44	Сонолюминесценция	Слабое свечение пузырька в момент его кавитационного	4	104, 105, 98

		схлопывания		
45	Свободные (механические) колебания	Собственные затухающие колебания при выводе системы из равновесного положения. При наличии внутренней энергии колебания становятся незатухающими (автоколебаниями)	1, 8, 12, 17, 21	20, 144, 129, 20, 38
46	Вынужденные колебания	Колебания под действием периодической силы, как правило, внешней	8, 12, 17	120
47	Акустический парамагнитный резонанс	Резонансное поглощение веществом звука, зависящее от состава и свойств вещества	21	37
48	Резонанс	Резкое возрастание амплитуды колебаний при совпадении вынужденных и собственных частот	5, 9, 13, 21	20, 120
49	Акустические колебания	Распространение в среде звуковых волн. Характер воздействия зависит от частоты и интенсивности колебаний. Основное назначение - силовое воздействие	5, 6, 7, 11, 17, 21	38, 120
50	Реверберация	Послезвучание, обусловленное переходом в определенную точку запаздывающий отраженных или рассеянных звуковых волн	4, 17, 21	120, 38
51	Ультразвук	Продольные колебания в газах, жидкостях и твердых телах в диапазоне частот 20х10 ³ -10 ⁹ Гц. Распространение лучевое с эффектами отражения, фокусировки, образование теней с возможностью передачи большой плотности энергии, используемой для силового и теплового воздействия	2, 4, 6, 7, 8, 9, 13, 15, 17, 20, 21, 22, 24, 26	7, 10, 14, 16, 90, 107, 133
52	Волновое движение	перенос энергии без переноса вещества в виде возмущения, распространяющегося с конечной скоростью	6, 15	61, 120, 129
53	Эффект Доплера-Физо	Изменение частоты колебаний	4	129, 144

		при взаимном перемещении источника и приемника колебаний		
54	Стоячие волны	При определенном сдвиге фаз прямая и отраженная волны складываются в стоячую с характерным расположением максимумов и минимумов возмущения (узлов и пучностей). Перенос энергии через узлы отсутствует, а между соседними узлами наблюдается взаимопревращение кинетической и потенциальной энергии. Силовое воздействие стоячей волны способно создавать соответствующую структуру	9, 23	120, 129
55	Поляризация	Нарушение осевой симметрии, поперечной волны относительно направления распространения этой волны. Поляризацию вызывают: отсутствие осевой симметрии у излучателя, или отражение и преломление на границах разных сред, или распространение в анизотропной среде	4, 16, 19, 21, 22, 23, 24	53, 22, 138
56	Дифракция	Огибание волной препятствия. Зависит от размеров препятствия и длины волны	17	83, 128, 144
57	Интерференция	Усиление и ослабление волн в определенных точках пространства, возникающее при наложении двух или нескольких волн	4, 19, 23	83, 128, 144
58	Муаровый эффект	Возникновение узора при пересечении под небольшим углом двух систем равноудаленных параллельных линий. Небольшое изменение угла поворота ведет к значительному изменению расстояния между элементами узора	19, 23	91, 140
59	Закон Кулона	Притяжение разноименных и	5, 7, 16	66, 88, 124

		отталкивание одноименных электрически заряженных тел		
60	Индукцированные заряды	Возникновение зарядов на проводнике под действием электрического поля	16	35, 66, 110
61	Взаимодействие тел с полями	Смена формы тел приводит к изменению конфигурации образующихся электрических и магнитных полей. Этим можно управлять силами, действующими на заряженные частицы, помещенные в такие поля	25	66, 88, 95, 121, 124
62	Втягивание диэлектрика между обкладками конденсатора	При частичном введении диэлектрика между обкладками конденсатора наблюдается его втягивание	5, 6, 7, 10, 16	66, 110
63	Проводимость	Перемещение свободных носителей под действием электрического поля. Зависит от температуры, плотности и чистоты вещества, его агрегатного состояния, внешнего воздействия сил, вызывающих деформацию, от гидростатического давления. При отсутствии свободных носителей вещество является изолятором и называется диэлектриком. При термическом возбуждении становится полупроводником	1, 16, 17, 19, 21, 25	123
64	Сверхпроводимость	Значительное увеличение проводимости некоторых металлов и сплавов при определенных значениях температуры, магнитного поля и плотности тока	1, 15, 25	3, 24, 34, 77
65	Закон Джоуля- Ленца	Выделение тепловой энергии при прохождении электрического тока. Величина обратно пропорциональна проводимости материала	2	129, 88
66	Ионизация	Появление свободных носителей заряда в веществах под действием внешних факторов (электромагнитного, электрического или теплового полей, разрядов в газах	6, 7, 22	129, 144

		облучения рентгеновскими лучами или потоком электронов, альфа-частиц, при разрушении тел)		
67	Вихревые токи (токи Фуко)	В массивной неферромагнитной пластине, помещенной в изменяющееся магнитное поле перпендикулярно его линиям, протекают круговые индукционные токи. При этом пластина нагревается и выталкивается из поля	2, 5, 6, 10, 11, 21, 24	50, 101
68	Тормоз без трения покоя	Колеблющаяся между полюсами электромагнита тяжелая металлическая пластина "увязает" при включении постоянного тока и останавливается	10	29, 35
69	Проводник с током в магнитном поле	Сила Лоренца действует на электроны, которые через ионы передают силу кристаллической решетке. В результате проводник выталкивается из магнитного поля	5, 6, 11	66, 128
70	Проводник, движущийся в магнитном поле	При движении проводника в магнитном поле в нем начинает протекать электрический ток	4, 17, 25	29, 128
71	Взаимная индукция	Переменный ток в одном из двух расположенных рядом контуров вызывает появление ЭДС индукции в другом	14, 15, 25	128
72	Взаимодействие проводников с током движущихся электрических зарядов	Проводники с током протягиваются друг к другу или отталкиваются. Аналогично взаимодействуют движущиеся электрические заряды. Характер взаимодействия зависит от формы проводников	5, 6, 7	128
73	ЭДС индукции	При изменении магнитного поля или его движения в замкнутом проводнике возникает ЭДС индукции. Направление индукционного тока дает поле, препятствующее изменению магнитного потока.	24	128

		вызывающего индукцию		
74	Поверхностный эффект (скин- эффект)	Токи высокой частоты идут только по поверхностному слою проводника	2	144
75	Электромагнитное поле	Взаимное индуктирование электрического и магнитного полей представляет собой распространение (радио волн, электромагнитных волн, света, рентгеновских и гамма лучей). Его источником может служить и электрическое поле. Частным случаем электромагнитного поля является световое излучение (видимое, ультрафиолетовое и инфракрасное). Его источником может служить и тепловое поле. Электромагнитное поле обнаруживается по тепловому эффекту, электрическому действию, световому давлению, активизации химических реакций	1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 26	48, 60, 83, 35
76	Заряд в магнитном поле	На заряд, движущийся в магнитном поле, действует сила Лоренца. Под действием этой силы движение заряда происходит по окружности или спирали	5, 6, 7, 11	66, 29
77	Электрореологический эффект	Быстрое обратимое повышение вязкости неводных дисперсных систем в сильных электрических полях	5, 6, 16, 22	142
78	Диэлектрик в магнитном поле	В диэлектрике, помещенном в электромагнитное поле, часть энергии переходит в тепловую	2	29
79	Пробой диэлектриков	Падение электрического сопротивления и термическое разрушение материала из-за разогрева участка диэлектрика под действием сильного электрического поля	13, 16, 22	129, 144
80	Электрострикция	Упругое обратимое увеличение размеров тела в электрическом поле любого знака	5, 11, 16, 18	66
81	Пьезо-электрический	Образование зарядов на	4, 14, 15, 25	80, 144

	эффект	поверхности твердого тела под воздействием механических напряжений		
82	Обратный пьезоэффект	Упругая деформация твердого тела под действием электрического поля, зависящая от знака поля	5, 11, 16, 18	80
83	Электро-калорический эффект	Изменение температуры пирозлектрика при внесении его в электрическое поле	2, 15, 16	129
84	Электризация	Появление на поверхности веществ электрических зарядов. Может вызываться и в отсутствии внешнего электрического поля (для пирозлектриков и сегнетоэлектриков при смене температуры). При воздействии на вещество сильным электрическим полем с охлаждением или освещением получают электреты, создающие вокруг себя электрическое поле	1, 16	116, 66, 35, 55, 124, 70, 88, 36, 41, 110, 121
85	Намагничивание	Ориентация собственных магнитных моментов веществ во внешнем магнитном поле. По степени намагничивания вещества подразделяются на парамагнетики, ферромагнетики. У постоянных магнитов магнитное поле остается после снятия внешнего электрические и магнитные свойства	1, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 22, 23	78, 73, 29, 35
86	Влияние температуры на электрические и магнитные свойства	Электрические и магнитные свойства веществ вблизи определенной температуры (точки Кюри) резко меняются. Выше точки Кюри Ферромагнетик переходит в парамагнетик. Сегнетоэлектрики имеют две точки Кюри, в которых наблюдаются или магнитные, или электрические аномалии. Антиферромагнетики теряют свои свойства при температуре, названной точкой Нееля	1, 3, 16, 21, 22, 24, 25	78, 116, 66, 51, 29

87	Магнито- электрический эффект	В сегнетоферромагнетиках при наложении магнитного (электрического) поля наблюдается изменение электрической (магнитной) проницаемости	22, 24, 25	29, 51
88	Эффект Гопкинса	Возрастание магнитной восприимчивости при приближении к температуре Кюри	1, 21, 22, 24	29
89	Эффект Бархгаузена	Ступенчатый ход кривой намагничивания образца вблизи точки Кюри при изменении температуры, упругих напряжений или внешнего магнитного поля	1, 21, 22, 24	29
90	Жидкости, твердеющие в магнитном поле	язкие жидкости (масла) в смеси с ферромагнитными частицами твердеют при помещении в магнитное поле	10, 15, 22	139
91	Пьезо-магнетизм	Возникновение магнитного момента при наложении упругих напряжений	25	29, 129, 144
92	Магнито- калорический эффект	Изменение температуры магнетика при его намагничивании. Для парамагнетиков увеличение поля увеличивает температуру	2, 22, 24	29, 129, 144
93	Магнитострикция	Изменение размеров тел при изменении их намагниченности (объемное или линейное), объект зависит от температуры	5, 11, 18, 24	13, 29
94	Термострикция	Магнитострикционная деформация при нагреве тел в отсутствии магнитного поля	1, 24	13, 29
95	Эффект Эйнштейна и де Хааса	Намагничивание магнетика приводит к его вращению, а вращение вызывает намагничивание	5, 6, 22, 24	29
96	Ферро- магнитный резонанс	Избирательное (по частоте) поглощение энергии электромагнитного поля. Частота меняется в зависимости от интенсивности поля и при смене температуры	1, 21	29, 51
97	Контактная разность	Возникновение разности	19, 25	60

	потенциалов (закон Вольты)	потенциалов при контакте двух разных металлов. Величина зависит от химического состава материалов и их температуры		
98	Трибоэлектричество	Электризация тел при трении. Величина и знак заряда определяются состоянием поверхностей, их составом, плотностью и диэлектрической проницаемостью	7, 9, 19, 21, 25	6, 47, 144
99	Эффект Зеебека	Возникновение термоЭДС в цепи из разнородных металлов при условии разной температуры в местах контакта. При контакте однородных металлов эффект возникает при сжатии одного из металлов всесторонним давлением или насыщении его магнитным полем. Другой проводник при этом находится в нормальных условиях	19, 25	64
100	Эффект Пельтье	Выделение или поглощение тепла (кроме джоулева) при прохождении тока через спай разнородных металлов в зависимости от направления тока	2	64
101	Явление Томсона	Выделение или поглощение тепла (избыточного над джоулевым) при прохождении тока по неравномерно нагретому однородному проводнику или полупроводнику	2	36
102	Эффект Холла	Возникновение электрического поля в направлении, перпендикулярном направлению магнитного поля и направлению тока. В ферромагнетиках коэффициент Холла достигает максимума в точке Кюри, а затем снижается	16, 21, 24	62, 71
103	Эффект Эттингсгаузена	Возникновение разности температур в направлении,	2, 16, 22, 24	129

		перпендикулярном магнитному полю и току		
104	Эффект Томсона	Изменение проводимости ферромагнитного проводника в сильном магнитном поле	22, 24	129
105	Эффект Нернста	Возникновение электрического поля при поперечном намагничивании проводника перпендикулярно направлению магнитного поля и градиенту температур	24, 25	129
106	Электрические разряды в газах	Возникновение электрического тока в газе в результате его ионизации и под действием электрического поля. Внешние проявления и характеристики разрядов зависят от управляющих факторов (состава и давления газа, конфигурации пространства, частоты электрического поля, силы тока)	2, 16, 19, 20, 26	123, 84, 67, 108, 97, 39, 115, 40, 4
107	Электроосмос	Движение жидкостей или газов через капилляры, твердые пористые диафрагмы и мембраны, а также через силы очень мелких частиц под действием внешнего электрического поля	9, 16	76
108	Потенциал течения	Возникновение разности потенциала между концами капилляров а также между противоположными поверхностями диафрагмы, мембраны или другой пористой среды при продавливании через них жидкости	4, 25	94
109	Электрофорез	Движение твердых частиц, пузырьков газа, капель жидкости, а также коллоидных частиц, находящихся во взвешенном состоянии, в жидкой или газообразной среде под действием внешнего электрического поля	6, 7, 8, 9	76
110	Седиментационный потенциал	Возникновение разности потенциалов в жидкости в	21, 25	76

		результате движения частиц, вызванного силами неэлектрического характера (оседание частиц и т.п.)		
111	Жидкие кристаллы	Жидкость с молекулами удлинённой формы имеет свойство мутнеть пятнами при воздействия электрического поля и менять цвет при различных температурах и углах наблюдения	1, 16	137
112	Дисперсия света	Зависимость абсолютного показателя преломления от длины волны излучения	21	83, 12, 46, 111, 125
113	Голография	Получение объёмных изображений путем освещения объекта когерентным светом и фотографирования интерференционной картины взаимодействия рассеянного объектом света с когерентным излучением источника	4, 19, 23	9, 45, 118, 95, 72, 130
114	Отражение и преломление	При падении параллельного пучка света на гладкую поверхность раздела двух изотропных сред часть света отражается обратно, а другая, преломляясь, проходит во вторую среду	4,	21
115	Поглощение и рассеяние света	ри прохождении света через вещество его энергия поглощается. Часть идет на переизлучение, остальная энергия переходит в другие виды (тепло). Часть переизлученной энергии распространяется в разные стороны и образует рассеянный свет	15, 17, 19, 21	17, 52, 58
116	Испускание света. Спектральный анализ	Квантовая система (атом, молекула), находящаяся в возбужденном состоянии, излучает излишнюю энергию в виде порции электромагнитного излучения. Атомы каждого вещества имеют свою структуру излучательных переходов, которые можно	1, 4, 17, 21	17, 52, 58

		зарегистрировать оптическими методами		
117	Оптические квантовые генераторы (лазеры)	Усиление электромагнитных волн за счет прохождения их через среду с инверсией населенности. Излучение лазеров когерентное, монохроматическое, с высокой концентрацией энергии в луче и малой расходимостью	2, 11, 13, 15, 17, 19, 20, 25, 26	85, 126, 135
118	Явление полного внутреннего отражения	Вся энергия световой волны, падающей на границу раздела прозрачных сред со стороны среды оптически более плотной, полностью отражается в эту же среду	1, 15, 21	83
119	Люминесценция, поляризация люминесценции	Излучение, избыточное под тепловым и имеющее длительность, превышающую период световых колебаний. Люминесценция продолжается некоторое время после прекращения возбуждения (электромагнитного излучения, энергии ускоренного потока частиц, энергии химических реакций, механической энергии)	4, 14, 16, 19, 21, 24	19, 25, 92, 117, 68, 113
120	Тушение и стимуляция люминесценции	Воздействие другим видом энергии, кроме возбуждающей люминесценцию, может или стимулировать, или потушить люминесценцию. Управляющие факторы: тепловое поле, электрическое и электромагнитное поля (ИК-свет), давление; влажность, присутствие некоторых газов	1, 16, 24	19
121	Оптическая анизотропия	различие оптических свойств веществ по различным направлениям, зависящее от их структуры и температуры	1, 21, 22	83
122	Двойное лучепреломление	На границе раздела анизотропных прозрачных тел свет расщепляется на два взаимоперпендикулярных поляризованных луча,	21	54, 83, 138, 69, 48

		имеющих различные скорости распространения в среде		
123	Эффект Максвелла	Возникновение двойного лучепреломления в потоке жидкости. Определяется действием гидродинамических сил, градиентом скоростей потока, трением о стенки	4, 17	21
124	Эффект Керра	Возникновение оптической анизотропии у изотропных веществ под действием электрического или магнитного полей	16, 21, 22, 24	99, 26, 53
125	Эффект Погкельса	Возникновение оптической анизотропии под действием электрического поля в направлении распространения света. Слабо зависит от температуры	16, 21, 22	129
126	Эффект Фарадея	Поворот плоскости поляризации света при прохождении через вещество, помещенное в магнитное поле	21, 22, 24	52, 63, 69
127	Естественная оптическая активность	Способность вещества поворачивать плоскость поляризации прошедшего через него света	17, 21	54, 83, 138

Таблица выбора физических эффектов

[Таблица выбора физических эффектов](#)

Список литературы к массиву физических эффектов и явлений

1. Адам Н.К. Физика и химия поверхностей. М., 1947
2. Александров Е.А. ЖТФ. 36, №4, 1954
3. Алиевский Б.Д. Применение криогенной техники и сверхпроводимости в электрических машинах и аппаратах. М., Информстандартэлектро, 1967
4. Аронов М.А., Колечицкий Е.С., Ларионов В.П., Минин В.Р., Сергеев Ю.Г. Электрические разряды в воздухе при напряжении высокой частоты, М., Энергия, 1969
5. Аронович Г.В. и др. Гидравлический удар и уравнительные резервуары. М., Наука, 1968
6. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. М., 1963
7. Бабиков О.И. Ультразвук и его применение в промышленности. ФМ, 1958'

8. Базаров И.П. Термодинамика. М., 1961
9. Батерс Дж. Голография и ее применение. М., Энергия, 1977
10. Баулин И. За барьером слышимости. М., Знание, 1971
11. Бежухов Н.И. Теория упругости и пластичности. М., 1953
12. Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул. М., 1957
13. Белов К.П. Магнитные превращения. М., 1959
14. Бергман Л. Ультразвук и его применение в технике. М., 1957
15. Бладергрэн В. Физическая химия в медицине и биологии. М., 1951
16. Борисов Ю.Я., Макаров Л.О. Ультразвук в технике настоящего и будущего. АН СССР, М., 1960
17. Борн М. Атомная физика. М., 1965
18. Брюнинг Г. Физика и применение вторичной электронной эмиссии. М., 1958
19. Вавилов С.И. О "горячем" и "холодном" свете. М., Знание, 1959
20. Вайнберг Д.В., Писаренко Г.С. Механические колебания и их роль в технике. М., 1958
21. Вайсбергер А. Физические методы в органической химии. Т. 5, М., 1957
22. Васильев Б.И. Оптика поляризационных приборов. М., 1969
23. Васильев Л.Л., Конев С.В. Теплопередающие трубки. Минск, Наука и техника, 1972
24. Веников В.А., Зуев Э.Н., Околотин В.С. Сверхпроводимость в энергетике. М., Энергия, 1972
25. Верещагин И.К. Электролюминесценция кристаллов. М., Наука, 1974
26. Волькенштейн М.В. Молекулярная оптика, 1951
27. Волькенштейн Ф.Ф. Полупроводники как катализаторы химических реакций. М., Знание, 1974
28. Волькенштейн Ф.Ф. Радикало-рекомбинационная люминесценция полупроводников. М., Наука, 1976
29. Вонсовский С.В. Магнетизм. М., Наука, 1971
30. Ворончев Т.А., Соболев В.Д. Физические основы электровакуумной техники. М., 1967

31. Гаркунов Д.Н. Избирательный перенос в узлах трения. М., Транспорт, 1969
32. Гегузин Я.Е. Очерки о диффузии в кристаллах. М., Наука, 1974
33. Гейликман Б.Т. Статистическая физика фазовых переходов. М., 1954
34. Гинзбург В.Л. Проблема высокотемпературной сверхпроводимости. Сборник "Будущее науки" М., Знание, 1969
35. Говорков В.А. Электрические и магнитные поля. М., Энергия, 1968
36. Голделий Г. Применение термоэлектричества. М., ФМ, 1963
37. Гольдманский В.И. Эффект Мессбауэра и его применение в химии. АН СССР, М., 1964
38. Горелик Г.С. Колебания и волны. М., 1950
39. Грановский В.Л. Электрический ток в газах. Т. I, М., Гостехиздат, 1952, т. II, М., Наука, 1971
40. Гринман И.Г., Бахтаев Ш.А. Газоразрядные микрометры. Алма-Ата, 1967
41. Губкин А.Н. Физика диэлектриков. М., 1971
42. Гулиа Н.В. Возрожденная энергия. Наука и жизнь, №7, 1975
43. Де Бур Ф. Динамический характер адсорбции. М., ИЛ, 1962
44. Де Гроот С.Р. Термодинамика необратимых процессов. М., 1956
45. Денисюк Ю.Н. Образы внешнего мира. Природа, №2, 1971
46. Дерибере М. Практическое применение инфракрасных лучей. М.-Л., 1959
47. Дерягин Б.В. Что такое трение? М., 1952
48. Дитчберн Р. Физическая оптика. М., 1965
49. Добрецов Л.Н., Гомоюнова М.В. Эмиссионная электроника. М., 1966
50. Дорофеев А.Л. Вихревые токи. М., Энергия, 1977
51. Дорфман Я.Г. Магнитные свойства и строение вещества. М., Гостехиздат, 1955
52. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. М., 1962
53. Жевандров Н.Д. Поляризация света. М., Наука, 1969
54. Жевандров Н.Д. Анизотропия и оптика. М., Наука, 1974
55. Желудев И.С. Физика кристаллов диэлектриков. М., 1966

56. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных кранах. М.-Л., 1949
57. Зайт В. Диффузия в металлах. М., 1958
58. Зайдель А.Н. Основы спектрального анализа. М., 1965
59. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М., 1963
60. Зильберман Г.Е. Электричество и магнетизм, М., Наука, 1970
61. Знание - сила. №11, 1969
62. Илюкович А.М. Эффект Холла и его применение в измерительной технике. Ж. Измерительная техника, №7, 1960
63. Иос Г. Курс теоретической физики. М., Учпедгиз, 1963
64. Иоффе А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы. М., 1963
65. Каганов М.И., Нацик В.Д. Электроны тормозят дислокацию. Природа, № 5,6, 1976
66. Калашников, С.П. Электричество. М., 1967
67. Канцов Н.А. Коронный разряд и его применение в электрофильтрах. М.-Л., 1947
68. Карякин А.В. Люминесцентная дефектоскопия. М., 1959
69. Квантовая электроника. М., Советская энциклопедия, 1969
70. Кенциг. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики. М., ИЛ, 1960
71. Кобус А., Тушинский Я. Датчики Холла. М., Энергия, 1971
72. Кок У. Лазеры и голография. М., 1971
73. Коновалов Г.Ф., Коновалов О.В. Система автоматического управления с электромагнитными порошковыми муфтами. М., Машиностроение, 1976
74. Корнилов И.И. и др. Никелид титана и другие сплавы с эффектом "памяти". М., Наука, 1977
75. Крагельский И.В. Трение и износ. М., Машиностроение, 1968
76. Краткая химическая энциклопедия, т.5., М., 1967
77. Косин В.З. Сверхпроводимость и сверхтекучесть. М., 1968
78. Крипчик Г.С. Физика магнитных явлений. М., МГУ, 1976
79. Кулик И.О., Янсон И.К. Эффект Джозефсона в сверхпроводящих туннельных структурах. М., Наука, 1970

80. Лавриненко В.В. Пьезоэлектрические трансформаторы. М. Энергия, 1975
81. Лангенберг Д.Н., Скалапино Д.Дж., Тейлор Б.Н. Эффекты Джозефсона. Сборник "Над чем думают физики", ФТТ, М., 1972
82. Ландау Л.Д., Ахизер А.П., Лифшиц Е.М. Курс общей физики. М., Наука, 1965
83. Ландсберг Г.С. Курс общей физики. Оптика. М., Гостехтеоретиздат, 1957
84. Левитов В.И. Корона переменного тока. М., Энергия, 1969
85. Лендзел Б. Лазеры. М., 1964
86. Лодж Л. Эластичные жидкости. М., Наука, 1969
87. Малков М.П. Справочник по физико-техническим основам глубокого охлаждения. М.-Л., 1963
88. Мирдель Г. Электрофизика. М., Мир, 1972
89. Мостков М.А. и др. Расчеты гидравлического удара, М.-Л., 1952
90. Мяников Л.Л. Неслышимый звук. Л., Судостроение, 1967
91. Наука и жизнь, №10, 1963; №3, 1971
92. Неорганические люминофоры. Л., Химия, 1975
93. Олофинский Н.Ф. Электрические методы обогащения. М., Недра, 1970
94. Оно С, Кондо. Молекулярная теория поверхностного натяжения в жидкостях. М., 1963
95. Островский Ю.И. Голография. М., Наука, 1971
96. Павлов В.А. Гироскопический эффект. Его проявления и использование. Л., Судостроение, 1972
97. Пеннинг Ф.М. Электрические разряды в газах. М., ИЛ, 1960
98. Пирсол И. Кавитация. М., Мир, 1975
99. Приборы и техника эксперимента. №5, 1973
100. Пчелин В.А. В мире двух измерений. Химия и жизнь, № 6, 1976
101. Рабкин Л.И. Высокочастотные ферромагнетики. М., 1960
102. Ратнер С.И., Данилов Ю.С. Изменение пределов пропорциональности и текучести при повторном нагружении. Ж. Заводская лаборатория, №4, 1950
103. Ребиндер П.А. Поверхностно-активные вещества. М., 1961
104. Родзинский Л. Кавитация против кавитации. Знание - сила, №6, 1977

105. Рой Н.А. Возникновение и протекание ультразвуковой кавитации. Акустический журнал, т.3, вып. I, 1957
106. Ройтенберг Я.Н., Гироскопы. М., Наука, 1975
107. Розенберг Л.Л. Ультразвуковое резание. М., АН СССР, 1962
108. Самервилл Дж. М. Электрическая дуга. М.-Л., Госэнергоиздат, 1962
109. Сборник "Физическое металловедение". Вып. 2, М., Мир, 1968
110. Сборник "Сильные электрические поля в технологических процессах". М., Энергия, 1969
111. Сборник "Ультрафиолетовое излучение". М., 1958
112. Сборник "Экзоэлектронная эмиссия". М., ИЛ, 1962
113. Сборник статей "Люминесцентный анализ", М., 1961
114. Силин А.А. Трение и его роль в развитии техники. М., Наука, 1976
115. Сливков И.Н. Электроизоляция и разряд в вакууме. М., Атомиздат, 1972
116. Смоленский Г.А., Крайник Н.Н. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики. М., Наука, 1968
117. Соколов В.А., Горбань А. Н. Люминесценция и адсорбция. М., Наука, 1969
118. Сороко Л. От линзы к запрограммированному оптическому рельефу. Природа, №5, 1971
119. Спицын В.И., Троицкий О.А. Электропластическая деформация металла. Природа, №7, 1977
120. Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний, М., 1968
121. Стророба Й., Шимора Й. Статическое электричество в промышленности. ГЗИ, М.-Л., 1960
122. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. М., Химия, 1976
123. Таблицы физических величин. М., Атомиздат, 1976
124. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М., 1957
125. Тиходеев П.М. Световые измерения в светотехнике. М., 1962
126. Федоров Б.Ф. Оптические квантовые генераторы. М.-Л., 1966
127. Фейман. Характер физических законов. М., Мир, 1968

128. Феймановские лекции по физике. Т.1-10, М., 1967
129. Физический энциклопедический словарь. Т. 1-5, М., Советская энциклопедия, 1962-1966
130. Франсом М. Голография, М., Мир, 1972
131. Френкель Н.З. Гидравлика. М.-Л., 1956
132. Ходж Ф. Теория идеально пластических тел. М., ИЛ, 1956
133. Хорбенко И.Г. В мире неслышимых звуков. М., Машиностроение, 1971
134. Хорбенко И.Г. Звук, ультразвук, инфразвук. М., Знание, 1978
135. Чернышов и др. Лазеры в системах связи. М., 1966
136. Чертоусов М.Д. Гидравлика. Специальный курс. М., 1957
137. Чистяков И.Г. Жидкие кристаллы. М., Наука, 1966
138. Шерклифф У. Поляризованный свет. М., Мир, 1965
139. Шлиомис М.И. Магнитные жидкости. Успехи физических наук. Т.112, вып. 3, 1974
140. Шнейдерович Р.И., Левин О.А. Измерение полей пластических деформаций методом муара. М., Машиностроение, 1972
141. Шубников А.В. Исследования пьезоэлектрических текстур. М.-Л., 1955
142. Шульман З.П. и др. Электрореологический эффект. Минск, Наука и техника, 1972
143. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект. М., Машгиз, 1955
144. Яворский Б.М., Детлаф А. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. М., 1965