

**Қостанай облысы әкімдігі білім басқармасының  
«Қостанай жоғары политехникалық колледжі» КМҚК  
КГКП «Костанайский политехнический высший колледж»  
Управления образования акимата Костанайской области**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ  
МОДУЛЮ**

«ПМ 04 Выполнение вспомогательных и такелажных работ»  
Специальности 0902000 «Электроснабжение» (по отраслям)



Костанай, 2021 г

## Введение

Настоящий учебно-методический комплекс по профессиональному модулю «Выполнение вспомогательных и такелажных работ» предназначен для аудиторной и самостоятельной работы обучающихся с русским языком обучения по специальности 0902000 «Электроснабжение» (по отраслям). Основная цель учебно-методического комплекса – получить навыки и знания, необходимые для выполнения вспомогательных и такелажных работ.

В процессе изучения данного модуля студент должен **знать**:

- правила применения средств индивидуальной защиты;
  - правила осмотра оборудования и выявления дефектов;
  - правила распаковки и расконсервации;
  - основные положения конструкторской, технологической и другой нормативной документации;
  - виды, свойства и области применения основных электротехнических материалов, используемых в производстве, характеристики электротехнических материалов
- технические характеристики электрооборудования;
- общие требования к проведению такелажных работ.
  - правила чтения конструкторской и технологической документации;
  - способы графического представления объектов, пространственных образов, технологического оборудования и схем;
  - законы, методы и приёмы проекционного черчения;
  - требования государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической документации (ЕСТД);
  - правила выполнения чертежей, технических рисунков, эскизов и схем;
  - технику и принципы нанесения размеров;
  - классы точности и их обозначение на чертежах;
  - типы и назначение спецификаций, правила их чтения и составления.
  - фундаментальные физические понятия, физические величины и единицы их измерения;
  - основные методы исследования и анализа, а также основные законы и принципы, управляющие природными явлениями и процессами;
  - химические свойства основных простых, химических соединений; состав и органических веществ;
  - основы физической химии, основы химической кинетики и катализа, электрохимии;
  - основные особенности свойств высокомолекулярных соединений их структуру, физико-механические свойства и области их применения;
  - общую классификацию электротехнических материалов, их свойства, область применения;
  - классификацию углеродистых сталей по назначению и качеству;
  - характеристики сталей, связь между структурой сплава и его механическими, физическими и технологическими свойствами;
  - электрические характеристики твердых диэлектриков, изоляционных масел;
  - электрические характеристики полимерных, поликонденсационных диэлектриков, компаундов, волокнистых и минеральных диэлектриков;
  - свойства и применение различных материалов в электротехнической промышленности;
  - электрические и механические характеристики фарфора и стекла;
  - способы испытаний на растяжение, изгиб, сжатие, ударной вязкости;
  - значения тепловых и физико-химических свойств диэлектриков при их эксплуатации;
  - номенклатуру, способы получения и области применения полупроводниковых, диэлектрических, проводниковых и магнитных материалов;
  - физико-химические свойства изучаемых материалов и способы управления ими;

- варианты подбора материалов для изготовления компонентов РЗА.
  - проводниковый материал, электронная и ионная проводимость, сверхпроводник, крио проводник, температурный коэффициент удельного сопротивления;
  - характеризовать строение молекул проводниковых материалов, энергетическую диаграмму проводников, механизм электропроводности, классификацию проводниковых материалов, материалы высокой проводимости, сплавы высокого сопротивления, сверхпроводники;
  - прогнозировать область применения проводниковых материалов, исходя из их свойств;
  - выбирать необходимые проводниковые материалы и изделия, объяснить причину выбора материала, определять свойства выбранного материала и оценивать их изменение в процессе работы электроустановки, работать в малой группе;
  - анализировать и оценивать собранные данные, работать самостоятельно.
  - явления происходящие в металлах при нагревании и охлаждении, строение металлов и их свойства;
  - электрофизические явления в магнитных материалах и их свойства;
  - физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации;
  - основные свойства современных материалов;
  - физическую сущность явлений в изучаемых материалах и элементах;
  - классификацию современных материалов по составу, свойствам и областям применения;
  - основные характеристики и свойства электроизоляционных, проводниковых, полупроводниковых, магнитных материалов и элементов;
  - технологию получения и применения электротехнических материалов;
  - влияние дестабилизирующих факторов на поведение материалов и элементов;
  - виды монтажных работ;
  - основные сведения об организации безопасной работы на рабочем месте;
  - основные виды монтажного инструмента;
  - способы выполнения простейших монтажных соединений проводов и кабелей;
  - требования к монтажным соединениям;
  - технологию пайки электромонтажных соединений.
  - правила ведения такелажных работ;
  - основные виды такелажного инструмента.
- уметь:**
- подготовить рабочее место к выполнению работ и после завершения работ производить его сдачу принимать материалы, оборудование и запасные части;
  - производить распаковку, очистку оборудования;
  - применять правила комплектации материалов и оборудования для выполнения электромонтажных работ;
  - выполнять проекции геометрических тел и их аксонометрию, необходимые разрезы и сечения, изображение и обозначение резьбы, эскизы и чертежи деталей, чертежи разъёмных и неразъёмных соединений, чертежи передач;
  - применять общие требования к проведению такелажных работ, с применением грузоподъемных механизмов;
  - оценивать поведение материала и причины отказов устройств электроники при воздействии на них различных эксплуатационных факторов;
  - правильно организовать рабочее место;
  - выполнять основные приемы работы монтажными инструментами;
  - организовать работу монтажными инструментами в соответствии с требованиями техники безопасности;

–выполнять такелажные работы в соответствии с правилами выполнения такелажных работ по перемещению, разборке и установке особо сложных и ответственных узлов деталей и элементов оборудования энергетических транспортных установок и вспомогательного оборудования;

–выполнять проверку грузоподъемных машин, механизмов, грузозахватных приспособлений на соответствие требований;

–выполнять основные приемы работы такелажными инструментами.

Учебно-методический комплекс включает в себя теоретический материал, практические работы, что способствует формированию коммуникативной компетенции студентов в учебном процессе.

Кроме теоретического материала в учебно-методический комплекс, включены тестовые и контрольные задания.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Теоретическая часть

<b>Раздел 1. Основные правила и положения по проведению вспомогательных работ</b>	8
1.1 Инструкция по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах, применение СИЗ	8
Тема 1.2 Предварительная подготовка площадки для проведения погрузочно-разгрузочных работ	11
Тема 1.3 Требования безопасности перед началом работ. Требования безопасности во время работы. Требования безопасности по окончании работ	14
Тема 1.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях	16
Тема 1.5 Подготовка рабочего места к выполнению вспомогательных работ	17
Тема 1.6 Распаковка оборудования	19
Тема 1.7 Расконсервация оборудования.	20
Тема 1.8 Очистка и протирка оборудования от смазки.	22
Тема 1.9 Технический осмотр и выявление дефектов.	23
<b>Раздел 2. Основные положения конструкторской и технологической документации.</b>	25
Тема 2.1 Основные положения конструкторской, технологической и другой документации.	25
<b>Раздел 3. Строение и свойства металлов и сплавов.</b>	27
Тема 3.1 Понятие о металловедении. Структура металлов.	27
Тема 3.2 Сплавы железа.	30
Тема 3.3 Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов и их свойства.	32
Тема 3.4 Чугун, его свойства.	34
Тема 3.5 Легированные стали, их назначение и применение.	38
<b>Раздел 4. Основные характеристики электротехнических материалов.</b>	41
Тема 4.1 Механические характеристики.	41
Тема 4.2 Электрические характеристики.	45
Тема 4.3 Электропроводность и факторы, влияющие на проводимость.	47
<b>Раздел 5. Проводниковые материалы.</b>	51
Тема 5.1 Проводниковые материалы высокой проводимости.	51
Тема 5.2 Физические, механические и электрические свойства меди	54
Тема 5.3 Техническое использование меди в электротехнических изделиях	56
Тема 5.4 Физические, механические и электрические свойства алюминия.	57
Тема 5.5 Техническое использование алюминия в электротехнических изделиях.	60
Тема 5.6 Электрические свойства серебра и его применение.	63
Тема 5.7 Проводниковые материалы с большим удельным сопротивлением.	65
Тема 5.8 Контактные материалы.	68
<b>Раздел 6. Проводниковые изделия.</b>	70
Тема 6.1 Обмоточные и установочные провода.	70
Тема 6.2 Монтажные провода и кабели.	76
Тема 6.3 Конструктивное исполнение силовых кабелей и функциональное назначение элементов	78
Тема 6.4 Контрольные кабели: конструктивное исполнение, применение, маркировка.	81
Тема 6.5 Специальные кабели, их классификация и маркировка.	84
Тема 6.6 Общие понятия о технологическом процессе изготовления проводов и кабелей.	87
<b>Раздел 7. Магнитные материалы.</b>	90
Тема 7.1 Магнитомягкие материалы	90
Тема 7.2 Магнитотвердые материалы.	93
<b>Раздел 8. Диэлектрические материалы.</b>	98
Тема 8.1 Физико-химическая сущность проводимости и пробоя газообразных диэлектриков.	98
Тема 8.2 Физико-химическая сущность проводимости и пробоя жидких диэлектриков.	101
Тема 8.3 Техническое использование масел в электротехнических изделиях.	104
Тема 8.4 Твердые органические диэлектрики.	106
Тема 8.5 Волокнистые электроизоляционные материалы.	109

Тема 8.6 Техническое использование пластмасс в электротехнических изделиях.	112
Тема 8.7 Изоляционные материалы на основе слюды. Техническое использование слюды в электротехнических изделиях.	114
Тема 8.8 Электроизоляционные стекло и керамика.	115
Тема 8.9 Электроизоляционные резины.	118
Тема 8.10 Компаунды, лаки и эмали.	121
Тема 8.11 Электроизоляционные бумаги и картоны.	124
<b>Практические работы</b>	126
Практическая работа №1	126
Проекция геометрических фигур и геометрических тел.	
Практическая работа №2	131
Сечение геометрических тел плоскостями и построение развертки их поверхности.	
Практическая работа №3	133
Резьбовые соединения.	
Практическая работа №4	136
Чертежи разъемных и неразъемных соединений.	
Практическая работа №5	139
Чертежи сборочных единиц	
<b>Производственное обучение</b>	143
<b>Раздел 9. Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.</b>	143
Тема 9.1 Вводный инструктаж по технике безопасности. Организация рабочего места.	143
Тема 9.2 Технический осмотр электрического и электромеханического оборудования.	144
Тема 9.3 Кабели и провода. Монтаж кабельных линий и проводов.	146
Тема 9.4 Монтаж осветительной аппаратуры.	155
Тема 9.5 Монтаж силового электрооборудования.	158
Тема 9.6 Монтаж заземляющих устройств	162
Тема 9.7 Контроль за исправностью и безопасным состоянием электрооборудования.	169
Тема 9.8 Обслуживание и ремонт осветительных электроустановок.	172
Тема 9.9 Обслуживание, ремонт и замена двигателей.	174
Тема 9.10. Ремонт и обслуживание трансформаторов.	178
Тема 9.11 Ремонт и обслуживание простой пускорегулирующей и контактной аппаратуры.	182
Тема 9.12 Схемы управления работой электрооборудования: условные обозначения, составление принципиальных, монтажных, структурных схем; сборка схем, их наладка, испытания.	186
<b>Раздел 10. Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.</b>	191
Тема 10.1 Требования охраны труда и техники безопасности на предприятии, промышленная безопасность.	191
Тема 10.2 Классификация инструктажей по технике безопасности.	193
Тема 10.3 Классификация инструктажей по противопожарной безопасности.	196
Тема 10.4 Основные требования по производственной санитарии.	198
Тема 10.5 Классификация помещений по условиям окружающей среды, степени опасности поражения людей электрическим током, степени пожаро - и взрывоопасности	200
Тема 10.6 Требования к проведению такелажных работ	203
Тема 10.7 Оборудование и приспособления для ведения такелажных работ	206
Тема 10.8 Общие сведения о грузоподъемных кранах и устройствах.	211
Тема 10.9 Крюковые подвески кранов. Грузоподъемные устройства.	214
Тема 10.10 Общие сведения об устройствах и механизмов для стропальных и такелажных работ	216
Тема 10.11 Порядок технического обслуживания домкратов и правила работы с ними. Способы зачалки стропов за крюк.	217
Тема 10.12 Изучение принципа работы с таями и электротаями.	222
Тема 10.13 Подготовка к выполнению стропальных и такелажных работ.	226
Тема 10.14 Методы проверки исправности такелажных средств.	228

Тема 10.15 Характеристика и классификация перемещаемых грузов.	230
Тема 10.16 Установка кранов и опасные зоны, возникающие при его работе.	231
Тема 10.17 Требования к площадкам для складирования груза, подкладкам и прокладкам.	234
Тема 10.18 Способы обвязки, зацепки и схемы строповки грузов.	235
Тема 10.19 Маркировка грузов и манипуляционные знаки.	242
Тема 10.20 Транспортирование грузов.	246
Тема 10.21 Кантование грузов. Складирование грузов.	247
Тема 10.22 Работа кранов вблизи линии электропередачи.	251
Тема 10.23 Такелажные узлы и петли. Правила выполнения такелажных работ.	254
Тема 10.24 Технологические схемы транспортировки, кантовки и установки такелажных средств на стапель.	258
Тема 10.25 Меры безопасности при проведении такелажных и стропальных работ.	262
Тема 10.26 Ознакомление с организационной структурой предприятия.	264
Тема 10.27 Функции и задачи структурного подразделения.	270
Тема 10.28 Ознакомление с основными формами делового взаимодействия в структурном подразделении.	273
Тема 10.29 Ознакомление с должностными обязанностями электромонтажника по распределительным устройствам.	275
Тема 10.30 Методы организации производства каждого участка и предприятия в целом	281
<b>Диагностико-контролирующий блок</b>	286
Контрольный лист	286
Контрольно – измерительные материалы	289
Тестовые задания	289
Тематика рефератов и докладов	297
Вопросы для итогового контроля	298
<b>Заключение</b>	300
<b>Литература</b>	301

**Раздел 1. Основные правила и положения по проведению вспомогательных работ.**  
**Тема 1.1 Инструкция по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах, применение СИЗ.**

**1. Общие требования охраны труда**

1.1 К выполнению погрузочно-разгрузочных работ и складированию грузов допускаются работники не имеющие противопоказаний по выполняемым работам по возрасту и полу, прошедшие медицинское освидетельствование, вводный инструктаж, первичный инструктаж, обучение и стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда и соответствующую квалификацию согласно тарифно-квалификационного справочника.

1.2 Погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться, как правило, механизированным способом при помощи подъемно-транспортного оборудования.

1.3 Погрузочно-разгрузочные работы должны осуществляться под руководством инженерно-технического работника, ответственного за безопасное проведение работ, который определяет безопасные способы погрузки, разгрузки и транспортирования грузов и несет ответственность за соблюдение правил безопасности при выполнении работ.

1.4 При использовании в работе грузоподъемных механизмов назначается приказом лицо, ответственное за безопасное производство работ грузоподъемными механизмами.

1.5 Работник обязан:

1.5.1 Выполнять только ту работу, которая определена рабочей инструкцией.

1.5.2 Выполнять правила внутреннего трудового распорядка.

1.5.3 Правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты.

1.5.4 Соблюдать требования охраны труда.

1.5.5 Немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления).

1.5.6 Проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, проверку знаний требований охраны труда.

1.5.7 Проходить обязательные периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования), а также проходить внеочередные медицинские осмотры (обследования) по направлению работодателя в случаях, предусмотренных Трудовым кодексом.

1.5.8 Уметь оказывать первую помощь пострадавшим от электрического тока и при других несчастных случаях.

1.5.9 Уметь применять первичные средства пожаротушения.

1.6 При погрузочно-разгрузочных работах и при складировании грузов возможны воздействия следующих опасных и вредных производственных факторов:

-острые кромки, углы, торчащие штыри;

-движущиеся машины и механизмы;

-повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

-обрушивающиеся складированные грузы;

-получение травм от упавшего груза;

-недостаточная освещенность рабочей зоны;

-физические перегрузки.

1.7 При погрузочно-разгрузочных работах и при складировании грузов работник должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты и Коллективным договором.

1.8 В случаях травмирования или недомогания необходимо прекратить работу, известить об этом руководителя работ и обратиться в медицинское учреждение.

1.9 За невыполнение данной инструкции виновные привлекаются к ответственности согласно законодательства.

## 2. Требования охраны труда перед началом работы.

2.1 Осмотреть, привести в порядок и надеть спецодежду и спецобувь:

- застегнуть или обвязать манжеты рукавов;
- заправить одежду так, чтобы не было развевающихся концов;
- волосы подобрать под головной убор, а головной убор надеть облегающе плотно.

2.2 Работники не должны приступать к выполнению работ при следующих нарушениях требований охраны труда:

- отсутствие необходимых средств механизации;
- значительный уклон площадки или загроможденность зоны работ;
- недостаточная освещенность рабочих мест и подходов к ним;
- наличие помех (выступающих предметов, оголенных проводов и др.) в зоне производства работ.

Обнаруженные нарушения требований охраны труда должны быть устранены собственными силами, а при невозможности сделать это работники обязаны незамедлительно сообщить о них руководителю работ.

2.3 Для своевременной приёмки и разгрузки поступающих грузов и их хранения необходимо подготовить площадки, автотранспорт и средства разгрузки, в зимнее время - предварительно очистить площадку от мусора и снега, скользкие места необходимо посыпать песком.

## 3. Требования охраны труда во время работы.

3.1 Все погрузочно-разгрузочные работы необходимо производить в рукавицах, а при выполнении работ с помощью грузоподъемных механизмов – в рукавицах и касках.

3.2 При выполнении погрузочно-разгрузочных работ при транспортировании грузов вручную необходимо выполнять следующие требования:

- переносить острые, режущие, колющие изделия и инструменты только в чехлах, пеналах;
- ставить стеклянную посуду на устойчивые подставки, порожнюю стеклянную тару следует хранить в ящиках с гнездами;
- не пользоваться битой посудой, имеющей сколы, трещины;
- переносить грузы в жёсткой таре следует только в рукавицах;
- не переносить грузы в неисправной таре, с торчащими гвоздями, окантовкой.

3.3 При производстве погрузочно-разгрузочных работ работникам ЗАПРЕЩАЕТСЯ находиться в зоне возможного смещения, падения или опрокидывания грузов.

3.4 При совместной работе с другими работниками должны точно выполняться распоряжения старшего работника.

3.5 При переноске грузов работники должны выбирать свободный, ровный и наиболее короткий путь; нельзя ходить по уложенным грузам, нагонять и перегонять впереди идущих грузчиков (особенно в узких и тесных местах).

3.6 При работе нескольких работников необходимо каждому из них следить за тем, чтобы не причинить друг другу травм инструментом или обрабатываемыми грузами.

При переноске длинномерных грузов сзади идущий должен соблюдать расстояние не менее 3 м от впереди идущего работника.

3.7 При перемещении катучих грузов (бочек, рулонов и др.) работник должен находиться сзади перемещаемого груза, толкая его от себя.

3.8 Погрузку и разгрузку вручную автомобилей можно производить с рампы или специально оборудованных площадок. Площадка рампы должна находиться на одном уровне с площадкой автомобиля.

3.9 Производство погрузочно-разгрузочных работ вручную допускается при небольшом их объеме с выполнением установленных предельно допустимых норм переноски тяжестей вручную: мужчин - 50 кг; юношей от 16 до 18 лет - 16 кг; женщинам в течение смены - не более 7 кг, периодически (до 2 раз в час), при чередовании с другой работой - не более 10 кг.

Для мужчин допускается переноска грузов массой более 50 кг, но не более 80 кг при условии, что подъем (снятие) груза производится с помощью других работников.

3.10 Для перемещения вручную навалочных и сыпучих грузов следует использовать специальные тележки или тачки. Прилагаемое усилие для их перемещения не должно превышать 15 кг.

3.11 При перемещении груза на тележках или в контейнерах прилагаемое усилие для женщин не должно превышать 10 кг.

3.12 Переносить грузы в носилках допускается в исключительных случаях по горизонтальному пути на расстояние не более 50 м.

3.13 Тяжелые штучные материалы, а также ящики с оборудованием следует перемещать при помощи ломов и других приспособлений с учетом норм переноски грузов на одного работающего.

3.14 Для перехода работников с грузом с платформы транспортного средства к месту разгрузки и обратно должны применяться мостки, трапы, сходни, которые изготавливаются из досок толщиной не менее 50 мм и скреплены планками с интервалом не менее 50 мм.

3.15 Во избежание несчастного случая (придавливание ноги или руки к полу) тяжёлые предметы следует устанавливать на специальные подкладки.

3.16 Транспортные средства, стоящие под погрузкой-разгрузкой, должны быть надёжно заторможены. Под задние колеса автомобиля подкладываются тормозные подкладки в виде клиньев.

3.17 С наступлением темноты при отсутствии достаточного освещения погрузочно-разгрузочные работы необходимо прекратить.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях.

4.1 При возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к авариям и несчастным случаям, необходимо:

4.1.1 Немедленно прекратить работы и известить руководителя работ.

4.1.2 Под руководством руководителя работ оперативно принять меры по устранению причин аварий или ситуаций, которые могут привести к авариям или несчастным случаям.

4.2 При возникновении пожара, задымлении:

4.2.1 Немедленно сообщить по телефону «101» в пожарную охрану, оповестить работающих, поставить в известность руководителя подразделения, сообщить о возгорании на пост охраны.

4.2.2 Открыть запасные выходы из здания, обесточить электропитание, закрыть окна и прикрыть двери.

4.2.3 Приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, если это не сопряжено с риском для жизни.

4.2.4 Организовать встречу пожарной команды.

4.2.5 Покинуть здание и находиться в зоне эвакуации.

4.3 При несчастном случае:

4.3.1 Немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию.

4.3.2 Принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц.

4.3.3 Сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к катастрофе, аварии или возникновению иных чрезвычайных обстоятельств, а в случае невозможности ее сохранения – зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести другие мероприятия).

5. Требования охраны труда по окончании работы.

5.1 По прибытии к основному месту работы, снять спецодежду, вымыть руки с мылом.

5.2 Сообщить лицу, ответственному за производство работ, обо всех недостатках, замеченных во время работы, и принятых мерах по их устранению.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите общие требования охраны труда.

2. Перечислите требования охраны труда перед началом работы.
3. Перечислите требования охраны труда во время работы.
4. Перечислите требования охраны труда в аварийных ситуациях.
5. Перечислите требования охраны труда по окончании работ.

## **Тема 1.2 Предварительная подготовка площадки для проведения погрузочно-разгрузочных работ.**

Погрузочно-разгрузочные работы относятся к числу работ с повышенной опасностью. Соответственно, их выполнение требует проведения предварительных организационных и технических мероприятий.

Так, к их выполнению должны допускаться работающие, прошедшие в случаях и порядке, установленных законодательством, медосмотр, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

Для организации и обеспечения безопасности при проведении погрузочно-разгрузочных работ в организации назначается должностное лицо, ответственное за безопасное проведение погрузочно-разгрузочных работ (далее – уполномоченное должностное лицо), которое в т.ч.:

- выбирает безопасные способы погрузки, разгрузки грузов;
- указывает рабочим места складирования грузов;
- проводит с работающими целевой инструктаж по охране труда при выполнении ими разовых работ по погрузке, разгрузке, не связанных с их прямыми обязанностями, а также перед выполнением погрузочно-разгрузочных работ, на которые оформляется наряд-допуск;
- обеспечивает выполнение предусмотренных нарядом-допуском мероприятий.

Уполномоченное должностное лицо работодателя проходит в установленном законодательством порядке проверку знаний по вопросам охраны труда.

Безопасность проведения погрузочно-разгрузочных работ должна быть обеспечена:

- выбором способа проведения погрузочно-разгрузочных работ, подъемно-транспортного оборудования, средств механизации, приспособлений для грузоподъемных операций;
- подготовкой места проведения погрузочно-разгрузочных работ;
- применением работающими средств индивидуальной защиты, а также при необходимости средств коллективной защиты.

Требования к проведению погрузочно-разгрузочных работ.

Выбор способов проведения погрузочно-разгрузочных работ должен предусматривать предотвращение или снижение до уровня допустимых норм воздействия на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов путем:

- механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ;
- применения подъемно-транспортного оборудования, средств механизации, приспособлений для грузоподъемных операций, отвечающих требованиям безопасности;
- применения знаковой и других видов сигнализации при перемещении грузов подъемно-транспортным оборудованием, средствами механизации;
- правильного размещения и укладки грузов в местах проведения погрузочно-разгрузочных работ и в транспортные средства;
- соблюдения требований к охраняемым зонам электропередачи, узлам инженерных коммуникаций и энергоснабжения.

Поднятие и перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе необходимо производить с помощью погрузочно-разгрузочного оборудования. Кроме того, перемещение грузов в технологическом процессе на расстояние более 25 м должно быть механизированным.

Требования при погрузке, разгрузке грузов.

Погрузка и разгрузка грузов массой от 80 до 500 кг производятся с применением подъемно-транспортного оборудования, средств механизации. Ручная погрузка и разгрузка таких грузов допускаются только на площадках под руководством и в присутствии уполномоченного должностного лица работодателя при условии, что нагрузка на одного работающего не превышает 50 кг.

Погрузка и разгрузка грузов массой более 500 кг производятся только с помощью соответствующего подъемно-транспортного оборудования.

Для обеспечения безопасной погрузки, разгрузки, перемещения грузов с помощью подъемно-транспортного оборудования разрабатываются схемы строповки грузов в зависимости от их вида, массы, формы. Перед подъемом и перемещением груза проверяются устойчивость груза и правильность его строповки.

Перемещение груза, на который не разработаны схемы строповки, должно производиться под непосредственным руководством и в присутствии уполномоченного должностного лица работодателя.

Тяжеловесные, длинномерные и негабаритные грузы при погрузке, разгрузке необходимо перемещать при помощи подъемно-транспортного оборудования, а также под руководством и в присутствии уполномоченного должностного лица работодателя.

При погрузке, разгрузке и размещении груза в таре необходимо соблюдать следующие требования:

- тара загружается не более номинальной массы брутто;
- способы погрузки или разгрузки исключают появление остаточных деформаций тары;
- груз, уложенный в тару, находится ниже уровня ее бортов;
- открывающиеся стенки тары, уложенной в штабель, находятся в закрытом положении;
- перемещение тары волоком и кантованием не допускается.

Производственную, штабелируемую тару следует устанавливать на обозначенных линиями или огражденных площадках.

Работающие не должны находиться на контейнере или внутри контейнера во время его подъема, опускания или перемещения, а также на рядом расположенных контейнерах.

Требования при подъеме и перемещении грузов вручную.

Проведение погрузочно-разгрузочных работ вручную допускается при соблюдении предельно допустимых норм разового подъема тяжестей работающим (мужчиной) не более 50 кг.

При проведении погрузочно-разгрузочных работ несколькими работающими необходимо каждому из них следить за тем, чтобы не причинить друг другу травмы инструментом или грузом. При переноске грузов расстояние между работающими (или группами работающих) должно быть не менее 2 м.

Требования к складированию грузов.

Складирование грузов должно осуществляться в соответствии с требованиями к хранению, установленными ТНПА в области технического нормирования и стандартизации на изделия конкретных видов. Размещение грузов на стеллажах производится с учетом предельно допустимой нагрузки на каждую полку. Каждый стеллаж должен быть надежно закреплен, иметь инвентарный номер и надписи о предельно допустимой нагрузке на каждой полке или на щите, прикрепленном к стеллажу.

Применяемые способы укладки грузов должны обеспечивать:

- устойчивость штабелей, пакетов и грузов, находящихся в них;
- возможность механизированной разборки штабеля и подъема груза навесными захватами подъемно-транспортного оборудования;
- безопасность работающих на штабеле или около него;
- безопасность применения и нормального функционирования средств защиты работающих и пожарной техники;
- циркуляцию воздушных потоков при естественной и искусственной вентиляции закрытых складов;
- соблюдение требований к охраняемым зонам линий электропередачи, узлам инженерных коммуникаций и энергоснабжения.

Требования к применению подъемно-транспортного оборудования, средств механизации, приспособлений для грузоподъемных операций, инструмента

Применяемые при проведении погрузочно-разгрузочных работ подъемно-транспортное оборудование, средства механизации, приспособления для грузоподъемных операций, инструмент должны быть безопасными при эксплуатации, соответственно, не допускается применять

неисправные, не соответствующие по грузоподъемности и характеру груза. Части подъемно-транспортного оборудования, средств механизации, представляющие опасность, окрашиваются в сигнальные цвета, обозначаются соответствующими знаками безопасности. При перемещении груза с помощью подъемно-транспортного оборудования, средств механизации масса груза вместе с приспособлениями для грузоподъемных операций не должна превышать грузоподъемность подъемно-транспортного оборудования.

В случае отсутствия данных по массе и центру тяжести поднимаемого груза подъем груза производится только при непосредственном руководстве уполномоченного должностного лица работодателя.

Тара, поддоны и другие средства пакетирования грузов должны соответствовать следующим требованиям:

- тара должна быть чистой, исправной, без торчащих гвоздей, окантовочной проволоки или металлической ленты, не иметь бахромы, заусенцев, других дефектов. Выступающие концы гвоздей должны быть загнуты и утоплены в древесину, концы скоб должны быть подогнуты и плотно прижаты к древесине. Запорные и фиксирующие устройства не должны допускать самопроизвольного раскрытия при погрузочно-разгрузочных работах;

- устанавливаемая в штабель тара должна иметь единые конструкцию и размеры фиксирующих устройств;

- мешки должны быть целыми, чистыми, без пропуска стежков. Нити швов должны быть закреплены и не иметь свободных концов;

- поддоны ящичные и стоечные должны иметь фиксаторы для устойчивого многоярусного штабелирования и выдерживать нагрузку не менее 4-кратной их грузоподъемности.

На производственной таре, за исключением специальной технологической, указывается ее номер, назначение, собственная масса, максимальная масса груза, для транспортировки и перемещения которого она предназначена.

Требования к местам проведения погрузочно-разгрузочных работ.

Требования безопасности при проведении погрузочно-разгрузочных работ предъявляются не только к их организации и технологии, но и к местам их выполнения.

Так, погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться на специально отведенных площадках с твердым основанием, обеспечивающим устойчивость подъемно-транспортного оборудования, складироваемых материалов и транспортных средств.

Площадки должны иметь уклон не более 5 градусов, при применении автопогрузчиков и электропогрузчиков – не более 3 градусов. На площадке для укладки грузов обозначаются границы штабелей, проходов и проездов между ними. При этом ширина проездов должна обеспечивать безопасность движения транспортных средств и подъемно-транспортного оборудования. Для промежуточного складирования грузов площадки должны находиться на расстоянии не менее 2,5 м от железнодорожных путей и автодорог. При промежуточном складировании грузов должны применяться конструкции и средства, обеспечивающие устойчивость и надежность крепления уложенных грузов.

Места проведения погрузочно-разгрузочных работ оснащаются необходимыми средствами коллективной защиты и знаками безопасности.

В местах постоянной погрузки и разгрузки транспортных средств погрузочно-разгрузочные работы выполняются с погрузочно-разгрузочных рамп, платформ, эстакад и других стационарных сооружений, высота которых равна высоте пола транспортного средства. При этом при разности высот пола транспортных средств необходимо применять мостики, сходни, трапы, имеющие упоры для исключения их смещения.

Металлические мостики изготавливаются из рифленого листового металла толщиной не менее 5 мм.

Стационарные сооружения для погрузки, разгрузки автомобильного транспорта оборудуются колесоотбойными предохранительными устройствами, препятствующими съезду и опрокидыванию безрельсового напольного транспорта.

Проход, подъем работающих на рабочие места осуществляются по тротуарам, лестницам, мостикам, трапам, установленным маршрутам служебного прохода. Не допускается размещать

грузы в проходах и проездах. Площадки и подходы к ним очищаются от мусора и посторонних предметов.

В зимнее время необходимо следить за тем, чтобы площадки, на которых выполняются погрузочно-разгрузочные работы, а также трапы, сходни, мостки и т.п. содержались в состоянии, исключающем возможность скольжения работающих и других лиц, были очищены от снега, льда, посыпаны песком, шлаком или другими противоскользящими материалами.

Особое внимание необходимо обратить на то, что не допускается проводить погрузочно-разгрузочные работы на пути движения транспортных средств, а также в местах переходов и переездов. При постановке транспортного средства под погрузку, разгрузку должны быть приняты меры по предотвращению самопроизвольного его движения. При проведении погрузки, разгрузки вблизи здания расстояние между зданием и транспортным средством должно быть не менее 0,8 м.

При проведении погрузочно-разгрузочных работ опасные зоны должны быть ограждены соответствующими средствами коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов и обеспечены соответствующими знаками безопасности. Работы в охранной зоне действующей воздушной линии электропередачи выполняются при наличии письменного разрешения владельца линии электропередачи и наряда-допуска, определяющего безопасные условия работ, под руководством и в присутствии уполномоченного должностного лица работодателя.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите требования к проведению погрузочно-разгрузочных работ
2. Перечислите требования при погрузке, разгрузке грузов.
3. Перечислите требования при подъеме и перемещении грузов вручную.
4. Перечислите требования к складированию грузов.
5. Перечислите требования к местам проведения погрузочно-разгрузочных работ.

### **Тема 1.3 Требования безопасности перед началом вспомогательных работ. Требования безопасности во время работы. Требования безопасности по окончании работ. Требования безопасности в аварийных ситуациях.**

#### 1. Общие требования

1.1. Работники должны соблюдать требования общей и настоящей Инструкции по охране труда.

1.2. Выполнять только порученную работу, не отвлекаться и не отвлекать других.

1.3. Выполнять работу (по ремонту) в рабочих помещениях, не мешать производственному процессу, а вблизи оборудования и транспортных механизмов - при их отключении.

#### 2. Перед началом работы

2.1. Ознакомиться с заданием на выполнение работ.

2.2. Надеть спецодежду, подготовить и проверить средства индивидуальной защиты (в том числе противогазы и другое снаряжение).

2.3. Проверить наличие рабочего инструмента и его исправность.

2.4. Проверить состояние механизмов, трубопроводов и оборудования, где предстоит выполнять работу.

2.5. Выполнить необходимые перекрытия трубопроводов, отключение оборудования, электроэнергии, выставить знаки безопасности и т.д.

#### 3. Во время работы

3.1.1. Работник перед тем как приступить к работе должен:

убедиться в исправности станка, наличии рабочего инструмента и защитных средств;

убедиться в наличии заземления станков и корпусов электроинструмента;

подготовить свое рабочее место к работе: доступ к станку должен быть свободным со всех сторон;

осмотреть и проверить оградительные устройства.

3.1.2. При рубке металла необходимо пользоваться предохранительными очками и устойчивыми ограждающими щитами.

3.1.3. При распиливании труб ручной ножовкой рабочий не должен держать пальцы у места реза.

3.1.4. При обработке металлической детали необходимо удалять с нее стружку специальной щеткой.

3.1.5. Слесарные ножовки, напильники, отвертки и стамески должны иметь прочные деревянные ручки с металлическими кольцами.

3.1.6. При замене одного вида работы другим ознакомиться с возможными опасностями при выполнении нового задания и соблюдать меры предосторожности.

3.1.7. Запрещается:

применять непроверенный и случайный инструмент;

пользоваться инструментом без рукояток;

пользоваться подкладками при использовании инструмента несоответствующего размера;

пользоваться открытым огнем в местах, где возможно скопление газов и других веществ;

работать в зоне оборудования, находящегося под напряжением;

сдувать или смахивать рукой металлическую стружку при обработке деталей;

выполнять работу с приставной лестницы с применением пневматического инструмента;

работать на станках со снятыми ограждениями и неработающими блокировками;

выполнять работу неисправным инструментом;

тормозить режущие инструменты и движущиеся части станка рукой или каким-либо предметом;

класть в рабочую зону ключи, линейки, инструменты и другие предметы;

настраивать, устранять любые неполадки, исправлять и смазывать станки и механизмы во время их работы;

работать с оголенными проводами электропроводки, незаземленным электрооборудованием и станками;

курить и пользоваться открытым огнем в рабочих помещениях.

4. В аварийных ситуациях

4.1. В случае загорания, пожара следует сообщить администрации и принять меры к ликвидации первичными средствами пожаротушения.

4.2. В случае отравления в колодце необходимо поднять пострадавшего на поверхность, обеспечить доступ свежего воздуха и оказать первую медицинскую помощь.

4.3. Во всех случаях травматизма необходимо оказать первую помощь пострадавшим и сообщить о травматизме, аварии администрации предприятия (организации).

5. После окончания работы (для всех работников)

5.1. Отключить оборудование от электросети, убрать инструмент и приспособления в отведенные места.

5.2. Убрать рабочее место (промышленные материалы, растворители, ЛВЖ, ГЖ удалить из помещения, сложить в ящики для мусора опилки и другие отходы производства).

5.3. Убрать предупреждающие знаки и надписи о проведении ремонтных работ.

5.4. Перед закрытием помещений (складов, рабочих комнат) убедиться, что отключены электронагревательные приборы, электроэнергия, водоснабжение, закрыты окна, форточки и т.п.

5.5. О всех неполадках, обнаруженных во время работы, сообщить администрации (если имеются специальные журналы, сделать в них соответствующую запись о неполадках, выполненных и незаконченных работах).

5.6. Снять спецодежду и средства индивидуальной защиты и поместить их в отведенное место.

5.7. Вымыть лицо и руки теплой водой с мылом.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите требования безопасности перед началом работы.

2. Перечислите требования безопасности во время работы.

3. Перечислите требования безопасности в аварийных ситуациях.
4. Перечислите требования безопасности после окончания работ.

#### **Тема 1.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях.**

Аварийной ситуацией называют произошедшую аварию, которая стремительно прогрессирует во времени, и состоит из цепочки опасных событий. Чтобы охарактеризовать размер и площадь аварии, применяют термин «аварийная зона».

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

Производство — сфера деятельности, в которой часты случаи аварий. Основными видами аварий здесь являются: разрушения, излом оборудования, металлических конструкций, автоматов, автомобилей, машин, трубопроводов, котлов, обрывы цепей подъемных механизмов; падение лифтов, подъемников, фуникулеров; выход из строя газового оборудования, приведший к утечкам газа, взрывам; выход из строя водонапорных механизмов, разрыв водопроводных труб, утечка воды; взрывы и пожары.

К высокому риску происшествий приводит ряд факторов:

- Большая концентрация на одной территории объектов, признанных опасными.
- Несоблюдение мер безопасности при работе с оборудованием, особенно с опасными веществами, на высоте.
- Ухудшение мер безопасности.
- Падение дисциплины на производстве.
- Прочие отклонения работников от установленных норм работы с механизмами.

Каждый из этих факторов потенциально увеличивает вероятность опасных случаев, вплоть до масштабных. Аварии особо крупных размеров именуются «техногенными катастрофами». Любое предприятие должно непременно иметь план ликвидации аварий. Этот документ очень важен — он позволяет предотвратить, обезопасить от возникновения чрезвычайных ситуаций, уменьшить масштабы урона, а соответственно, и последствия для самого предприятия. План действий персонала при ЧС. Данный план изготавливается и утверждается для каждого предприятия, признанного потенциально опасным, и каждого объекта, на котором могут произойти аварии. Основной задачей документа является планирование действий работников предприятия касательно устранения последствий происшествия. Кроме того, в план входит перечень действий для населения, органов местной власти, спецподразделений. Документ подлежит пересмотру каждые пять лет.

Значение инструктажей по технике безопасности для минимизации последствий аварий Сократить возможный ущерб последствий аварий можно только тогда, когда для работников предприятия проводились занятия по тренировке навыков поведения при чрезвычайных ситуациях, охране труда. Важны и теоретические знания, и практические умения, отработанные навыки. Кроме этого, очень важно научить работников приемам самообладания и быстрого реагирования в стрессовых ситуациях. Результатом практического изучения и инструктирования персонала должно являться умение концентрироваться и вспомнить все рекомендации относительно действий в аварийных случаях.

На территории предприятия обязательно должны висеть яркие плакаты с утвержденным планом эвакуации. Общие требования охраны труда при возникновении аварийных ситуаций, Общие требования охраны труда и безопасности. Работник обязан знать: свои действия в аварийной ситуации и при устранении происшествия; методы оказания первой неотложной помощи; места хранения средств для тушения пожара; места хранения аптечки; порядок эксплуатации СИЗ, огнетушителей и т. д.

На территории предприятия, на видном месте должны быть расположены: контакты ближайших больниц, медицинских учреждений, ведомств МЧС, схемы эвакуации, а также инструкция по оказанию первой помощи пострадавшему. На каждом рабочем месте должна быть аптечка. Каждое помещение должно быть оснащено уголком с первичными приборами тушения пожара. Места таких уголков обязательно обозначаются указателями. При наступлении чрезвычайной ситуации рабочие должны прекратить работу, выключить все механизмы и оборудование, немедленно оповестить руководство. Затем действовать необходимо по указаниям

руководителя. При обнаружении подозрительного предмета нужно без промедления сообщить руководству, дежурному охраннику, и ограничить доступ остальных к такому объекту. При несчастном случае на производстве нужно немедленно освободить пострадавшего от действия аварийного фактора, принять меры первой помощи, оповестить руководство. Требования охраны труда в аварийных ситуациях устанавливают поведение руководства, администрации, работников предприятия в случае ЧС.

Аварийная ситуация при работе с электричеством – порядок действий.

На любом предприятии есть риск возникновения аварийной ситуации, связанной с перепадом напряжения в электросети. К такому случаю может привести короткое замыкание, которое зачастую является причиной возгорания. Кроме этого, стихийное бедствие также может спровоцировать аварию вследствие разрыва электромагистралей. Поэтому работник, обнаруживший возможную причину или угрозу возникновения такой ситуации, обязан незамедлительно обесточить электроприбор, распространить по цеху стоп-сигнал. Если выявлена неисправность в каком-либо из участков магистрали — необходимо немедленно сообщить диспетчеру.

Требования электробезопасности в аварийных ситуациях и освобождение пострадавшего от действия электрического тока.

Результатом аварий, связанных с электричеством, могут стать ранения разной степени, ожоги, поражение электротоком. Касается это не только электромонтеров, но и всех работников, контактирующих с электроустановками. При обнаружении факта поражения сотрудника током в первую очередь нужно изолировать рабочего от воздействия очага тока. При этом обязательно использовать диэлектрики с целью предохранения себя от воздействия токоведущих частей. Затем пострадавшему нужно оказать первую медицинскую помощь, после чего оповестить дежурное медучреждение, вызвав бригаду фельдшеров или при необходимости реанимационную бригаду. После этого доложить руководству предприятия.

Что делать при аварийной ситуации, связанной с возгоранием.

При выявлении пожара на предприятии, заводе следует реагировать незамедлительно. Для тушения пламени необходимо использовать все возможные и доступные предметы: огнетушители, воду, песок. Если ликвидировать огонь в короткий срок невозможно — обязательно нужно вызвать пожарную службу или экстренную МЧС.

Если есть угроза взрыва — необходимо лечь на живот, закрыть руками голову. В любом случае, главная задача при возгорании, как и при любой аварийной ситуации — не допустить паники, и вовремя оказать медицинскую помощь пострадавшим.

Риск возгорания можно существенно сократить, если соблюдать нормы пожарной безопасности, охраны труда и содержать электрооборудование в исправном состоянии.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите требования безопасности в аварийных ситуациях.
2. Какие действия при аварийной ситуации, связанной с возгоранием?
3. Перечислите требования электробезопасности в аварийных ситуациях и способы освобождения пострадавшего от действия электрического тока.

### **Тема 1.5 Подготовка рабочего места к выполнению вспомогательных работ.**

*Рабочее место* - первичное и основное звено производства, рациональная его организация имеет важнейшее значение во всем комплексе вопросов научной организации труда. Именно на рабочем месте происходит соединение элементов производственного процесса - средств труда, предметов труда и самого труда. На рабочем месте достигается главная цель труда - качественное, экономичное и своевременное изготовление продукции или выполнение установленного объема работы.

В зависимости от типа производства, особенностей технологического процесса, характера трудовых функций, форм организации труда и других факторов определяется классификация рабочих мест. Так, по уровню механизации рабочие места делятся на автоматизированные, механизированные и рабочие места, где выполняются ручные работы. Механизированные рабочие

места в свою очередь подразделяются на частично механизированные (работа у станка, механизма и т.д.) и механизированные, а автоматизированные - на полуавтоматизированные и роботизированные.

По признаку разделения труда рабочие места могут быть индивидуальными и коллективными (бригадными), по специализации - универсальными, специализированными и специальными, по количеству обслуживаемого оборудования - одностаночными и многостаночными, по степени подвижности - стационарными и передвижными. Рабочие места могут находиться в помещении, на открытом воздухе, на высоте, под землей. Работа на них может выполняться сидя, стоя или с чередованием той и другой позы.

*Организация рабочего места* - это система мероприятий по его оснащению средствами и предметами труда и размещению их в определенном порядке.

Организация обслуживания рабочего места означает его обеспечение средствами, предметами труда и услугами, необходимыми для осуществления трудового процесса. Основная цель организации рабочего места - достижение высококачественного и экономически эффективного выполнения производственного задания в установленные сроки на основе полного использования оборудования, рабочего времени, применения передовых методов труда с наименьшими физическими усилиями, создания безопасных и благоприятных условий ведения работ.

В зависимости от специфики производства на организацию рабочих мест влияют и другие факторы: соотношение элементов умственной и физической работы, степень ее ответственности. При проектировании рабочих мест должны быть также учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, вибрация, пылевыведение и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест. Необходимыми требованиями являются:

- характеристика рабочего места;
- общие требования к организации рабочего места;
- оснащение рабочего места;
- пространственная организация рабочего места и порядок размещения организационной оснастки, инструментов, материалов;
- описание организации труда на рабочем месте и рекомендуемые передовые приемы и методы труда;
- организация обслуживания рабочего места, способы и средства связи со службами обслуживания и управления;
- условия труда на рабочем месте;
- требования безопасности и охраны труда;
- нормирование труда, применяемые формы и системы оплаты труда;
- документация на рабочем месте;
- экономическая эффективность от внедрения типового проекта.

Оснащение и планировка рабочих мест.

Оснащение и планировка рабочих мест - основа их организации. Элементами оснащения рабочих мест являются основное и вспомогательное оборудование, технологическая и организационная оснастка.

Вспомогательное оборудование состоит из подъемных устройств, различных транспортеров, контрольных приборов, испытательных стендов и других подсобных средств.

Технологическая оснастка включает инструментарий и техническую документацию.

К организационной оснастке относятся:

- устройства для размещения и хранения на рабочих местах технологической оснастки, заготовок, сырья, материалов, готовых изделий, отходов;
- производственная мебель;
- средства сигнализации и связи, местного освещения;
- предметы ухода за оборудованием и рабочим местом (щетки, масленки, крючки, т.п.);
- оградительные и предохранительные устройства;
- детали производственного интерьера.

Расположение средств и предметов труда определяет трудовые движения, их количественные и качественные характеристики, площадь рабочего места. Совершенствование планировки рабочего

места должно быть направлено на устранение лишних и нерациональных трудовых движений, максимальное сокращение перемещения рабочего и материальных элементов трудового процесса, а следовательно, на повышение эффективности труда и снижение утомляемости рабочего.

Методологическая основа научно обоснованной планировки рабочего места - ее соответствие эргономическим требованиям. Это достигается за счет рационального формирования рабочих зон и правильного размещения материальных элементов производства в соответствии с антропометрическими и психофизиологическими данными человека на основе обеспечения рабочему необходимого оперативного пространства, позволяющего свободно осуществлять трудовые функции.

Рациональная планировка рабочего места должна предусматривать четкий порядок и постоянство в размещении инструментов и приспособлений, документации, деталей как в процессе работы, так и при их хранении и обеспечивать удобную рабочую позу, выполнение трудовых процессов с максимальной экономией движений рабочего, а также полную безопасность труда. Важным требованием является правильное использование отведенной для рабочего места производственной площади.

На рабочем месте фиксируются оперативное и вспомогательное рабочие пространства. В оперативном пространстве размещается все необходимое оборудование, во вспомогательном - реже используемые средства и предметы труда. Оперативное пространство может подразделяться на рабочие зоны различной значимости. Рабочая зона - это участок трехмерного пространства, ограниченный пределами досягаемости рук в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Большое значение имеет выбор рабочей позы, вызывающей минимальное утомление работника: "сидя", "стоя" или "сидя - стоя". Выбор осуществляется с учетом физических усилий, необходимых для выполнения работы, ее темпа и характера. Одновременно устанавливается соответствие расстановки оборудования и оснастки нормам требований безопасности и условиям труда.

Важные исходные предпосылки проектирования рациональной планировки рабочего места - его специализация в соответствии с установленной технологией и формами разделения труда; разработанные методы и приемы труда; требования безопасности и охраны труда.

При планировке рабочих мест необходимо соблюдать рациональную ширину транспортных проходов и проездов, а также правильно определять виды подъемно-транспортных средств. Основные продольные и поперечные проезды должны быть сквозными, без тупиков.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Сформулируйте определение «Рабочее место».
2. Перечислите мероприятия по организации рабочего места.
3. Как осуществляется оснащение и планировка рабочих мест?

### **Тема 1.6 Распаковка оборудования.**

1. Распаковывайте оборудование в присутствии ответственных представителей подрядчика (производителя работ) и заказчика. Составьте при распаковке двухсторонний акт в трех экземплярах, первый из которых передайте заказчику, второй - оставьте у производителя работ, а третий - вышлите подрядной организации.

2. Распаковывайте оборудование поэтапно, по мере выполнения монтажных работ.

3. Распаковывайте оборудование в специально приспособленном помещении, расположенном в непосредственной близости от места монтажа. Закройте полы и стены помещения в целях избежания повреждений листами фанеры или щитами из дерева.

Подготовьте перед началом распаковки места для складирования тары.

4. Устанавливайте оборудование при распаковке так, чтобы к нему был удобный доступ со всех сторон.

5. Распаковывайте оборудование согласно манипуляционным знакам на упаковочной таре с особой осторожностью, чтобы не повредить монтаж, не погнуть и не сломать отдельные детали.

6. Не применяйте при распаковке ударные инструменты (кувалды, молотки и др.), вызывающие сотрясение оборудования. Применяйте только рычажные инструменты: лом-гвоздодер, ножницы, клещи и др.

7. Распаковывайте оборудование согласно требованиям, изложенным в соответствующей эксплуатационной документации на данные изделия.

Правила осмотра и проверки комплектности оборудования.

8. Произведите проверку комплектности оборудования, сличая состав полученного оборудования с заказной спецификацией.

Примечание. Проверку производят лица, уполномоченные руководителем предприятия-потребителя.

9. Проверяйте содержимое упаковочной тары при осмотре по комплектовочному листу, вложенному на заводе-изготовителе оборудования.

10. Проверяйте визуально целостность оборудования (отсутствие или наличие поломок, повреждений покрытия, коррозии).

Примечание. Проверка работоспособности оборудования производится после монтажа, в процессе электрической проверки и настройки.

11. Составьте после проверки комплектности и осмотра оборудования, в течение пяти дней после начала проверки, соответствующие акты и представьте их на утверждение руководителю предприятия-заказчика.

12. Оприходуйте оборудование для монтажа или упакуйте его для последующего хранения после составления акта в случае, если оборудование исправно и комплектность соответствует заказной спецификации.

13. Составьте акт в случае выявления недостатков (дефектов) в проверяемом оборудовании и после его утверждения руководителем предприятия-потребителя последний должен вызвать представителя предприятия-поставщика оборудования для составления рекламационного акта.

Примечание. Предприятие-потребитель обязано обеспечить хранение оборудования в условиях, предотвращающих ухудшение его качества.

Распаковка и расконсервация подлежащего монтажу оборудования должны производиться в зоне, указанной в ППР (планово-предупредительный ремонт), на стеллажах или подкладках высотой не менее 100 мм.

Крупногабаритные детали аппаратов, машин и механизмов на междуэтажных перекрытиях необходимо размещать в строгом соответствии с указаниями ППР.

Освобождать грузоподъемные механизмы (тали, домкраты и т.п.), удерживающие монтируемое оборудование, можно лишь после установки прокладок и окончательного крепления оборудования на опорах и фундаментах.

Крепление подъемных приспособлений к строительным конструкциям разрешается в местах, указанных в ППР и согласованных со строительной организацией.

Крепление оборудования и его отдельных элементов временными проволочными подвесками, болтами меньшего, чем требуется, диаметра, а также другими случайными крепежными материалами запрещается.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите правила распаковки оборудования.
2. Назовите правила осмотра и проверки комплектности оборудования.
3. Какие недостатки (дефекты) могут быть в проверяемом оборудовании?

### **Тема 1.7 Расконсервация оборудования.**

Оборудование, поступающее в монтаж, вначале освобождают от упаковки, затем производят его расконсервацию, при необходимости — ревизию, а также — сборку в блоки, готовые к установке в проектное положение. Расконсервация состоит в удалении стопорных устройств, заглушек и консервирующих покрытий; последнюю операцию часто выполняют одновременно с ревизией.

Расконсервация оборудования и аппаратуры систем смазки, гидравлики и пневматики – довольно трудоемкая операция. Почти все консервационные покрытия можно удалить при помощи органических растворителей (бензина, керосина, горячего минерального масла). Применение этих растворителей требует специального помещения с хорошей вытяжной и приточной вентиляцией, оборудованного средствами пожаротушения.

В последнее время большое распространение получили водно-моющие растворы, применение которых для расконсервации оборудования и деталей трубопроводов (за исключением гидроаппаратуры) позволяет значительно повысить производительность труда благодаря сравнительно легкой механизации процесса и повышению скорости удаления консервационного покрытия. Некоторые растворы позволяют производить расконсервацию и удаление коррозии одновременно.

Расконсервацию деталей с применением водных растворов можно проводить методом погружения или струйным методом. При методе погружения раствор перемешивают сжатым воздухом. Для приготовления растворов необходимо брать химически очищенную воду. Тщательно размешав все препараты, доводят температуру раствора до 60 – 70 °С и при такой температуре обрабатывают детали. Время обработки детали в растворе в зависимости от степени загрязнения колеблется от 5 до 10 мин. Вынутую из водно-моющего раствора деталь тщательно промывают струей воды и сушат.

Расконсервация оборудования осуществляется продувкой воздухом. При расконсервации подогретым до 80—90 °С воздухом период удаления ингибитора составляет менее 1 ч.

Процесс расконсервации оборудования, т. е. удаление консистентных консервационных смазок, требует разборки оборудования, что связано с большими затратами средств. При хранении оборудования требуется его переконсервация через каждые 6—12 месяцев, а при низких защитных свойствах смазок за этот период возможны случаи поражения поверхностей оборудования коррозией.

Материалы, применяемые для консервации и расконсервации оборудования, должны отвечать требованиям соответствующих ГОСТ. Материалы, поступающие для консервации, следует подвергать обязательному анализу перед употреблением. Моющие и консервирующие растворы подвергают периодическому анализу не реже двух раз в неделю.

Расконсервация оборудования, т. е. удаление с него защитных покрытий, должна производиться непосредственно перед монтажом данных узлов и механизмов.

При монтаже оборудования приходится производить большой объем трудоемких работ по расконсервации оборудования. Оборудование в основном консервируется нефтебитумными материалами, удаление которых производится с использованием различных растворителей, смывок, моющих средств и паст, действие которых сводится к растворению или размягчению консервирующих покрытий. Для расконсервации применяют химические реактивы, нефтепродукты, насыщенный пар, растворы щелочей, горячая вода.

Расконсервацию оборудования осуществляют в зависимости от примененного метода консервации и вида защитных составов.

Предмонтажная ревизия предусматривает расконсервацию оборудования разборку для расконсервации и осмотра вращающихся и движущихся деталей удаление коррозии, грязи и посторонних частиц с последующей промывкой, протиркой и консервацией обработанных поверхностей проверку состояния (сохранности) изделий.

Наилучшей защитой машинной техники от коррозии являются смазки, которые наряду с хорошими защитными свойствами позволяют ввести в действие соответствующие объекты без их расконсервации и заправки рабочей (антифрикционной) смазкой.. Это имеет особое значение для защиты оборудования различных аварийных служб, военной техники и машин, используемых периодически (или сезонно). Во всех случаях консервации изделий консистентными смазками имеется ряд существенных недостатков и главными из них являются относительно малая стойкость при оптимальной толщине, необходимость трудоемкой расконсервации, большой расход, необходимость специального оборудования для нагрева и т. д.

Для потребителей деталей, законсервированных консистентными смазками, требуется расконсервация, наличие специального помещения, оборудованного горячими ваннами с маслом, вентиляцией и т. п.

Способность силиката натрия образовывать пленки с длительным последствием благоприятствует его использованию для защиты от коррозии оборудования в период простаивания. Образующиеся на металле пленки могут обеспечивать продолжительную защиту после расконсервации.

Перед разделкой прутков и полос на заготовки осуществляется их расконсервация, которая сводится к удалению консервантов и очистке. Если консервация выполнена густыми смазками, то прутки помещают в шкафы с электрическим или воздушным подогревом до 70 °С, а затем протирают ветошью. При консервации тонкими пленками смазки, она протирается ветошью, пропитанной керосином или другими составами. В серийном производстве расконсервацию осуществляют на автоматизированном оборудовании одновременно с разделкой на заготовки.

Расконсервация оборудования, законсервированного жидкими консервационными смазками, также практически не имеет ничего общего с расконсервацией оборудования, законсервированного консистентными смазками. Механизмы расконсервируются без разборки. Расконсервация заключается в обычном приготовлении механизмов к действию, заливе в масляную систему механизма штатного рабочего масла (при этом консервационная смазка с внутренних поверхностей не удаляется) и запуске механизма в действие. Готовность оборудования, законсервированного жидкими консервационными смазками, к вводу в действие очень высока.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Сформулируйте определение «Расконсервация».
2. Перечислите основные способы расконсервации оборудования.

### **Тема 1.8 Очистка и протирка оборудования от смазки.**

После разборки машины сборочные единицы и отдельные детали должны быть очищены и промыты от грязи, стружки, посторонних частиц, нагара, смазки, охлаждающей жидкости с целью выявления дефектов, улучшения санитарных условий ремонта, а также для подготовки деталей к операциям восстановления и окраски.

Способы очистки деталей:

1. Механический. Ржавчину, старую краску, затвердевший смазочный материал и нагар удаляют с деталей ручными или механизированными щетками, шарошками, скребками, шаберами, различными машинками.

2. Абразивный. Очистку ведут с помощью пескоструйной или гидropескоструйной обработки детали.

3. Термический. Старую краску, ржавчину удаляют нагревом поверхности детали пламенем паяльной лампы или газовой горелки. 4. Химический. Остатки смазочного материала, охлаждающей жидкости, старой краски удаляют специальными пастами и смывочными растворами, в состав которых входят каустическая сода, негашеная известь, мел, мазут и др.

Промывку деталей производят водными щелочными растворами и органическими растворителями. Сначала в горячем растворе, затем в чистой горячей воде. После этого деталь тщательно высушивают сжатым воздухом и салфетками. В щелочных растворах не промывают детали с элементами из цветных металлов, пластмасс, резины, тканей. Детали с полированными и шлифованными поверхностями следует промывать отдельно.

Способы промывки деталей:

1. Ручной. Промывку ведут в двух ваннах, заполненных органическим растворителем (керосином, бензином, дизельным топливом, хлорированными углеводородами). Первая ванна предназначена для замачивания и предварительной промывки, вторая — для окончательной промывки. Мойку ведут с использованием щеток, крючков, скребков, обтирочного материала и др.

2. В баках методом погружения. Промывку производят в стационарном или передвижном баке с сеткой, на которую укладывают детали, и трубкой с электроспиралью или змеевиком для подогрева до температуры 80—90 °С моющего раствора.

В качестве последнего используют водные растворы различных комбинаций из мыла, кальцинированной соды, тринатрийфосфата, каустической соды, нитрита натрия с добавлением к ним поверхностно-активных веществ: сульфанолюв, продукта ДС—РАС и эмульгаторов.3. В моечных машинах. Стационарные или передвижные машины различных конструкций имеют одну камеру (только для промывки), две (для промывки и ополаскивания) или три (для промывки, ополаскивания и сушки). Промывку производят нагретыми до 70—90 °С моющими растворами ранее приведенного состава, направляемыми на детали под давлением через, специальные сопла. Детали поштучно или в корзинах подаются на транспортер.

Оборудование для мойки может быть шнекового, тупикового или проходного типов, в том числе с автоматическим циклом обработки. После мойки детали промывают горячей водой и сушат струей горячего (60—70 °С) воздуха, а ответственные детали протирают салфетками.4. Ультразвуковой. Промывку производят в специальной ванне с подогревом моющей жидкости (щелочные растворы или органические растворители). В ванне размещается источник ультразвуковых колебаний, создающий упругие волны высокой частоты, которые ускоряют отрыв загрязнений от поверхности детали. Время очистки деталей, размещаемых в ванне в специальной сетчатой корзине, занимает несколько минут.

Последующее пассивирование деталей проводят их выдержкой в водном растворе 10—15 % нитрита натрия при температуре 60—70 °С. Сушат детали продувкой горячим воздухом или азотом.

При очистке и мойке деталей следует соблюдать следующие меры безопасности:

1) в помещении, где производится промывка, должна быть установлена приточно-вытяжная вентиляция с возможностью принудительной продувки в случае аварии или разлива токсичных веществ;

2) учитывая токсичность моющих средств, необходимо использование средств индивидуальной защиты таких как: защитных паст для рук, использование очков, резиновых перчаток, фартуков и специальной обуви, стойкой к агрессивной среде;

3) при использовании горючих моющих средств не допускается применение электроинструмента и открытого пламени.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите способы очистки деталей и подготовки к операциям восстановления и окраски.
2. Перечислите способы промывки деталей.
3. Перечислите требования по технике безопасности при проведении работ при очистке и мойке деталей.

### **Тема 1.9 Технический осмотр и выявление дефектов.**

В процессе проектирования, строительства, монтажа и ввода в эксплуатацию могут быть внесены изменения в технологический процесс, параметры отдельных единиц технологического и электротехнического оборудования. Нередко оборудование поставляется с отклонениями от проекта или в процессе монтажа допускаются ошибки. При транспортировке и хранении в электрооборудовании также могут возникнуть дефекты (ослабление креплений и нарушение регулировки, изменение механических характеристик, образование коррозии, нарушение проводимости контактов и снижение характеристик изоляции). Поэтому перед наладочным персоналом встает задача — увязать проектные решения с фактическим состоянием оборудования объекта и проверить возможность включения каждой единицы и всего комплекса оборудования в работу.

Начиная работу на объекте, наладчик па основе проектного решения обязан:

• провести тщательный контроль состояния и анализ соответствия проекту каждой единицы механического (имеющего электропривод) и электротехнического оборудования;

- проанализировать взаимное соответствие электрооборудования (пусковой аппаратуры — электродвигателю, защитной аппаратуры — нагрузке линии, номинальных данных катушек пускателей, контакторов и электроприводов — номиналам питающей сети и цепей управления, количества размыкающих и замыкающих контактов — схеме управления), особенно в случае отклонения установленного оборудования от проектного.

Таким образом, наладчик начинает работу с электрооборудованием с внешнего осмотра установки и всех ее элементов, внутреннего осмотра и проверки механической части аппаратуры, паспортизации установки (записи паспортных данных и назначения каждой единицы оборудования по элементной схеме).

Цель осмотра и паспортизации — выявление возможных дефектов оборудования как по техническому состоянию и пригодности к эксплуатации, так и по соответствию его технических характеристик проекту и другому оборудованию.

Чаще всего при наладочных работах встречаются такие общие дефекты оборудования:

- корпуса — повреждения их в процессе транспортировки, хранения и монтажа, неплотности в стыках, дефекты уплотнений, сварных и болтовых соединений и т. п.;

- обмотки - отклонение номинальных данных от проекта, механические повреждения, увлажнение изоляции, нарушение междувитковой изоляции, соединений в обмотках, токопроводах и выводах, несоответствие маркировки и группы соединения требованиям ГОСТа, заводским паспортам и другим сопроводительным документам, превышение допустимых отклонений сопротивления обмоток постоянному току и т. д.;

- устройства переключения обмоток силовых трансформаторов — механические повреждения приводов, отсутствие фиксации привода в соответствующем положении, неправильное соединение отпаяк, отсутствие контакта в переключателе;

- магнитопроводы — коррозия и механические повреждения, приводящие к замыканию отдельных листов стали между собой, засорение вентиляционных каналов (статоров и роторов машин), нарушение зазоров или неплотное прилегание отдельных частей друг к другу (контакты, пускатели, реле, электромагниты), нарушение изоляции стяжных болтов и их слабая затяжка (у трансформаторов);

- коммутационные аппараты — неудовлетворительная регулировка тяг, привода и контактной системы, размыкающих и замыкающих контактов, отсутствие или неудовлетворительное состояние искрогасительных камер;

- силовые кабели — видимые дефекты концевых заделок, повреждение изоляции и оболочек, обрывы жил, дефекты соединительных муфт;

- фарфоровая изоляция — повреждение наружной поверхности (сколы, трещины, повреждения сваркой), внутренние дефекты, течи масла из-под уплотнений (вводы трансформаторов, конденсаторов);

- заземляющие устройства — дефекты соединения заземляющих проводников с корпусами оборудования, несоответствие сопротивлению заземляющего устройства требованиям ПУЭ, ПТЭ, инструкций и др.

Обнаружение дефектов и организация их своевременного устранения — одна из основных задач наладки на данном этапе.

Другой задачей является установление соответствия оборудования техническим условиям (ГОСТу, ПУЭ, ПТЭ), проекту и технологическим требованиям, оценка пригодности электрооборудования к эксплуатации и наладке его устройств управления, релейной защиты и автоматики. Общие дефекты оборудования и требования к нему определяют и общую методику их выявления, которая строится на такой последовательности групп проверок, измерений и испытаний:

- измерения и испытания, определяющие состояние изоляции токоведущих частей электрооборудования;

- проверка состояния механической части и магнитной системы; измерения и испытания, определяющие состояние токоведущих частей и качество контактных соединений электрооборудования; проверка схем электрических соединений;

• проверка, настройка и испытание устройств релейной защиты, управления, сигнализации, автоматики и других вторичных устройств;

• окончательная оценка пригодности к эксплуатации электрооборудования (опробование работы электрооборудования — индивидуальное и комплексное).

Во всех группах проверок применяют общие для различных видов оборудования методы и способы измерений и испытаний. Задачи быстрейшего ввода объектов в эксплуатацию требуют выполнения максимального количества проверок и испытаний в процессе монтажа электрооборудования до его полного окончания, что учитывается при организации наладочных работ. К таким работам относятся: ревизия электрооборудования, различные измерения, определяющие состояние изоляции обмоток и других токоведущих частей электрических машин и аппаратов; измерение сопротивления постоянному току обмоток, контактов и других частей и т. д.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что включает в себя внешний осмотр электрооборудования?

2. Назовите какие чаще всего встречаются общие дефекты при осмотре оборудования?

3. Какие методики выявления дефектов электрооборудования?

## **Раздел 2. Основные положения конструкторской и технологической документации. тока**

### **Тема 2.1 Основные положения конструкторской, технологической и другой документации.**

#### **Единая система конструкторской документации**

ЕСКД — это комплекс государственных стандартов, устанавливающих единые, взаимосвязанные правила и положения по составлению, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой промышленными, научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями и предприятиями стран СНГ. В стандартах ЕСКД учтены правила и положения действовавших ранее стандартов на чертежи и систему чертежного хозяйства, положительный опыт применения отраслевых систем конструкторской документации и обеспечена согласованность правил оформления графических документов (чертежей и схем) с рекомендациями международных организаций (ИСО, МЭК).

ЕСКД сыграла большую положительную роль в создании единства информационного языка, упрощении оформления конструкторской документации, улучшении ее качества, повышении производительности труда конструкторов, явилась основой информационного обеспечения автоматизированных систем (САПР, АСУ, АСТПП, ГПС и др.). Требования стандартов ЕСКД соответствуют основным требованиям национальной и международной практики выполнения графических, текстовых, схемных, других конструкторских документов и применения в них символов, условных графических и буквенно-цифровых обозначений, предусмотренных в нормативно-технических документах ИСО, МЭК. ЕСКД стала универсальной системой, позволяющей осуществлять широкий обмен технической документацией с зарубежными странами, выходить на международный рынок с продажей товаров, лицензий, организовывать совместные с зарубежными фирмами предприятия по изготовлению конечного продукта.

ЕСТД. Технологическая документация является важнейшим фактором, обеспечивающим ускорение научно-технического прогресса, рост эффективности общественного производства и повышение качества выпускаемой продукции. Она решает две главные задачи: информационную и организационную. На основе технологической документации создается многочисленная информация, используемая для проведения технико-экономических и планово-нормативных расчетов, планирования и регулирования производства, правильной его организации, подготовки, управления и обслуживания.

Технологическая документация организует взаимоотношения между основным и вспомогательным производством. Особая роль отводится технологической документации в условиях автоматизированных систем управления. Основное назначение комплекса государственных стандартов, составляющих ЕСТД, — установить во всех организациях и на всех

предприятиях единые взаимосвязанные правила, нормы и положения выполнения, оформления, комплектации и обращения, унификации и стандартизации технологической документации.

Единая система технологической документации предусматривает: широкое внедрение типовых технологических процессов, основанных на технологическом классификаторе деталей машиностроения и приборостроения; сокращение объема разрабатываемой технологической документации, повышение производительности труда технологов; упорядочение номенклатуры и содержания форм документации общего назначения (карты технологического процесса, специализации); установление правил оформления технологических процессов (формы документации) для производства заготовок и деталей методами горячей, холодной, механической, термической и термохимической обработки, с помощью сварочных, сборочно-сварочных, слесарно-сборочных и других работ, разработку систем нормативов основного производства, учета и анализа применяемости технологической оснастки, деталей, узлов и материалов, подготовки первичной производственной, технической документации, внесения и оформления изменений.

ЕСТПП — это установленная государственными стандартами система организации и управления процессом технологической подготовки производства, предусматривающая широкое применение прогрессивных типовых технологических процессов стандартной технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов, инженерно-технических и управленческих работ. Управление технологической подготовкой производства — совокупность действий по обеспечению функционирования ТПП.

Основная цель ЕСТПП состоит в создании необходимых условий для полной готовности любого типа производства (единичного, серийного, массового) к выпуску изделий высшей категории качества в минимальные сроки при наименьших трудовых, материальных и финансовых затратах.

Для определения видов технологической оснастки, подлежащих стандартизации, большое значение имеет ее классификация и кодирование по конструктивно-технологическим признакам. Оснастка, сходная по конструкции, имеет одинаковое обозначение и отличается лишь порядковым номером, который позволяет судить о высокой степени применяемости и создает лучшие условия для анализа и отбора конструкций при стандартизации. Благодаря классификации оснастки улучшается организация учета ее применяемости и повышается коэффициент использования существующего на предприятии оснащения. Классификация оснастки в сочетании с классификацией объектов производства позволяет обеспечить типовые технологические процессы стандартными переналаживаемыми приспособлениями и инструментом.

Агрегатирование оборудования позволяет ускорить оснащение типовых и стандартизованных технологических процессов, снизить затраты на ТПП, повысить качество продукции.

ЕСТПП способствует повышению уровня использования типовых технологических процессов с 14 до 60 %; стандартной переналаживаемой оснастки — с 20 до 80; агрегатного переналаживаемого оборудования — с 1 до 10; средств автоматизации производственных процессов и инженерно-технических работ — с 5 до 15.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Какие организационно-технические системы и комплексы стандартов вам известны?
- 2 Какие общетехнические системы и комплексы стандартов вам известны?
- 3 Опишите систему ЕСКД, что дает экономике страны внедрение этой системы стандартов.
- 4 Расскажите о классификаторе ЕСКД.
- 5 Что вам известно о единой системе технологической документации?

## **Раздел 3. Структура и свойства металлов и сплавов.**

### **Тема 3.1 Понятие о металловедении. Структура металлов.**

Теоретическими основами металловедения являются такие науки, как физика, химия, кристаллография, физика твердого тела, физическая химия.

Металловедение - наука, изучающая строение и свойства металлов и их сплавов, устанавливающая связь между их составом, строением и свойствами и разрабатывающая пути воздействия на их свойства.

Данные свойства обусловлены особенностями строения металлов. Согласно теории металлического состояния, металл представляет собой вещество, состоящее из положительных ядер, вокруг которых по орбитали вращаются электроны. На последнем уровне число электронов невелико и они слабо связаны с ядром. Эти электроны имеют возможность перемещаться по всему объему металла, т.е. принадлежать целой совокупности атомов.

В 1873-1876 г Гиббс изложил основные законы фазового равновесия и, в частности, правило фаз, основываясь на законах термодинамики. Для решения практических задач знание фазового равновесия в той или иной системе необходимо, но не достаточно для определения состава и относительного количества фаз. Надо обязательно знать структуру сплавов, то есть атомное строение фаз, составляющих сплав, а также распределение, размер и форму кристаллов каждой фазы.

Определение атомного строения фаз стало возможным после открытия Лауэ (1912 г), показавшего, что атомы в кристалле регулярно заполняют пространство, образуя пространственную дифракционную решетку, и что рентгеновские лучи имеют волновую природу. Дифракция рентгеновских лучей на такой решетке дает возможность исследовать строение кристаллов.

В последнее время для структурного анализа, кроме рентгеновских лучей, используют электроны и нейтроны. Соответствующие методы исследования называются электронографией и нейтронографией. Электронная оптика позволила усовершенствовать микроскопию. В настоящее время на электронных микроскопах полезное максимальное увеличение доведено до  $10^5$  раз.

В пятидесятых годах, когда началось исследование природы свойств металлических материалов, было показано, что большинство наиболее важных свойств, в том числе сопротивление пластической деформации и разрушению в различных условиях нагружения, зависит от особенностей тонкого кристаллического строения. Этот вывод способствовал привлечению физических теорий о строении реальных металлов для объяснения многих непонятных явлений и для конструирования сплавов с заданными механическими свойствами. Благодаря теории дислокаций, удалось получить достоверные сведения об изменениях в металлах при их пластической деформации.

Особенно интенсивно развивается металловедение в последние десятилетия. Это объясняется потребностью в новых материалах для исследования космоса, развития электроники, атомной энергетики. Использование быстро развивающихся нанотехнологий способствует появлению новых энергосберегающих материалов.

Главной задачей материаловедения является создание материалов с заранее рассчитанными свойствами применительно к заданным параметрам и условиям работы. Большое внимание уделяется изучению металлов в экстремальных условиях (низкие и высокие температуры и давление).

В огромном ряду материалов, с незапамятных времен известных человеку и широко используемых им в своей жизни и деятельности, металлы всегда занимали особое место. Причина этого - в особых свойствах металлов, выгодно отличающих их от других материалов и делающих их во многих случаях незаменимыми.

Металлы—один из классов конструкционных материалов, характеризующийся определенным набором свойств. Основные признаки металлов:

- наличие кристаллической решетки в твердом состоянии;
- «металлический блеск» (высокая отражательная способность);
- пластичность;
- высокая теплопроводность;
- высокая электропроводность;
- прочность.

Металлы можно разделить на две большие группы: черные и цветные.

Черные металлы имеют темно-серый цвет, большую плотность (кроме щелочноземельных), высокую температуру плавления, относительно высокую твердость и во многих случаях обладают полиморфизмом. Наиболее типичным металлом этой группы является железо.

Цветные металлы чаще всего имеют характерную окраску: красную, желтую, белую. Обладают большой пластичностью, малой твердостью, относительно низкой температурой плавления, для них характерно отсутствие полиморфизма. Наиболее типичным металлом этой группы является медь.

Черные металлы в свою очередь можно подразделить следующим образом:

Железные металлы - железо, кобальт, никель (так называемые ферромагнетики) и близкий к ним по свойствам марганец. Кобальт, никель и марганец часто применяют как добавки к сплавам железа, а также в качестве основы для соответствующих сплавов, похожих по своим свойствам на высоколегированные стали.

Тугоплавкие металлы, температура плавления которых выше чем железа (то есть выше  $1539^{\circ}\text{C}$ ). Применяют как добавки к легированным сталям, а также в качестве основы для соответствующих сплавов.

Урановые металлы - актиниды, имеющие преимущественное применение в сплавах для атомной энергетики.

Редкоземельные металлы (РЗМ) - лантан, церий, неодим, празеодим и другие, объединяемые под названием лантаноидов, и сходные с ними по свойствам иттрий и скандий. Эти металлы обладают весьма близкими химическими, но различными физическими свойствами (температура плавления и другие). Их применяют как присадки к сплавам других элементов.

свойствами

Щелочноземельные металлы в свободном металлическом состоянии не применяются, за исключением особых случаев, например, как теплоноситель в атомных реакторах.

Цветные металлы подразделяются на:

Легкие металлы - бериллий, магний, алюминий, обладающие малой плотностью.

Благородные металлы - серебро, золото, платина, палладий, иридий, родий, осмий, рутений. К ним может быть отнесена и «полублагородная» медь. Обладают высокой устойчивостью против коррозии.

Легкоплавкие металлы - цинк, кадмий, ртуть, олово, свинец, висмут, таллий, сурьма. Галлий и германий (элементы с ослабленными металлическими свойствами).

Основные понятия в теории сплавов

Под сплавом понимают вещество, полученное сплавлением двух или более элементов. Возможны другие способы приготовления сплавов: спекания, электролиз, возгонка. Сплав, приготовленный преимущественно из металлических элементов и обладающий металлическими свойствами, называется металлическим сплавом. Сплавы обладают более разнообразным комплексом свойств, которые изменяются в зависимости от состава и метода обработки.

В металловедении системами являются металлы и металлические сплавы. Чистый металл является простой однокомпонентной системой, сплав - сложной системой, состоящей из двух и более компонентов.

Компоненты - вещества, образующие систему. В качестве компонентов выступают чистые вещества и химические соединения, если они не диссоциируют на составные части в исследуемом интервале температур.

Фаза - однородная часть системы, отделенная от других частей системы поверхностного раздела, при переходе через которую структура и свойства резко меняются.

Вариантность ( $C$ ) (число степеней свободы) - это число внутренних и внешних факторов (температура, давление, концентрация), которые можно изменять без изменения количества фаз в системе. Если вариантность  $C = 1$  (моновариантная система), то возможно изменение одного из факторов в некоторых пределах, без изменения числа фаз. Если вариантность  $C = 0$  (нонвариантная система), то внешние факторы изменять нельзя без изменения числа фаз в системе.

Существует математическая связь между числом компонентов ( $k$ ), числом фаз ( $f$ ) и вариантностью системы ( $C$ ). Это правило фаз или закон Гиббса

$$C = k - f + 2$$

Если принять (для металлов), что все превращения происходят при постоянном давлении, то число переменных уменьшится

$$C = k - f + 1$$

где  $C$  - число степеней свободы;

$k$  - число компонентов;

$f$  - число фаз и «1» учитывает возможность изменения температуры.

Основные фазы в сплавах на основе железа

В системе железо - углерод существуют следующие фазы: жидкая фаза, феррит, аустенит, цементит.

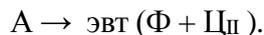
1 Жидкая фаза. В жидком состоянии железо хорошо растворяет углерод в любых пропорциях с образованием однородной жидкой фазы.

2 Феррит ( $\Phi$ )  $Fe_a(C)$  - твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha$ -железо. Феррит имеет переменную предельную растворимость углерода: минимальную - 0,006 % при комнатной температуре (точка Q), максимальную - 0,02 % при температуре 727° С (точка P). Углерод располагается в дефектах решетки.

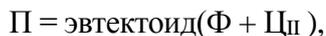
аустенит, обусловленное полиморфным превращением железа. По линии NJ превращение феррита ( $\delta$ ) в аустенит заканчивается. По линии GS превращение - аустенита в феррит, обусловленное полиморфным превращением железа. По линии PG превращение аустенита в феррит заканчивается.

По линии ES начинается выделение цементита вторичного из аустенита, обусловленное снижением растворимости углерода в аустените при понижении температуры. По линии MO при постоянной температуре 768°С имеют место магнитные превращения.

По линии PSK при постоянной температуре 727°С идет эвтектоидное превращение, заключающееся в том, что аустенит, содержащий 0,8 % углерода, превращается в эвтектоидную смесь феррита и цементита вторичного:



По механизму данное превращение похоже на эвтектическое, но протекает в твердом состоянии. Эвтектоид системы железо - цементит называется перлитом



содержит 0,8 % углерода. Название получил за то, что на полированном и протравленном шлифе наблюдается перламутровый блеск.

Перлит может существовать в зернистой и пластинчатой форме, в зависимости от условий образования.

По линии PQ начинается выделение цементита третичного из феррита, обусловленное снижением растворимости углерода в феррите при понижении температуры.

Температуры, при которых происходят фазовые и структурные превращения в сплавах системы железо - цементит, т.е. критические точки, имеют условные обозначения. Обозначаются буквой А (от французского *arret* - остановка):

A1 - линия PSK (727°С) - превращение  $\text{П} \leftrightarrow A$ ;

A2 - линия MO (768°С, т. Кюри) - магнитные превращения;

A3 - линия GOS ( переменная температура, зависящая от содержания углерода в сплаве) - превращение  $\Phi \leftrightarrow A$ ;

A4 - линия NJ (переменная температура, зависящая от содержания углерода в сплаве) – превращение  $\Phi(\delta) \rightarrow A$ .

Все сплавы системы железо - цементит по структурному признаку делят на две большие группы: стали и чугуны.

### Вопросы для самоконтроля

1. Сформулируйте определение «Металловедение».

2. Назовите структуру металлов.
3. Назовите основные признаки металлов и металлических сплавов.

### Тема 3.2 Сплавы железа.

Сплавы железа (чугун и сталь) являются основными конструкционными материалами практически во всех отраслях современного производства. Оксид железа (III) применяется для производства чугуна и стали, приготовления коричневой краски. Ферриты используются при производстве теле- и радиоаппаратуры, компьютеров, средств связи. Хлорид железа (III) применяют для очистки воды, в текстильной промышленности, в органическом синтезе как катализатор.

Железо считается самым популярным материалом. Его используют во всех отраслях промышленности. Людям этот металл знаком с глубокой древности. Когда кузнецы научились получать чистый материал, он превзошёл известные на то время сплавы, вытеснил их из производства. Сплавы железа появились в результате попыток людей изменить характеристики этого металла.

#### Состав и свойства

Строение и свойства железа обуславливают его популярность относительно разных отраслей промышленности. Состав представляет собой основной материал с примесями другим веществ. Количество дополнительных металлов не превышает 0,8%. К основным параметрам относятся:

Температура плавления — 1539 градусов по Цельсию.

Твердость по Бринеллю — 350–450 Мн/кв. м.

Удельная масса — 55,8.

Плотность — 7,409 г/куб см.

Теплопроводность — 74,04 Вт/(м·К) (при комнатной температуре).

Электропроводность —  $9,7 \cdot 10^{-8}$  ом·м.

#### История открытия

Из школьного курса все помнят «железный век». Это период истории, когда человек впервые научился получать этот металл из руды. Железный век приходится на период с 9 по 7 век до нашей эры. Этот металл оказал огромное влияние на развитие людей того времени. По своим характеристикам он вытеснил смеси цветных металлов. Из него изготавливали орудия труда, оружие, доспехи, материалы для строительства и многое другое. Постепенно кузнецы начали смешивать его с другими металлами, чтобы получить новые материалы. Так появлялись новые сплавы.

#### Сферы применения

Этот материал применяется в разных отраслях промышленности:

Смеси и однородный металл применяются в машиностроении. Из них изготавливаются внутренние детали, корпуса, подвижные механизмы.

Судостроение, самолётостроение, ракетостроение.

Строительство — изготовление крепежей, расходных материалов.

Приборостроение — изготовление электроники для дома.

Радиоэлектроника — создание элементов для электроприборов.

Медицина, станкостроение, химическая промышленность.

Изготовление оружия.

Если для чего-то не подходит однородный материал, подойдут соединения на его основе, характеристики которых значительно отличаются.

#### Разновидности сплавов на основе железа

Сплав железа — это соединение, которое состоит из основного металла и дополнительных примесей. Соединения на основе этого материала называются чёрными металлами. К ним относятся:

Сталь — соединение углерода с другими элементами. Углерода в составе сплава может содержаться до 2.14%. Выделяют конструкционные углеродистые, строительные, специальные и легированные стали.

Чугун — смесь, которая пользуется огромной популярностью. Соединения могут содержать до 3,5% углерода. Дополнительно смеси содержат марганец, фосфор, серу.

Перлит — смесь на основе железа. Содержит не более 0.8% углерода.

Феррит — его называют чистым материалом. Связанно это с низким содержанием углерода, сторонних примесей (около 0.04%).

Цементит — химическое соединение железа с углеродом.

Аустенит — соединение с содержанием углерода до 2.14%. Дополнительно имеет сторонние примеси.

Состав и структура сплавов.

Из-за большого количество соединений на основе железа была разработана маркировка, по которой можно отделить стали с высоким содержанием углерода от менее углеродистых, определить наличие основных легирующих элементов в составе материала, их количество. Зависимо от количества дополнительных элементов изменяются свойства соединений.

К ним относятся бор, ванадий, молибден, марганец, титан, углерод, хром, никель, кремний, вольфрам.

Характеристики смесей зависят от их структуры, состава. От этого изменяется прочность, пластичность, температура плавления, плотность, электропроводность и другие параметры. Например, структура чугуна определяет его хрупкость при ударах, больших физических нагрузках.

Свойства и маркировка сплавов

Относительно маркировки, первые цифры, которые идут на маркировке, говорят о процентном содержании углерода в составе. Далее идут заглавные буквы основных легирующих элементов.

Начало маркировки могут начинать дополнительные буквы. Они указывают на назначение сплава.

Пластичность и вязкость будут уменьшаться при повышении количества углерода в составе сплава.

На другие свойства металлов влияют основные легирующие элементы.

Производство и обработка сплавов на основе железа

Чтобы понять, как получают популярные соединения на основе железа, нужно кратко поговорить о технологиях получения чугуна, стали. Получить сталь можно несколькими способами:

Прямая технология. Окатышки железной руды продуваются смесью угарного газа, кислорода аммиака. Процедура проводится в шахтной печи разогретой до 1000 градусов.

Мартеновский метод. Твердый чугун переплавляют с помощью мартеновских печей. Прежде чем закончить процедуру материал насыщается примесями.

Электроплавильный способ. С его помощью получают высококачественный материал. Обработка проводится в закрытых печах при температуре до 2200 градусов.

Кислородно-конверторный метод. Чугун, расположенный в печи, обдувается смесью кислорода с воздухом, что ускоряет процесс отжига.

Производство чугуна:

Подготовка руды. Она дробится до мелкой фракции.

Измельчение коксового угля.

Дробление флюса.

Загрузка в печь.

Для изготовления чугуна используются доменные печи.

Помимо процессов производства смесей, их подвергают дополнительно обработке. Это отжиг, нормализация, закалка и отпуск. Характеристики улучшаются.

Сплавы железа используются в разных отраслях промышленности. Они обладают разными характеристиками, однако не теряют параметров основного металла, входящего в их состав.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные свойства железа.
2. Назовите состав и свойства сплавов.

### Тема 3.3 Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов и их свойства.

Структура сталей.

Углеродистыми сталями называют сплавы железа с углеродом, содержащие 0,02...2,14% углерода, заканчивающие кристаллизацию образованием аустенита. Они обладают высокой пластичностью, особенно в аустенитном состоянии. Структура сталей формируется в результате перекристаллизации аустенита. Микроструктуры сталей представлены на 3.3.1

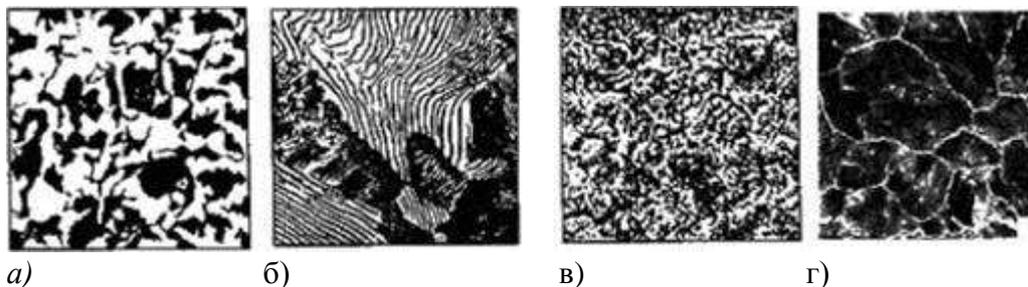


Рисунок 3.3.1 - Микроструктуры сталей

По содержанию углерода и по структуре стали подразделяются на доэвтектоидные ( $0,02\% < C < 0,8\%$ ), структура феррит + перлит (Ф+П) (см. рисунок 6.2 а);

эвтектоидные ( $C = 0,8\%$ ), структура перлит (П), перлит может быть пластинчатый или зернистый (см. рисунок 6.2,б и 6.2,в);

заэвтектоидные ( $0,8\% < C < 2,14\%$ ), структура перлит + цементит вторичный

(П + Ц<sub>II</sub>), цементитная сетка располагается вокруг зерен перлита (см. рисунок 6.2,г).

По микроструктуре сплавов можно приблизительно определить количество углерода в составе сплава, учитывая следующее: количество углерода в перлите составляет 0,8 %, в цементите - 6,67 %. Ввиду малой растворимости углерода в феррите, принимается, что в нем углерода нет.

Сплавы железа с углеродом, содержащие углерода более 2,14 % (до 6,67 %), заканчивающие кристаллизацию образованием эвтектики (ледебурита), называют чугунами.

Стали являются наиболее распространенными материалами. Обладают хорошими технологическими свойствами. Изделия получают в результате обработки давлением и резанием. Достоинством является возможность, получать нужный комплекс свойств, изменяя состав и вид обработки. Стали, подразделяют на углеродистые и легированные.

Основы легирования стали

Свойства углеродистых сталей определяются количеством углерода и содержанием примесей, которые взаимодействуют с железом и углеродом. Влияние углерода на свойства сталей показано на рисунке 6.3. С ростом содержания углерода в структуре стали увеличивается количество цементита, при одновременном снижении доли феррита. Изменение соотношения между составляющими приводит к уменьшению пластичности, а также к повышению прочности и твердости. Прочность повышается до содержания углерода около 1%, а затем она уменьшается, так как образуется грубая сетка цементита вторичного. Углерод оказывает влияние и на технологические свойства. Повышение содержания углерода ухудшает литейные свойства стали (используются стали с содержанием углерода до 0,4 %), обрабатываемость давлением и резанием, свариваемость.

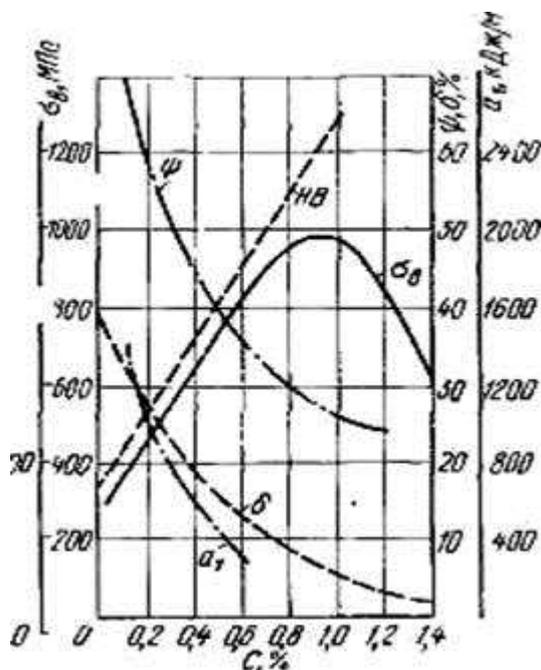


Рисунок 6.3 – Влияние углерода на свойства сталей

Следует учитывать, что стали с низким содержанием углерода также плохо обрабатываются резанием.

В сталях всегда присутствуют примеси, которые делятся на четыре группы.

1 Постоянные примеси: кремний, марганец, сера, фосфор.

Марганец и кремний вводятся в процессе выплавки стали для раскисления, они являются технологическими примесями. Содержание марганца не превышает 0,5...0,8 %. Марганец повышает прочность, не снижая пластичности, и резко снижает красноломкость стали, вызванную влиянием серы превышает 0,35...0,4 %. Кремний, дегазируя металл, повышает плотность слитка.

Кремний растворяется в феррите и повышает прочность стали, особенно повышается предел текучести, но наблюдается некоторое снижение пластичности, что снижает способность стали к вытяжке.

Содержание фосфора в стали 0,025...0,045 %. Фосфор, растворяясь в феррите, искажает кристаллическую решетку и увеличивает предел прочности и предел текучести, но снижает пластичность и вязкость. Повышение содержания фосфора на каждую 0,01 % повышает порог хладоломкости на 20...25°C.

Содержание серы в сталях составляет 0,025...0,06 %. Сера - вредная примесь, попадает в сталь из чугуна. При взаимодействии с железом образует химическое соединение - сульфид серы FeS, которое образует с железом легкоплавкую эвтектику с температурой плавления 988°C. При нагреве эвтектика плавится, нарушаются связи между зернами. При деформации в местах расположения эвтектики возникают надрывы и трещины, заготовка разрушается - явление красноломкости. Красноломкость - повышение хрупкости при высоких температурах. Сера снижает механические свойства, особенно ударную вязкость и пластичность, а также предел выносливости. Она ухудшает свариваемость и коррозионную стойкость.

2 Скрытые примеси - газы (азот, кислород, водород) - попадают в сталь при выплавке. Азот и кислород находятся в стали в виде хрупких неметаллических включений: окислов (FeO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) нитридов (Fe<sub>2</sub>N), в виде твердого раствора или в свободном состоянии, располагаясь в дефектах (раковинах, трещинах). Примеси внедрения (азот N, кислород O) повышают порог хладоломкости и снижают сопротивление хрупкому разрушению. Неметаллические включения (окислы, нитриды), являясь концентраторами напряжений, могут значительно понизить предел выносливости и вязкость.

3 Специальные примеси - специально вводятся в сталь для получения заданных свойств. Примеси называются легирующими элементами, а стали - легированные сталями.

Примеси первых двух групп – неизбежное следствие технологического процесса производства стали, и в указанных концентрациях их нельзя рассматривать как легирующие элементы, а стали, содержащие эти примеси в больших количествах, следует относить к легированным сталям.

Классификация сталей:

Стали классифицируются:

- 1) по способу получения: конверторная, бессемеровская, мартеновская, электросталь;
- 2) по химическому составу: углеродистые; легированные;
- 3) по назначению: конструкционные; инструментальные; специального назначения с особыми свойствами;
- 4) по степени раскисления: спокойная; полуспокойная; кипящая;
- 5) по типу структуры: 1) для отожженного состояния (доэвтектоидные; эвтектоидные; заэвтектоидные; ледебуритные; аустенитные; ферритные);  
2) для нормализованного состояния (перлитные; мартенситные; аустенитные; ферритные);  
по качеству: обыкновенного качества ( $< 0.06\% S$  и  $< 0.07\% P$ ); качественные ( $< 0.04\% S$  и  $< 0.035\% P$ ); высококачественные ( $< 0.025\% S$  и  $< 0.025\% P$ ); особовысококачественные ( $< 0.015\% S$  и  $< 0.02\% P$ );  
по типу структуры: аустенитные (при введении добавок 1 класса: Ni, Mn, Co); ферритные (при введении добавок 2 класса: Cr, Mo, V, W, Si).

Сталь в соответствии с ГОСТом должна отвечать определенным требованиям и маркируется. В соответствии с ГОСТами предусматривается поставка стали трех групп:

группа А — с гарантируемыми механическими свойствами (сталь не подвергается горячей обработке);

группа Б — с гарантируемым химическим составом (сталь подвергается горячей обработке);

группа В — с гарантируемыми механическими свойствами и химическим составом (для сварных конструкций).

Сталь группы А маркируется буквами Ст и номером 0, 1, 2, 3 и т. д. Чем больше номер, тем выше прочность, но ниже пластичность. Если после марочного обозначения стоит «кп» – значит, сталь кипящая; если стоит «пс» – сталь полуспокойная и если «сп», то сталь спокойная.

Сталь группы Б маркируется М, К, Б, что показывает способ производства (мартеновский, конверторный, бессемеровский). Состав этих сталей общего назначения приводится в справочниках по металлам.

Сталь группы В (изготавливается мартеновским или конвертерным способом) маркируется буквой В и цифрой. Сталь ВСт1 имеет механические свойства, как Ст1, а химический состав — как сталь МСт1кп.

Более подробные сведения можно получить при знакомстве с ГОСТами и другими стандартами на отдельные виды металлургической продукции.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите структуру сталей.
2. Какие основы легирования стали?
3. Назовите классификацию сталей.

#### **Тема 3.4 Чугун, его свойства.**

Расплав чугуна имеет хорошую текучесть, низкую усадку при кристаллизации и относительно низкую температуру плавления. Изделия из чугуна имеют хорошую прочность, твердую поверхность, износостойкость. Чугун, который используется в машиностроении, хорошо поддается обработке резанием. Долговечность. Даже при применении в сантехнических и канализационных деталях. Простота утилизации. Как и сталь, чугун состоит из железа, смешанного с некоторым количеством углерода, но разницей в концентрации карбонового компонента дело не ограничивается. Сама эта доля составляет минимум 2,14%, чаще — несколько большую величину. При этом само определение предусматривает вхождение в состав сплава еще и ряда других металлов, перечень и количество

которых определяется индивидуально. Окончательное решение принимают технологи, отталкиваясь от тех свойств, которых требуется достигать.

При затвердении в печи чугуна неизменно формирует эвтектику. Его углеродная структура бывает представлена как цементитом, так и графитом. В зависимости от нее, а также от содержащихся примесей, меняются свойства готового продукта. При производстве чугуна могут добавлять марганец, легирующие компоненты. А также это может быть и сплав железа с кремнием и углеродом, концентрация которого иногда превышает 6,67%.

Впрочем, в большинстве случаев доля углерода не более 4,5%. Повышенное его содержание характерно для сплавов с особыми свойствами и специальной категорией применения. При добавлении менее 2,14% углерода вместо чугуна получается сталь. У чугуновых сплавов есть как положительные, так и отрицательные свойства. Сами они делятся на целый ряд более частных категорий в зависимости от параметров и сферы применения.

#### Особенности производства

Методика выработки чугуна постоянно улучшается. В большинстве случаев исходными материалами для этого процесса оказываются:

железная руда различных типов;

топливо (для проведения реакций и разогрева);

разного рода флюсы.

В составе руды должно присутствовать железо (в относительно чистом виде или в соединениях). Количество этого компонента и его химическое состояние оценивают, чтобы установить перспективы промышленного получения металла. Пропорции между основными расплавляемыми элементами подбирают весьма строго, учитывая нюансы технологического процесса и специфику исходного сырья. Основную роль в чугунолитейной практике получили окислы и сульфиды железа, а также шпаты. Именно эти 3 категории соединений наиболее часто встречаются во всех основных железорудных районах.

В ряде случаев металлурги используют красные, бурые, шпатовые и магнитные железняки. Сам чугун выплавляют, используя топливо с повышенной теплотворной способностью. Это свойство, а также ограничение на концентрацию серы, требования по пористости и прочности делают каменноугольный кокс почти безальтернативным решением. В редких случаях вместо него применяют древесный уголь. Чтобы улучшить отделение пустой породы и золы, добавляют флюсы. В зависимости от состава и легкоплавкости шлаков меняется процесс доменной плавки и состав чугуна. Руды готовят к плавке предварительно. Большие фрагменты дробят и измельчают на специализированных машинах. В норме фрагменты должны быть величиной 3-10 см. Слишком мелкие куски отбраковывают в грохотах и отправляют спекаться при 1100-1200 градусах.

Руду нужно будет еще и промыть водой — для первичного удаления пустой породы. Потом сырье обжигают, чтобы подсушить его и убрать скопившуюся уголекислоту. Попутно выжигается сера. В некоторых случаях прибегают к магнитному обогащению. Доменный процесс — один из основных способов выработки чугуна на практике.

Внутри домен создается очень высокая температура. Исходные компоненты преобразуются в чугуновый сплав. Выделяются, обособляются при этом доменные газы и шлаки. С химической точки зрения правильно будет говорить о «восстановлении» железа углеродной окисью. Процесс идет плавно, без резких скачков.

Некоторые предприятия пользуются восстановлением железа водородом. А также практикуется восстановление твердым углеродом, или прямое восстановление. Высокопрочный чугун получают во многом благодаря науглероживанию железа. Усиленное насыщение углеродом начинается при 500 градусах. После расплавления и прогрева до высокой температуры расплав стекает по расплавленному коксу, что повышает эффективность науглероживания.

Завершение процесса происходит ниже шлаковой летки. В этот момент соотношение углерода и железа определяется содержанием иных компонентов.

Эффективность науглероживания повышается за счет примеси марганца. Тот же самый результат оказывает введение хрома, ванадия и титана. При плавлении, однако, восстанавливается не одно железо — в шихту переходят хром, марганец, свинец, цинк и так далее.

## Характеристики и свойства

На передельный чугун распространяется ГОСТ 805 от 1995 года. В нормативе даны рекомендации по содержанию конкретных веществ. Массовая доля меди может составлять не более 0,3%. Доля боя в чушках достигает максимум 2%. Чушки весят от 18 до 55 кг.

Определить тепловую емкость чугунного сплава удается за счет правила смещения. Описывать его подробно, однако, не имеет смысла — технологи и так знают, а для остальных это пустая информация. Теплопроводность и температуропроводность чугунных образцов в первом приближении совпадают. Плавится чугун обычно при 1200 градусах, тогда как у стали этот показатель примерно 1500 градусов. Особенностью механических свойств продукта будет увеличенная прочность, но при этом малая стойкость к динамической нагрузке.

В связи с особенностями кристаллической решетки чугун отличается хрупкостью. Его удельный вес определяется объемом связанного углерода и уровнем пористости. Большое влияние оказывает присутствие иных примесей. Пределы прочности и пластичность зависят от структуры на уровне кристаллической решетки и распределения молекулярных групп. Упругость предопределяется формой графита. Твердость зависит от количества и размеров графитовых включений, а также от дисперсности перлита.

То, насколько сильно сплав сопротивляется коррозии, определяется его собственной структурой. Важна также внешняя среда. Сопротивление между графитом и ферритом составляет 0,56 В. Дисперсность и антикоррозионные свойства обратно пропорциональны. Присутствие марганца замедляет графитизацию, сера портит чугун в плане литейных и механических свойств, а фосфор улучшает качество отливок.

### Белый

Этот вид сплавов занимает в классификации чугунов особое место. В нем присутствует заметное количество цементитов. Название связано с поверхностью специфического белого цвета. Если материал получает излом, то появляется хорошо наблюдаемый блеск. Доля графита не превышает 3/10 процента от общей массы образца. Идентификация такого компонента возможна лишь путем спектрального анализа.

Доэвтектическим считается белый чугун, в котором доля углерода не более 4,3%. Этот элемент представлен перлитом, ледебуритом, вторичным цементитом. Подобная структура достигается после полного остужения материала. Эвтектический сплав имеет ровно 4,3% углерода. При дальнейшем росте карбонизации говорят уже о заэвтектическом продукте.

### Серый

Подобное название, как нетрудно догадаться, связано с серой расцветкой излома. Но такой признак не совсем точен. Он может присутствовать и у ковкого металла, о котором еще пойдет речь. С другой стороны, даже в ГОСТ ошибочно был включен под названием «серый чугун» также литейный сплав с вхождением заметного количества пластинчатого графита. За границей классификация более точна, но корректировать устоявшуюся терминологию смысла нет — нужно просто помнить этот нюанс.

Серые чугуны бывают:

перлитного;

феррито-перлитного;

ферритного типов.

Литейные свойства такого металла довольно высоки. Из него делаются очень хорошие отливки. При вибрационном воздействии внешние колебания гасятся крайне эффективно. Прочностные характеристики тоже порадуют знатоков. Правда, этот материал из-за особенностей своей структуры очень хрупок.

### Ковкий

Вопреки названию, такой сплав находит применение также при отливке. Встречаются варианты с ферритной либо перлитной основой. Отливка, лишенная производственных дефектов, может быть пригодна для работы при давлении до 20 МПа, а иногда и выше. Уровень обрабатываемости примерно тот же, что и у особо прочного сплава. Сам ковкий чугун формируют на основе белого сплава.

Доля углерода варьируется от 2,4 до 2,8%. Графит внутри имеет хлопьевидную структуру. Конкретная структура определяется температурным режимом обработки и добавляемыми легирующими компонентами. Упомянутые хлопья позволяют сочетать прочность и пластичность. Все поперечное сечение имеет идентичные свойства.

#### Высокопрочный

Повышенные механические свойства такого металла обусловлены вхождением шаровидного графита. Износостойкость и стойкость к коррозионным изменениям могут считаться сильными сторонами материала. Часть марок такого продукта имеет отличный уровень теплостойкости и даже жаростойкости, антифрикционные свойства и превосходную обрабатываемость. Чем выше качество конкретной разновидности сплава, тем тяжелее его получить. Иногда приходится вводить молибден и различные комплексные пластификаторы.

Высокопрочный чугун больше обычного подвержен дефектам при усадке. Зато он стойко противостоит всем температурным колебаниям. Свариваемость лучше, чем у обычных высокоуглеродистых сплавов. Допускается вполне резка автогеном. Иногда для увеличения прочности добавляют магний и церий.

#### Передельный

Такой чугун используют не сам по себе, а как сырье в дальнейшем выпуске стали. Сам передел проводят в кислородных конвертерах, изредка — в мартеновских печах. Передельный сплав формируют в чушки. У них иногда нет пережимов, но встречаются также экземпляры с 1 или 2 пережимами. Содержание кремния и марганца сильно ограничено.

Высококачественный передельный чугун имеет минимальное количество серы и фосфора. На долю такого металла приходится основная часть чугунолитейного производства. Процент различных примесей утверждается нормативными стандартами.

Передельный чугун может относиться к высокопрочной группе. Такой материал подходит для эксплуатации в агрессивных средах.

#### Специальные

Подобные сплавы имеют не просто приличные механические и технологические параметры. Они отличаются привлекательным уровнем износостойкости. Иногда отмечается превосходная химическая стойкость и отменные магнитные свойства. Легированные чугуны встречаются в нескольких десятках марок. Теплостойкость таких веществ превышает иногда 1000 градусов.

Однако стандартная рабочая температура все же составляет обычно 500-700 градусов. Отливки из специальных чугунов могут подвергаться специальной термообработке. Жаростойкость часто достигается путем улучшения кремниевыми добавками. Хорошими примерами являются:

ЧХ3;

ЧХ16;

ЧХ22С;

ЧС5Ш;

ЧС17.

#### Применение

Чугун находит применение в отливках корпусных и иных деталей. Изготовители высоко ценят подобный материал там, где нужна особенная прочность или сопротивляемость износу. Речь может идти про зубчатые колеса и кронштейны. А также сюда относятся станины различных станков, шабровочные плиты, насосные корпуса и корпуса золотников. Сочетание твердости с хорошими литейными свойствами очень привлекательно в самых разных областях применения сплава.

Так, эти параметры ценны для декоративных решеток, скульптур и так далее. А также стоит упомянуть:

ванны;

кастрюли и сковороды;

цилиндры для ДВС;

коленвалы;

домашние печи;

винтовые лестницы;

балконные ограждения;  
светильники;  
трубы;  
кухонные мойки;  
железнодорожные вагоны;  
сельхозтехнику.

Нюансы работы с материалом

Термический расплав чугуна вызывает проблемы. Перекалить такой металл электрической дугой бывает нетрудно. Поры могут возникать очень легко. В случае сильного нагрева расплав будет стремительно переходить в жидкую фазу.

Проще всего самим сварщикам применять холодный метод, но предварительный разогрев и поддержание температуры повышает качество обработки. Преимущественно применяют электроды, включающие медь, никель и железо. Настоятельно рекомендовано предварительное расширение кромок. Крупные строительные конструкции варят холодным методом.

Сверлить чугун надо типовыми твердосплавными сверлами. Их следует тщательно затачивать. Практика механической обработки подразумевает заточку под углом 116-118 градусов. Крупные отверстия необходимо пробивать сверлами с победитовыми напайками. В условиях промышленной обработки используют станки с подачей эмульсии тонкой струей.

Очень важна равномерность надавливания на сверло. Необходимо исключить перегрев инструмента. Полезно применение эмульсионной смазки. Поверхность следует готовить максимально тщательно. После окончания сверления придется обрабатывать отверстие по краям при помощи герметика либо эпоксидного клея.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие особенности производства чугуна?
2. Перечислите характеристики и свойства чугуна.
3. Какие виды чугуна знаете?

#### **Тема 3.5 Легированные стали, их назначение и применение.**

Стали являются наиболее распространенными материалами. Обладают хорошими технологическими свойствами. Изделия получают в результате обработки давлением и резанием.

Достоинством является возможность, получать нужный комплекс свойств, изменяя состав и вид обработки. Стали, подразделяют на углеродистые и легированные.

Углеродистые стали являются основными. Их свойства определяются количеством углерода и содержанием примесей, которые взаимодействуют с железом и углеродом.

Углерод влияет на вязкие свойства. Увеличение содержания углерода повышает порог хладоломкости и снижает ударную вязкость.

Углерод оказывает влияние и на технологические свойства. Повышение содержания углерода ухудшает литейные свойства стали (используются стали с содержанием углерода до 0,4 %), обрабатываемость давлением и резанием, свариваемость. Следует учитывать, что стали с низким содержанием углерода также плохо обрабатываются резанием.

Красноломкость – повышение хрупкости при высоких температурах

Сера снижает механические свойства, особенно ударную вязкость  $\alpha$  и пластичность ( $\delta$ ), а так же предел выносливости. Она ухудшает свариваемость и коррозионную стойкость.

Скрытые примеси - газы (азот, кислород, водород) – попадают в сталь при выплавке.

Примеси внедрения (азот N, кислород O) повышают порог хладоломкости и снижают сопротивление хрупкому разрушению. Неметаллические включения (окислы, нитриды), являясь концентраторами напряжений, могут значительно понизить предел выносливости и вязкость.

Очень вредным является растворенный в стали водород, который значительно охрупчивает сталь. Он приводит к образованию в катаных заготовках и поковках флокенов.

Флокены – тонкие трещины овальной или округлой формы, имеющие в изломе вид пятен – хлопьев серебристого цвета.

Металл с флокенами нельзя использовать в промышленности, при сварке образуются холодные трещины в наплавленном и основном металле.

Назначение легирующих элементов.

Основным легирующим элементом является хром (0,8...1,2)%. Он повышает прокаливаемость, способствует получению высокой и равномерной твердости стали. Порог хладоломкости хромистых сталей - (0...-100)оС.

Дополнительные легирующие элементы.

Бор - 0.003%. Увеличивает прокаливаемость, а также повышает порог хладоломкости (+20...-60 оС.

Марганец – увеличивает прокаливаемость, однако содействует росту зерна, и повышает порог хладоломкости до (+40...-60)оС.

Титан (~0,1%) вводят для измельчения зерна в хромомарганцевой стали.

Введение молибдена (0,15...0,46%) в хромистые стали увеличивает прокаливаемость, снижает порог хладоломкости до -20...-120оС. Молибден увеличивает статическую, динамическую и усталостную прочность стали, устраняет склонность к внутреннему окислению. Кроме того, молибден снижает склонность к отпускной хрупкости сталей, содержащих никель.

Ванадий в количестве (0.1...0.3) % в хромистых сталях измельчает зерно и повышает прочность и вязкость.

Введение в хромистые стали никеля, значительно повышает прочность и прокаливаемость, понижает порог хладоломкости, но при этом повышает склонность к отпускной хрупкости (этот недостаток компенсируется введением в сталь молибдена). Хромоникелевые стали, обладают наилучшим комплексом свойств. Однако никель является дефицитным, и применение таких сталей ограничено.

Значительное количество никеля можно заменить медью, это не приводит к снижению вязкости.

При легировании хромомарганцевых сталей кремнием получают, стали – хромансиль (20ХГС, 30ХГСА). Стали обладают хорошим сочетанием прочности и вязкости, хорошо свариваются, штамуются и обрабатываются резанием. Кремний повышает ударную вязкость и температурный запас вязкости.

Добавка свинца, кальция – улучшает обрабатываемость резанием. Применение упрочнения термической обработки улучшает комплекс механических свойств.

Классификация сталей

Стали классифицируются по множеству признаков.

1. По химическому: составу: углеродистые и легированные.

2. По содержанию углерода:

–низкоуглеродистые, с содержанием углерода до 0,25 %;

–среднеуглеродистые, с содержанием углерода 0,3...0,6 %;

–высокоуглеродистые, с содержанием углерода выше 0,7 %

3. По равновесной структуре: доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные.

4. По качеству. Количественным показателем качества является содержания вредных примесей: серы и фосфора:

– углеродистые стали обыкновенного качества:

– качественные стали;

– высококачественные стали.

5. По способу выплавки:

–в мартеновских печах;

–в кислородных конверторах;

–в электрических печах: электродуговых, индукционных и др.

6. По назначению:

–конструкционные – применяются для изготовления деталей машин и механизмов;

–инструментальные – применяются для изготовления различных инструментов;

–специальные – стали с особыми свойствами: электротехнические, с особыми магнитными свойствами и др.

## Маркировка сталей

Принято буквенно-цифровое обозначение сталей

Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380).

Стали содержат повышенное количество серы и фосфора

Маркируются Ст.2кп., БСт.3кп, ВСт.3пс, ВСт.4сп.

Ст – индекс данной группы стали. Цифры от 0 до 6 - это условный номер марки стали. С увеличением номера марки возрастает прочность и снижается пластичность стали. По гарантиям при поставке существует три группы сталей: А, Б и В. Для сталей группы А при поставке гарантируются механические свойства, в обозначении индекс группы А не указывается. Для сталей группы Б гарантируется химический состав. Для сталей группы В при поставке гарантируются и механические свойства, и химический состав.

Индексы кп, пс, сп указывают степень раскисленности стали: кп - кипящая, пс - полуспокойная, сп - спокойная.

### Качественные углеродистые стали

Качественные стали поставляют с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В). Степень раскисленности, в основном, спокойная.

Конструкционные качественные углеродистые стали Маркируются двухзначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента. Указывается степень раскисленности, если она отличается от спокойной.

Сталь 08 кп, сталь 10 пс, сталь 45.

Содержание углерода, соответственно, 0,08 %, 0,10 %, 0,45 %.

Инструментальные качественные углеродистые стали маркируются буквой У (углеродистая инструментальная сталь) и числом, указывающим содержание углерода в десятых долях процента.

Сталь У8, сталь У13.

Содержание углерода, соответственно, 0,8 % и 1,3 %

Инструментальные высококачественные углеродистые стали. Маркируются аналогично качественным инструментальным углеродистым сталям, только в конце марки ставят букву А, для обозначения высокого качества стали.

Сталь У10А.

### Качественные и высококачественные легированные стали

Обозначение буквенно-цифровое. Легирующие элементы имеют условные обозначения, Обозначаются буквами русского алфавита.

Обозначения легирующих элементов:

Х – хром, Н – никель, М – молибден, В – вольфрам,

К – кобальт, Т – титан, А – азот ( указывается в середине марки),

Г – марганец, Д – медь, Ф – ванадий, С – кремний,

П – фосфор, Р – бор, Б – ниобий, Ц – цирконий,

Ю – алюминий

### Легированные стали

Элементы, специально вводимые в сталь в определенных концентрациях с целью изменения ее строения и свойств, называются легирующими элементами, а стали – легированными.

Содержание легирующих элементов может изменяться в очень широких пределах: хром или никель – 1% и более процентов; ванадий, молибден, титан, ниобий – 0,1... 0,5%; также кремний и марганец – более 1 %. При содержании легирующих элементов до 0,1 % – микролегирование.

В конструкционных сталях легирование осуществляется с целью улучшения механических свойств (прочности, пластичности). Кроме того меняются физические, химические, эксплуатационные свойства.

Легирующие элементы повышают стоимость стали, поэтому их использование должно быть строго обосновано.

Достоинства легированных сталей:

–особенности обнаруживаются в термически обработанном состоянии, поэтому изготавливаются детали, подвергаемые термической обработке;

- улучшенные легированные стали обнаруживают более высокие показатели сопротивления пластическим деформациям ( );
- легирующие элементы стабилизируют аустенит, поэтому прокаливаемость легированных сталей выше;
- возможно использование более «мягких» охладителей (снижается брак по закалочным трещинам и короблению), так как тормозится распад аустенита;
- повышаются запас вязкости и сопротивление хладоломкости, что приводит к повышению надежности деталей машин.

Классификация легированных сталей

Стали классифицируются по нескольким признакам.

2. По степени легирования (по содержанию легирующих элементов):

- низколегированные – 2,5...5 %;
- среднелегированные – до 10 %;
- высоколегированные – более 10%.

3. По числу легирующих элементов:

- трехкомпонентные (железо, углерод, легирующий элемент);
- четырёхкомпонентные (железо, углерод, два легирующих элемента) и так далее.

4. По составу:

никелевые, хромистые, хромоникелевые, хромоникельмолибденовые и так далее (признак–наличие тех или иных легирующих элементов).

5. По назначению:

- конструкционные;
- инструментальные (режущие, мерительные, штамповые);
- стали и сплавы с особыми свойствами (резко выраженные свойства –нержавеющие, жаропрочные и термоустойчивые, износоустойчивые, с особыми магнитными и электрическими свойствами).

Углеродистые стали.

Низкоуглеродистые стали 05 кп, 08, 10, 10 пс обладают малой прочностью высокой пластичностью. Применяются без термической обработки для изготовления малонагруженных деталей – шайб, прокладок и т.п.

Среднеуглеродистые стали 35, 40, 45 применяются после нормализации, термического улучшения, поверхностной закалки.

В нормализованном состоянии по сравнению с низкоотпущенным обладают большей прочностью, но меньшей пластичностью. После термического улучшения наблюдается наилучшее сочетание механических свойств. После поверхностной закалки обладают высокой поверхностной твердостью и сопротивлением износу.

Высокоуглеродистые стали 60, 65, 70,75 используются как рессорно-пружинные после среднего отпуска. В нормализованном состоянии – для прокатных валков, шпинделей станков.

Достоинства углеродистых качественных сталей – дешевизна и технологичность. Но из-за малой прокаливаемости эти стали не обеспечивают требуемый комплекс механических свойств в деталях сечением более 20 мм.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите назначение легирующих элементов.
2. Какая классификация сталей?
3. Какая маркировка сталей?

## **Раздел 4.Основные характеристики электротехнических материалов.**

### **Тема 4.1 Механические характеристики.**

Электротехнические материалы - это специальные материалы, из которых изготавливают электрические машины, аппараты, приборы и другие элементы электрооборудования и

электроустановок, а также это совокупность проводниковых, электроизоляционных, магнитных и полупроводниковых материалов, предназначенных для работы в электрических и магнитных полях. Все электротехнические материалы обычно делят на четыре основные группы: электроизоляционные (диэлектрики), проводниковые, полупроводниковые (полупроводники) и магнитный.

Механические свойства материалов, определяют их поведение под действием механической нагрузки. Основные механические свойства твердых тел: - деформационные (жесткость, пластичность, ползучесть, твердость); - прочностные (предел прочности, долговечность, работа разрушения при ударном воздействии); - фрикционные (коэффициенты трения и износа).

При рациональном выборе электроизоляционных, магнитных и других электротехнических материалов можно создать электрооборудование малых габаритов и массы, надежное в эксплуатации. Но для этого необходимы знания свойств электротехнических материалов и их изменений под воздействием электрического напряжения, температуры и других факторов. Величины, с помощью которых оценивают те или иные свойства материалов, называют *характеристиками*. Чтобы полностью оценить свойства того или иного электротехнического материала, необходимо знать его механические, электрические, тепловые и физико-химические характеристики. У магнитных материалов необходимо еще знать магнитные характеристики, которые позволяют оценить их магнитные свойства.

Механические характеристики

К основным механическим характеристикам материала относятся:

- предел прочности при растяжении  $a_p$ ,
- предел прочности при сжатии  $a_c$ ,
- предел прочности при статическом изгибе  $a_n$

*Предел прочности материала при растяжении  $a_p$*  определяют на образцах материала определенной формы, при которой обеспечивается равномерное распределение растягивающего усилия по площади сечения в средней части образца. Образец 2 утолщёнными концами закрепляют в стальных зажимах (захватах) 1 испытательной машины (рис. 4.1.1). Нижний зажим машины неподвижен, а к другому прикладывают разрушающее (растягивающее) усилие  $P_p$ , которое плавно нарастает с определённой скоростью до момента разрыва образца.

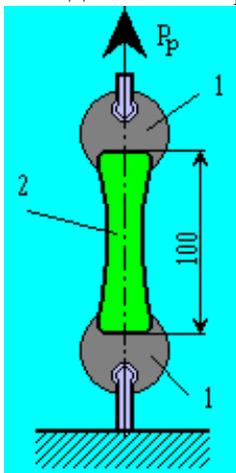


Рис.4.1.1. Предел прочности материала при растяжении

*Предел прочности при сжатии  $a_c$*  определяется на образцах, имеющих форму цилиндра или куба. Так, у формованных и прессованных пластмасс эта характеристика определяется на образцах, представляющих собой сплошные цилиндры высотой 15 мм и диаметром 10 мм.

Образец располагают между стальными плитами испытательного пресса, к которым прикладывают сжимающую нагрузку. Последнюю повышают с определенной скоростью до момента разрушения образца.

*Предел прочности при статическом изгибе  $a_n$*  определяется на образцах, представляющих собой бруски прямоугольного сечения. Образец 2 материала помещают в испытательную машину, где он своими концами свободно опирается на две стальные опоры 3. Изгибающее усилие

$P_u$  прикладываемое к середине образца 2 через стальной наконечник 1, плавно увеличивают и доводят до величины, при которой происходит разрушение образца.

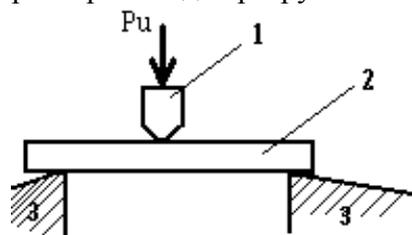


Рис 4.1.2. Предел прочности при статическом изгибе.

Далее приведем примеры некоторых видов электротехнических материалов по их механическим характеристикам.

*Проводниковые материалы* (металлы и их сплавы). Чистые металлы применяются при изготовлении обмоточных и монтажных проводов, кабелей и пр. Проводниковые сплавы в виде проволоки и лент используются в реостатах, потенциометрах, добавочных сопротивлениях и т. д.

Чистые металлы обладают хорошей пластичностью, т. е. могут вытягиваться в тонкую проволоку, в ленты и прокатываться в фольгу толщиной менее 0,01 мм. Сплавы металлов имеют меньшую пластичность, но более упруги и устойчивы механически.

*Электроизоляционные материалы* (диэлектрики) это материалы, с помощью которых осуществляют изоляцию. Диэлектрики имеют большое электрическое сопротивление. Пример: высокополимерные пленки и ленты, обладают большой гибкостью, механической прочностью и хорошими электроизоляционными свойствами. Из этого материала выпускают неориентированные и ориентированные пленки. Наиболее высокими механическими и электрическими характеристиками обладают ориентированные фторопластовые пленки.

Диэлектрик фибра – монолитный материал, получаемый в результате прессования листов бумаги, обработанных нагретым раствором хлористого цинка и отмытых в воде. Фибра поддается всем видам механической обработки и формованию после размачивания ее заготовок в горячей воде.

*Электроизоляционные лакированные ткани (лакоткани)*. Лакированные ткани – это гибкие материалы, состоящие из ткани, пропитанной лаком или каким-либо электроизоляционным составом. Пропиточный лак или состав после отвердевания образует гибкую пленку, которая обеспечивает хорошие электроизоляционные свойства лакоткани.

Основными областями применения лакотканей являются: электрические машины, аппараты и приборы низкого напряжения.

#### Пластические массы

Пластическими массами (пластмассами) называются твердые материалы, которые на определенной стадии изготовления приобретают пластические свойства и в этом состоянии из них могут быть получены изделия заданной формы. Данные материалы представляют собой композиционные вещества, состоящие из связующего вещества, наполнителей, красителей, пластифицирующих и других компонентов. Исходными материалами для получения пластмассовых изделий являются прессовочные порошки и материалы.

#### Магнитные материалы

Величины, с помощью которых оцениваются магнитные свойства материалов, называются магнитными характеристиками. К ним относятся: абсолютная магнитная проницаемость, относительная магнитная проницаемость, температурный коэффициент магнитной проницаемости, максимальная энергия магнитного поля и пр. Все магнитные материалы делятся на две основные группы: магнитно-мягкие и магнитно-твердые.

#### 2. Основные свойства сверхпроводников

Сверхпроводимость – это состояние, в которое при низкой температуре переходят некоторые твердые электропроводящие вещества. Сверхпроводимость была обнаружена во многих металлах и сплавах и в некоторых полупроводниковых и керамических материалах, число которых все возрастает.

Сверхпроводниками называют вещества или материалы, которые при разных условиях могут находиться в сверхпроводящем или несверхпроводящем состоянии. Один и тот же простой (состоящий из одинаковых атомов) металл, сплав или полупроводник может в каких-то интервалах температур или внешних магнитных полей быть сверхпроводящим; при температурах или полях больших критических значений – это обычный (нормальный) проводник.

После открытия эффекта Мейсснера было выполнено большое число экспериментов со сверхпроводниками. Среди исследованных свойств были:

1) Критическое магнитное поле – значение поля, выше которого сверхпроводник находится в нормальном состоянии. Критические поля обычно лежат в интервале от нескольких десятков гаусс до нескольких сотен тысяч гаусс в зависимости от сверхпроводника и его металлофизического состояния. Критическое поле данного сверхпроводника меняется с температурой, уменьшаясь при ее повышении. При температуре перехода критическое поле равно нулю, а при абсолютном нуле оно максимально

2) Критический ток – максимальный постоянный ток, который может выдерживать сверхпроводник без потери сверхпроводящего состояния. Как и критическое магнитное поле, критический ток сильно зависит от температуры, уменьшаясь при ее увеличении.

3) Глубина проникновения – расстояние, на которое магнитный поток проникает в сверхпроводник. Глубина проникновения оказывается функцией температуры и различна в разных материалах: от  $3 \cdot 10^{-6}$  до  $2 \cdot 10^{-5}$  см. Магнитный поток выталкивается из сверхпроводника токами, циркулирующими в поверхностном слое, толщина которого приблизительно равна глубине проникновения.

Чтобы понять, почему выталкивается магнитный поток, т.е. чем обусловлен эффект Мейсснера, нужно вспомнить, что все физические системы стремятся к состоянию с минимальной энергией. Магнитное поле обладает некоторой энергией. У сверхпроводника в магнитном поле энергия увеличивается. Но она снова понижается благодаря тому, что в поверхностном слое сверхпроводника возникают токи. Эти токи создают магнитное поле, которым компенсируется поле, приложенное извне. Энергия сверхпроводника выше, чем в отсутствие внешнего магнитного поля, но ниже, чем в том случае, когда поле проникает внутрь его.

Полное выталкивание магнитного потока энергетически выгодно не для всех сверхпроводников. В некоторых материалах состояние с минимальной энергией в магнитном поле достигается, если некоторые из линий магнитного потока частично проникают в вещество, образуя мозаику из сверхпроводящих областей, где магнитное поле отсутствует, и нормальных, где оно есть.

4) Длина когерентности – расстояние, на котором электроны взаимодействуют друг с другом, создавая сверхпроводящее состояние. Электроны в пределах длины когерентности движутся согласованно – когерентно (как бы «в ногу»). Длина когерентности для разных сверхпроводников изменяется от  $5 \cdot 10^{-7}$  до  $10^{-4}$  см. С существованием больших длин когерентности (намного превышающих атомные размеры порядка  $10^{-8}$  см) связаны необычные свойства сверхпроводников.

5) Удельная теплоемкость – количество теплоты, необходимое для того, чтобы повысить температуру 1 г вещества на 1 К. Удельная теплоемкость сверхпроводника резко возрастает вблизи температуры перехода в сверхпроводящее состояние, и довольно быстро уменьшается с понижением температуры. Таким образом, в области перехода для повышения температуры вещества в сверхпроводящем состоянии требуется больше теплоты, чем в нормальном состоянии, а при очень низких температурах – наоборот. Так как удельная теплоемкость определяется в основном электронами проводимости, это явление указывает на то, что состояние электронов изменяется.

По своему поведению в магнитных полях сверхпроводники разделяются на сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Сверхпроводники 1-го рода обнаруживают те идеальные свойства, о которых уже говорилось. В присутствии магнитного поля в поверхностном слое сверхпроводника возникают токи, которые полностью компенсируют внешнее поле в толще образца. Если сверхпроводник имеет форму длинного цилиндра и находится в поле, параллельном его оси, то глубина проникновения может быть порядка  $3 \cdot 10^{-6}$  см. При достижении критического

поля сверхпроводимость исчезает, и поле полностью проникает внутрь материала. Критические поля для сверхпроводников 1-го рода лежат обычно в пределах от 100 до 800 Гс. Хотя у сверхпроводников 1-го рода малая глубина проникновения, они имеют большую длину когерентности – порядка  $10^{-4}$  см.

Сверхпроводники 2-го рода характеризуются большой глубиной проникновения (около  $2 \cdot 10^{-5}$  см) и малой длиной когерентности ( $5 \cdot 10^{-7}$  см). В присутствии слабого магнитного поля (меньше 500 Гс) весь магнитный поток выталкивается из сверхпроводника 2-го рода. Но выше  $H_{c1}$  – первого критического поля – магнитный поток проникает в образец, хотя и в меньшей степени, чем в нормальном состоянии. Это частичное проникновение сохраняется до второго критического поля –  $H_{c2}$ , которое может превышать 100 кГс. При полях, больших  $H_{c2}$ , поток проникает полностью, и вещество становится нормальным.

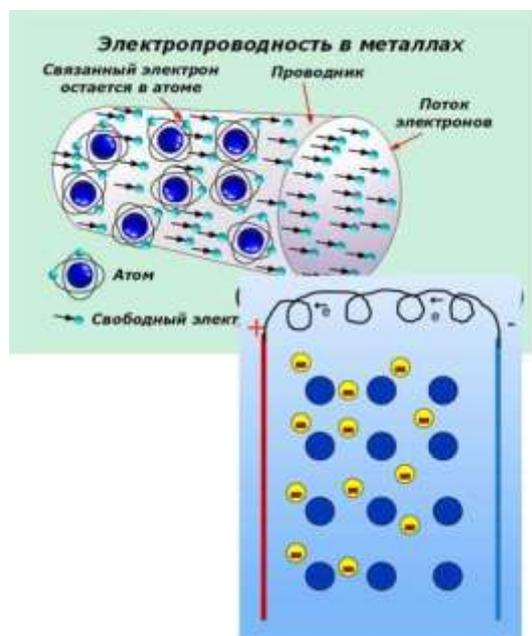
### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое разрушающее напряжение при растяжении  $\delta_r$ ?
2. Что такое разрушающее напряжение при сжатии  $\delta_c$ ?
3. Что такое разрушающее напряжение при статическом изгибе  $\delta_i$ ?
4. Что такое ударная вязкость  $a$ ?

### Тема 4.2 Электрические характеристики.

Характеристики электроизоляционных материалов.

В современном электромашиностроении широко применяют разнообразные электроизоляционные материалы. Важнейшими электрическими характеристиками электроизоляционных материалов являются электрическая прочность, удельное электрическое сопротивление (объемное и поверхностное), диэлектрическая проницаемость и значение диэлектрических потерь. Однако для практических целей немаловажное значение имеют и другие характеристики этих материалов: механическая прочность, гибкость и эластичность, нагревостойкость, морозостойкость, гигроскопичность.



Электрические характеристики позволяют оценить свойства материалов при воздействии на него электрического поля. Основное свойство электротехнических материалов по отношению к электрическому полю – электропроводность.

**Электропроводность** – это свойство материала проводить электрический ток под действием постоянного (не изменяющегося во времени) электрического напряжения.

Электрические характеристики

*Электрическая прочность* характеризуется напряженностью однородного электростатического поля, при которой наступает пробой. Эта величина численно равна напряжению, при котором наступает пробой электроизоляционного материала толщиной в единицу длины.

Электрическая прочность определяется по формуле:

$$E_{\text{пр}} = U / h$$

где  $U$  – напряжение кВ,  $h$  - толщина образца электроизоляционного материала, мм.

*Удельное сопротивление.* В реальном диэлектрике всегда имеется некоторое количество свободных электронов и ионов. Под действием электрического поля эти электроны и ионы перемещаются внутри диэлектрика, образуя так называемый ток утечки. Ток утечки при нормальных условиях работы электрической установки должен быть очень малым по сравнению с рабочими токами, протекающими по ее токоведущим частям (проводам, шинам, кабелям). В соответствии с этим различают объемные и поверхностные токи утечки, а также удельное объемное сопротивление диэлектрика и его удельное поверхностное сопротивление  $\nu$ . Удельное объемное сопротивление измеряют, как и у проводниковых материалов, в омметрах (Ом\*м); оно равно сопротивлению куба из данного материала с ребром 1 м при прохождении тока от одной его грани к противоположной. Удельное поверхностное сопротивление измеряют в омах, оно представляет собой сопротивление квадрата, вырезанного из поверхности изоляции данного материала, при прохождении тока от одной его стороны к противоположной.

*Диэлектрическая проницаемость* безразмерная величина  $\epsilon$ , показывающая, во сколько раз сила взаимодействия  $F$  между электрическими зарядами в данной среде меньше их силы взаимодействия  $F_0$  в вакууме:

$$\epsilon = F_0 / F.$$

Диэлектрическая проницаемость показывает, во сколько раз поле ослабляется диэлектриком, количественно характеризуя свойство диэлектрика поляризоваться в электрическом поле.

Значение относительной диэлектрической проницаемости вещества, характеризующее степень его поляризуемости, определяется механизмами поляризации. Однако величина в большой мере зависит и от агрегатного состояния вещества, так как при переходах из одного состояния в другое существенно меняется плотность вещества, его вязкость.

*Диэлектрическими потерями* называют энергию, рассеиваемую в единицу времени в диэлектрике при воздействии на него электрического поля и вызывающую нагрев диэлектрика.

Потери энергии в диэлектриках наблюдаются как при переменном напряжении, так и при постоянном, поскольку в материале обнаруживаются сквозной ток, обусловленный проводимостью. При постоянном напряжении, когда нет периодической поляризации, качество материала характеризуется значениями удельных объемного и поверхностного сопротивления. При переменном напряжении необходимо использовать какую-то другую характеристику качества материала, так как в этом случае, кроме сквозной электропроводности, возникает ряд добавочных причин, вызывающих потери энергии в диэлектрике.

Другие характеристики.

*Механическая прочность* электроизоляционных и других материалов оценивается при помощи следующих характеристик:

- предел прочности материала при растяжении;
- относительное удлинение при растяжении;
- предел прочности материала при сжатии;
- предел прочности материала при статическом изгибе;
- сопротивление раскалыванию.

*Нагревостойкость* — способность изоляционных материалов выдерживать кратковременно или длительно действие высокой температуры без ухудшения свойств в течение всего срока службы. В соответствии с ГОСТом 8865-70 по наибольшим длительно допустимым рабочим температурам все диэлектрики, применяемые для изоляции электрических машин и аппаратов, разделяют на семь классов нагревостойкости, °С: У—90<sup>0</sup>; А — 105<sup>0</sup>; Е— 120<sup>0</sup>; В — 130<sup>0</sup>; F— 155<sup>0</sup>; R — 180; С >180<sup>0</sup>. Это значит, что при данных температурах изоляция электрооборудования будет работать установленный целесообразный срок службы.

*Морозостойкость.* Во многих случаях эксплуатации важна морозостойкость, т.е. способность изоляции работать без ухудшения эксплуатационной надежности при низких температурах, например от -60 до -70<sup>0</sup> С. При низких температурах, как правило, электрические свойства изоляционных материалов улучшаются, однако многие материалы, гибкие и эластичные

в нормальных условиях, при низких температурах становятся хрупкими и жесткими, что создает затруднения для работы изоляции. Испытания электроизоляционных материалов и изделий из них на действие низких температур нередко проводятся при одновременном воздействии вибраций.

*Теплопроводимость.* Практическое значение теплопроводимости объясняется тем, что тепло, выделяющееся вследствие потерь мощности в окруженных электрической изоляцией проводниках и магнитопроводах, а также вследствие диэлектрических потерь в изоляции, переходит в окружающую среду через различные материалы. Теплопроводимость влияет на электрическую прочность при тепловом пробое и на стойкость материала к тепловым импульсам.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое электрическая прочность
2. Что такое удельное сопротивление.
3. Что такое диэлектрическая проницаемость.
4. Что такое диэлектрические потери.

#### **Тема 4.3 Электропроводность и факторы, влияющие на проводимость.**

Для начала вспомним о том, что же такое электрический ток. Если поместить вещество во внешнее электрическое поле, то под действием сил со стороны этого поля, в веществе начнется движение элементарных носителей заряда — ионов или электронов. Это и будет электрическим током. Сила тока  $I$  измеряется в амперах, и один ампер — это ток, при котором через поперечное сечение проводника протекает за секунду заряд, равный одному кулону.

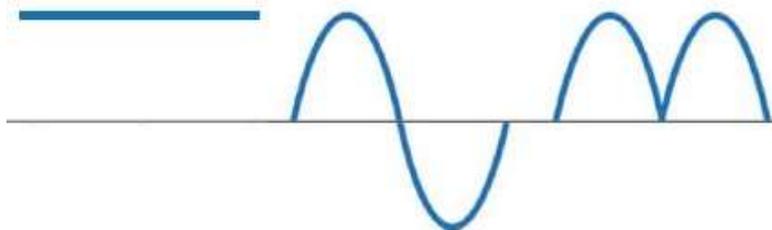


Рис.4.3.1

Ток бывает постоянным, переменным, пульсирующим. Постоянный ток не меняет своей величины и направления в каждый конкретный момент времени, переменный ток с течением времени меняет свои величину и направление (генераторы переменного тока и трансформаторы дают именно переменный ток), пульсирующий ток меняет свою величину, но не меняет направления (например выпрямленный переменный ток является пульсирующим).

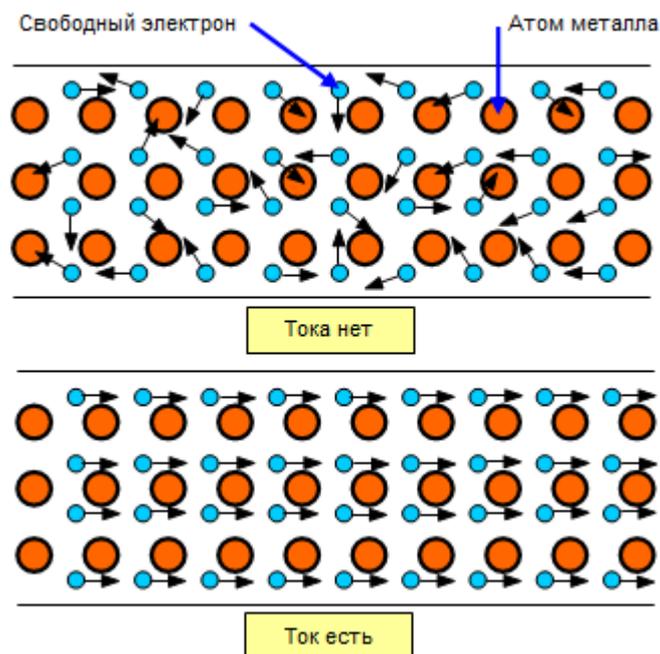


Рис.4.3.2

Вещества имеют свойство проводить электрический ток под действием электрического поля, и это свойство называется электропроводностью, которая у разных веществ различна. Электропроводность веществ зависит от концентрации в них свободных заряженных частиц, то есть ионов и электронов, не связанных ни с кристаллической структурой, ни с молекулами, ни с атомами данного вещества. Так, в зависимости от концентрации в веществе свободных носителей заряда, вещества по степени электропроводности подразделяются на: проводники, диэлектрики и полупроводники.

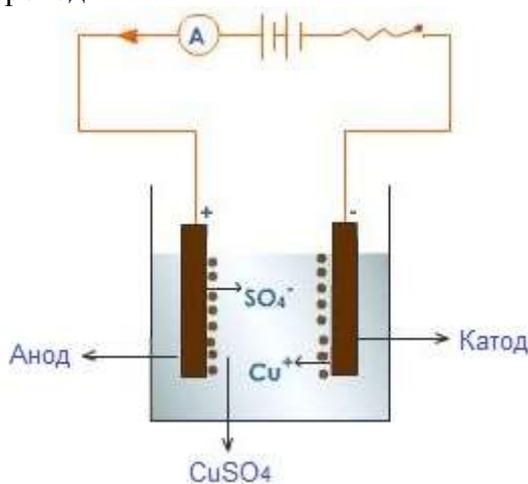


Рис.4.3.3

Наиболее высокой электропроводностью обладают проводники электрического тока, и по физической природе, проводники в природе представлены двумя родами: металлами и электролитами. В металлах ток обусловлен перемещением свободных электронов, то есть проводимость у них электронная, а в электролитах (в растворах кислот, солей, щелочей) — перемещением ионов — частей молекул, имеющих положительный и отрицательный заряд, то есть проводимость у электролитов ионная. Ионизированные пары и газы отличаются смешанной проводимостью, в них ток обусловлен движением и электронов и ионов.

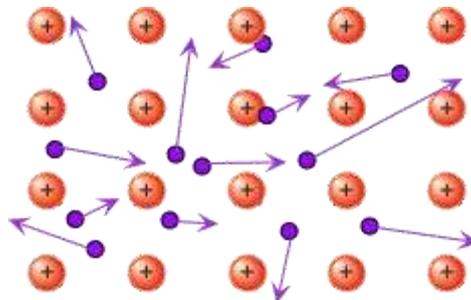


Рис.4.3.4

Электронная теория отлично объясняет высокую электропроводность металлов. Связь валентных электронов с их ядрами в металлах слаба, потому эти электроны свободно перемещаются от атома к атому по объему проводника.

Получается, что свободные электроны в металлах заполняют пространство между атомами подобно газу, электронному газу, и находятся в хаотичном движении. Но при внесении металлического проводника в электрическое поле, свободные электроны станут двигаться упорядоченно, они переместятся по направлению к положительному полюсу, чем создадут ток. Таким образом, упорядоченное движение свободных электронов в металлическом проводнике называется электрическим током.

Известно, что скорость распространения электрического поля в пространстве примерно равна 300000000 м/с, то есть скорости света. Это та же скорость, с которой ток проходит по проводнику.

Что это значит? Это не значит, что каждый электрон в металле движется с такой огромной скоростью, электроны в проводнике напротив — имеют скорость от нескольких миллиметров в секунду до нескольких сантиметров в секунду, в зависимости от напряженности электрического поля, а вот скорость распространения электрического тока по проводнику как раз равна скорости света.

Все дело в том, что каждый свободный электрон оказывается в общем электронном потоке того самого «электронного газа», и во время прохождения тока, электрическое поле оказывает действие на весь этот поток, в итоге электроны непрерывно друг другу передают это действие поля — от соседа к соседу.

Но движутся электроны на своих местах очень медленно, несмотря на то, что скорость распространения электрической энергии по проводнику оказывается огромной. Так, когда на электростанции включают рубильник, ток мгновенно возникает во всей сети, а электроны при этом практически стоят на местах.

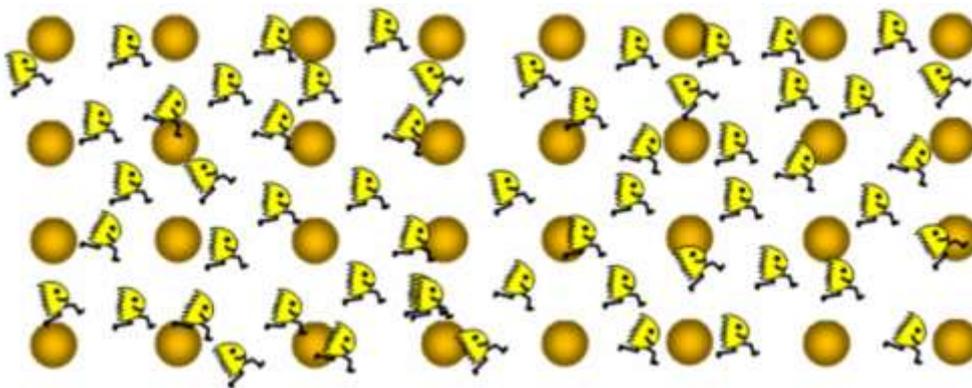


Рис.4.3.5

Однако, когда свободные электроны движутся по проводнику, они испытывают многочисленные столкновения на своем пути, они сталкиваются с атомами, ионами, молекулами, передавая им часть своей энергии. Энергия движущихся электронов, преодолевающих такое сопротивление, частично рассеивается в виде тепла, и проводник нагревается.

Эти столкновения служат сопротивлением движению электронов, потому свойство проводника препятствовать движению заряженных частиц и называют электрическим сопротивлением. При малом сопротивлении проводника проводник нагревается током слабо, при значительном — намного сильнее, и даже до бела, этот эффект применяется в нагревательных приборах и в лампах накаливания.

Единица изменения сопротивления — Ом. Сопротивление  $R = 1$  Ом — это сопротивление такого проводника, при прохождении по которому постоянного тока в 1 ампер, разность потенциалов на концах проводника равна 1 вольту. Эталон сопротивления в 1 Ом — столб ртути высотой 1063 мм, сечением 1 кв.мм при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ .

Поскольку проводникам характерно электрическое сопротивление, то можно сказать, что в какой-то степени проводник способен проводить электрический ток. В связи с этим введена величина, называемая проводимостью или электропроводностью. Электропроводность — это способность проводника проводить электрический ток, то есть величина, обратная электрическому сопротивлению.

Единица измерения электропроводности  $G$  (проводимости) — Сименс (См), и  $1 \text{ См} = 1/(1 \text{ Ом})$ .  $G = 1/R$ .

Таблица 4.3.1

Материал	Удельное сопротивление $\rho$ (Ом · м) при $20^{\circ}\text{C}$	Удельная электропроводность (См / м) при $20^{\circ}\text{C}$	Температурный коэффициент $(1/^{\circ}\text{C}) \times 10^{-3}$
Серебро	$1.59 \times 10^{-8}$	$6.30 \times 10^7$	3.8
Медь	$1.68 \times 10^{-8}$	$5.96 \times 10^7$	3.9
Золото	$2.44 \times 10^{-8}$	$4.10 \times 10^7$	3.4
Алюминий	$2.82 \times 10^{-8}$	$3.5 \times 10^7$	3.9
Вольфрам	$5.60 \times 10^{-8}$	$1.79 \times 10^7$	4.5
Цинк	$5.90 \times 10^{-8}$	$1.69 \times 10^7$	3.7
Никель	$6.99 \times 10^{-8}$	$1.43 \times 10^7$	6
Литий	$9.28 \times 10^{-8}$	$1.08 \times 10^7$	6
Железо	$1.0 \times 10^{-7}$	$1.00 \times 10^7$	5
Платина	$1.06 \times 10^{-7}$	$9.43 \times 10^6$	3.9
Олово	$1.09 \times 10^{-7}$	$9.17 \times 10^6$	4.5

Так как атомы различных веществ в разной степени препятствуют прохождению электрического тока, то и электрическое сопротивление у различных веществ разное. По этой причине введено понятие удельное электрическое сопротивление, величина которого « $\rho$ » характеризует проводящие свойства того или иного вещества.

Удельное электрическое сопротивление измеряется в Ом\*м, то есть сопротивление куба вещества с ребром в 1 метр. Таким же образом электропроводность вещества характеризуется удельной электропроводностью, измеряемой в См/м, то есть проводимость куба вещества с ребром в 1 метр.

Сегодня проводящие материалы в электротехнике используют в основном в виде лент, шин, проволок, с определенной площадью поперечного сечения и определенной длины, но не в виде метровых кубов. И для более удобных расчетов электрического сопротивления и электропроводности проводников конкретных размеров были введены более приемлемые единицы измерения как для удельного электрического сопротивления, так и для удельной электропроводности. Ом\*мм<sup>2</sup>/м — для удельного сопротивления, и См\*м/мм<sup>2</sup> — для удельной электропроводности.

Теперь можно говорить, что удельное электрическое сопротивление и удельная электропроводность характеризуют проводящие свойства проводника площадью поперечного сечения в 1 кв.мм, длиной в 1 метр при температуре 20°C, это более удобно.

Таблица 4.3.2

Вещество	$\rho, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	Вещество	$\rho, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	Вещество	$\rho, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$
Серебро	0,016	Никелин (сплав)	0,40	Нихром (сплав)	1,1
Медь	0,017				
Золото	0,024	Манганин (сплав)	0,43	Фехраль (сплав)	1,3
Алюминий	0,028				
Вольфрам	0,055	Константан (сплав)	0,50	Графит	13
Железо	0,10			Фарфор	$10^{19}$
Свинец	0,21	Ртуть	0,96	Эбонит	$10^{20}$

Лучшей электропроводностью обладают такие металлы как: золото, медь, серебро, хром, алюминий. Сталь и железо проводят ток хуже. Чистые металлы всегда обладают лучшей электропроводностью, чем их сплавы, поэтому чистая медь в электротехнике предпочтительней. Если нужно специально высокое сопротивление, то используют вольфрам, нихром, константан.

Зная величину удельного электрического сопротивления или удельной электропроводности, можно легко вычислить сопротивление или электропроводность конкретного проводника, изготовленного из данного материала, приняв в расчет длину  $l$  и площадь поперечного сечения  $S$  этого проводника.

Электропроводность и электрическое сопротивление всех материалов зависит от температуры, поскольку частота и амплитуда тепловых колебаний атомов кристаллической решетки с ростом температуры так же возрастает, соответственно возрастает и сопротивление электрическому току, потоку электронов.

При понижении температуры — наоборот, колебания атомов кристаллической решетки становятся меньше, сопротивление уменьшается (возрастает электропроводность). У одних веществ зависимость сопротивления от температуры выражена слабее, у других — сильнее. Например такие сплавы как константан, фехраль и манганин слабо меняют удельное сопротивление в определенном интервале температур, поэтому из них делают термостабильные резисторы.

### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое электропроводность веществ?
2. Что такое электрическое сопротивление?
3. Что такое удельное электрическое сопротивление и удельная электропроводность?

## Раздел 5. Проводниковые материалы.

### Тема 5.1 Проводниковые материалы высокой проводимости.

К этой группе относятся серебро, медь, алюминий.

Серебро - один из наиболее дефицитных металлов, достаточно широко применяемый в электротехнике и электронике для высокочастотных кабелей, защиты медных проводников от окисления, для электродов некоторых типов керамических и слюдяных конденсаторов в электрических контактах. Серебро используется в сплавах с медью, никелем или кадмием, в припоях ПСр-10, ПСр-25 и др. Серебро марки Ср999 - 999,9 должно иметь примесей не более 0,1%. Удельное электрическое сопротивление  $\rho = 0,015 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ . Механические характеристики серебра невысоки:

твердость по Бринелю - 25 (немного более золота), предел прочности при разрыве не более 200 МПа, относительное удлинение при разрыве - 50%. По сравнению с золотом и платиной имеет пониженную химическую стойкость. Часто применение серебра ограничивается его способностью диффундировать в материалы подложки.

Медь - наиболее широко применяется в качестве проводникового материала: в производстве обмоточных и монтажных проводов и кабелей (мягкая отожженная медь марки ММ) в производстве волноводов и т. д.; при изготовлении контактных проводов, шин распределительных устройств, коллекторных пластин электрических машин (медь твердая марки МТ-имеет меньшую проводимость и относительное удлинение перед разрывом, но большую механическую прочность, чем отожженная медь марки ММ).

Наиболее нежелательными примесями в меди являются висмут и свинец, сера, кислород. Наиболее чистые сорта проводниковой меди марок МООК (катодная) и МООБ (бескислородная), содержат примесей не более 0,001%. В производстве проводниковых изделий применяют марки меди с содержанием примесей не более 0,05-0,1%, для проводов очень малого диаметра (0,01 мм) и проводов, работающих при температурах выше 300°C применяют проволоку из бескислородной меди. Основные характеристики меди марок ММ и МТ приведены в табл. 5.1.1.

Таблица 5.1.1

Характеристика	Медь марки ММ	Медь марки МТ
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	8900	8960
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	260-280	360-390
Относительное удлинение, %	6-35	0,5-2
Уд. электрическое сопротивление, мкОм · м	0,0172-0,0174	0,0177-0,0180
Температурный коэффициент уд. электр. сопротивления, 1/°С	0,0043	0,0043

Бронзы-сплавы меди с оловом (оловянные), алюминием (алюминиевые), бериллием (бериллиевые) и др. легирующими элементами. По электропроводности уступают меди, но превосходят ее по механической прочности, упругости, сопротивлению к истиранию и коррозионной стойкости. Применяются для изготовления пружинящих контактов электрических приборов, контактов токоведущих пружин, проводов линий электрического транспорта, пластин коллекторов электрических машин.

Бронзовые детали для упрочнения подвергаются термической обработке-закалке и отпуску при повышенных температурах. Предел прочности на растяжение бронз может быть 800-1200 МПа и более, в то время как проводимость твердых бронз может составлять 10-30% от проводимости чистой меди. Пример некоторых марок бронз: Бр010 (10% олова, остальное медь); БрА7 (6-8,0% алюминия, остальное медь).

Алюминий - в 3,3 раза легче меди, имеет сравнительно большую проводимость (для АМ  $\rho = 0,028$  мкОм · м) и стойкость к атмосферной коррозии за счет защитной пленки оксида  $Al_2O_3$ . Алюминий мягкий имеет прочность на разрыв 80, твердый 160-170 МПа. По сравнению с медью имеет больший температурный коэффициент линейного расширения ( $26 \cdot 10^{-6}$  1/°С), что является недостатком. В местах контакта алюминиевого провода с проводами из других металлов во влажной среде возникает гальваническая пара, поэтому незащищенная лаками или другими способами алюминиевая проволока разрушается коррозией. Из алюминия особой чистоты с содержанием примесей не более 0,005% изготавливают электроды алюминиевых конденсаторов и алюминиевую фольгу. Из алюминия, содержащего примесей не более 0,3-0,5% (марки А7Е и А5Е) изготавливают проволоку и шины. Для жил кабелей может использоваться алюминий с уменьшенным содержанием

примесей-марки А75К, А8К и А8КУ. Алюминиевые провода можно соединять друг с другом холодной или горячей сваркой, а также пайкой с применением специальных флюсов и припоев.

Из алюминиевых сплавов наиболее широко используется альдрей, высокие механические свойства которого достигаются за счет наличия в его составе соединения  $Mg_2Si$  (сплав содержит более 98% чистого алюминия). Его  $\sigma_p = 350$  МПа,  $\rho = 0,0317$  мкОм · м.

В линиях электропередачи широко применяют сталеалюминиевый провод - стальные жилы, обвитые алюминиевой проволокой. Для сталеалюминиевого провода воздушных линий используется особо прочная стальная проволока с  $\sigma_p = 1200 - 1500$  МПа, покрытая цинком для защиты от коррозии в условиях повышенной влажности.

Сталь (железо с содержанием углерода 0,1 - 0,15%) как проводниковый материал используется в виде шин, рельсов трамваев, электрических железных дорог и пр. Удельная проводимость стали в 6-7 раз меньше, чем у меди,  $\sigma_p = 700 - 750$  МПа, относительное удлинение перед разрывом 5-8%. На переменном токе в стали проявляется поверхностный эффект и появляются потери мощности на гистерезис. Такая сталь может использоваться для проводов воздушных линий электропередач, если передаются небольшие мощности и основную роль играет не удельное сопротивление провода, а его механическая прочность.

Сплавы высокого сопротивления

Манганины - сплавы на медной основе, содержащие около 85% Cu, 12% Mn, 3% Ni.

Применяются для изготовления образцовых резисторов, шунтов приборов и т. д., имеет малую термоЭДС в паре с медью (1-2 мкВ/К), удельное сопротивление 0,42 - 0,48 мкОм · м,  $\sigma_p = 450 - 600$  МПа,  $\Delta l/l = 15 - 30$  %, максимальная длительная рабочая температура не более 200°C. Можно изготавливать в виде проволоки толщиной до 0,02 мм с эмалевой и др. изоляцией.

Константан - медно-никелевый сплав (средний состав 60% Cu, 40% Ni) имеет  $\rho = 0,48 - 0,52$  мкОм · м,  $\alpha_p = (5 - 25) \cdot 10^{-6}$  К<sup>-1</sup>,  $\sigma_p = 400 - 500$  МПа,  $\Delta l/l = 20 - 40$ %. ТермоЭДС в паре с медью 45 - 55 мкВ/К, поэтому константан можно использовать для термопар. Реостаты и нагревательные элементы из константана могут длительно работать при температуре 450°C.

Жаростойкие сплавы - это сплавы на основе никеля, хрома и других компонентов. Устойчивость этих сплавов к высоким температурам объясняется наличием на их поверхности оксидов хрома  $Cr_2O_3$  и окиси никеля NiO. Сплавы системы Fe-Ni-Cr называются нихромами, на основе никеля, хрома и алюминия фехралями и хромальми. В марках сплавов буквы обозначают: Х-хром, Н-никель, Ю-алюминий, Т-титан. Цифра, следующая за буквой, означает среднее процентное содержание этого металла. Некоторые свойства жаростойких сплавов приведены в табл. 5.1.2

Таблица 5.1.2

Марка сплава	Тип сплава	$\rho$ , мкОм · м	$T_{кр} \cdot 10^5$ , 1/°C	Максимальная допустимая температура, °C
X20H80	Нихром	1,04-1,17	9	1100
X13Ю4	Фехраль	1,2-1,34	15	950
X23Ю5Т	Хромаль	1,3 -1,5	5	1150

Основная область применения этих сплавов - электронагревательные приборы, реостаты, резисторы. Для электротермической техники и электрических печей большой мощности используют обычно более дешевые, чем нихром, фехраль и хромаль сплавы.

### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите проводниковые материалы высокой проводимости.
2. Перечислите сплавы высокого сопротивления.
3. Назовите область применения материалов высокой проводимости.

## Тема 5.2 Физические, механические и электрические свойства меди

Свойства меди, которая в природе встречается и в виде достаточно крупных самородков, люди изучили еще в древние времена, когда из этого металла и его сплавов делали посуду, оружие, украшения, различные изделия бытового назначения. Активное использование данного металла на протяжении многих лет обусловлено не только его особыми свойствами, но и простотой обработки. Медь, которая присутствует в руде в виде карбонатов и окислов, достаточно легко восстанавливается, что и научились делать наши древние предки.

Изначально процесс восстановления этого металла выглядел очень примитивно: медную руду просто нагревали на кострах, а затем подвергали резкому охлаждению, что приводило к растрескиванию кусков руды, из которых уже можно было извлекать медь. Дальнейшее развитие такой технологии привело к тому, что в костры начали вдувать воздух: это повышало температуру нагревания руды. Затем нагрев руды стали выполнять в специальных конструкциях, которые и стали первыми прототипами шахтных печей.

О том, что медь используется человечеством с древних времен, свидетельствуют археологические находки, в результате которых были найдены изделия из данного металла. Историками установлено, что первые изделия из меди появились уже в 10 тысячелетии до н.э, а наиболее активно она стала добываться, перерабатываться и использоваться спустя 8–10 тысяч лет. Естественно, предпосылками к такому активному использованию данного металла стали не только относительная простота его получения из руды, но и его уникальные свойства: удельный вес, плотность, магнитные свойства, электрическая, а также удельная проводимость и др.

В наше время уже сложно найти медь в природе в виде самородков, обычно ее добывают из руды, которая подразделяется на следующие виды.

Борнит — в такой руде медь может содержаться в количестве до 65%.

Халькозин, который также называют медным блеском. В такой руде меди может содержаться до 80%.

Медный колчедан, также называемый халькопиритом (содержание до 30%).

Ковеллин (содержание до 64%). Физические свойства

Медь в чистом виде представляет собой металл, цвет которого может варьироваться от розового до красного оттенка.

Радиус ионов меди, имеющих положительный заряд, может принимать следующие значения:

если координационный показатель соответствует 6-ти — до 0,091 нм;

если данный показатель соответствует 2 — до 0,06 нм.

Радиус атома меди составляет 0,128 нм, также он характеризуется сродством к электрону, равном 1,8 эВ. При ионизации атома данная величина может принимать значение от 7,726 до 82,7 эВ.

Медь — это переходный металл, показатель электроотрицательности которого составляет 1,9 единиц по шкале Полинга. Кроме этого, его степень окисления может принимать различные значения. При температурах, находящихся в интервале 20–100 градусов, его теплопроводность составляет 394 Вт/м\*К. Электропроводность меди, которую превосходит лишь серебро, находится в интервале 55,5–58 МСм/м.

Так как медь в потенциальном ряду стоит правее водорода, она не может вытеснять этот элемент из воды и различных кислот. Ее кристаллическая решетка имеет кубический гранцентрированный тип, величина ее составляет 0,36150 нм. Плавится медь при температуре 1083 градусов, а температура ее кипения — 26570. Физические свойства меди определяет и ее плотность, которая составляет 8,92 г/см<sup>3</sup>.



Рис.5.2.1 Самородная медь

Из ее механических свойств и физических показателей стоит также отметить следующие:

- термическое линейное расширение — 0,00000017 единиц;
- предел прочности, которому медные изделия соответствуют при растяжении, составляет 22 кгс/мм<sup>2</sup>;
- твердость меди по шкале Бринелля соответствует значению 35 кгс/мм<sup>2</sup>;
- удельный вес 8,94 г/см<sup>3</sup>;
- модуль упругости составляет 132000 Мн/м<sup>2</sup>;
- значение относительного удлинения равно 60%.

Совершенно уникальными можно считать магнитные свойства данного металла, который является полностью диамагнитным. Именно эти свойства, наряду с физическими параметрами: удельным весом, удельной проводимостью и другими, в полной мере объясняют широкую востребованность данного металла при производстве изделий электротехнического назначения. Похожими свойствами обладает алюминий, который также успешно используется при производстве различной электротехнической продукции: проводов, кабелей и др.

Основную часть характеристик, которыми обладает медь, практически невозможно изменить, за исключением предела прочности. Данное свойство можно улучшить практически в два раза (до 420–450 МН/м<sup>2</sup>), если осуществить такую технологическую операцию, как наклеп.

#### Химические свойства

Химические свойства меди определяются тем, какое положение она занимает в таблице Менделеева, где она имеет порядковый номер 29 и располагается в четвертом периоде. Что примечательно, она находится в одной группе с благородными металлами. Это лишнее подтверждает уникальность ее химических свойств, о которых следует рассказать более подробно.

В условиях невысокой влажности медь практически не проявляет химическую активность. Все меняется, если изделие поместить в условия, характеризующиеся высокой влажностью и повышенным содержанием углекислого газа. В таких условиях начинается активное окисление меди: на ее поверхности формируется зеленоватая пленка, состоящая из  $\text{CuCO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и различных сернистых соединений. Такая пленка, которая называется патиной, выполняет важную функцию защиты металла от дальнейшего разрушения.

Окисление начинает активно происходить и тогда, когда изделие подвергается нагреву. Если металл нагреть до температуры 375 градусов, то на его поверхности формируется оксид меди, если выше (375–1100 градусов) — то двухслойная окалина.

Медь достаточно легко реагирует с элементами, которые входят в группу галогенов. Если металл поместить в пары серы, то он воспламенится. Высокую степень родства он проявляет и к селену. Медь не вступает в реакцию с азотом, углеродом и водородом даже в условиях высоких температур.

Внимание заслуживает взаимодействие оксида меди с различными веществами. Так, при его взаимодействии с серной кислотой образуется сульфат и чистая медь, с бромоводородной и иодоводородной кислотой — бромид и иодид меди.

Иначе выглядят реакции оксида меди с щелочами, в результате которых образуется купрат. Получение меди, при котором металл восстанавливается до свободного состояния, осуществляют при помощи оксида углерода, аммиака, метана и других материалов.

Медь при взаимодействии с раствором солей железа переходит в раствор, при этом железо восстанавливается. Такая реакция используется для того, чтобы снять напыленный медный слой с различных изделий.

Одно- и двухвалентная медь способна создавать комплексные соединения, отличающиеся высокой устойчивостью. Такими соединениями являются двойные соли меди и аммиачные смеси. И те и другие нашли широкое применение в различных отраслях промышленности.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие физические свойства меди?
2. Какие механические свойства меди?
3. Какие электрические свойства меди?

### **Тема 5.3 Техническое использование меди в электротехнических изделиях.**

Применение меди, как и наиболее схожего с ней по своим свойствам алюминия, хорошо известно — это производство кабельной продукции. Медные провода и кабели, характеризуются невысоким электрическим сопротивлением и особыми магнитными свойствами. Для производства кабельной продукции применяются виды меди, характеризующиеся высокой чистотой. Если в ее состав добавить даже незначительное количество посторонних металлических примесей, к примеру, всего 0,02% алюминия, то электрическая проводимость исходного металла уменьшится на 8–10%.

Так, как технология изготовления медных шин известна, и на всех заводах практически одинакова, для потребителя на первый план выступает соотношение цена/качество. Но, говоря о качестве медных шин, стоит отметить, что примеси даже в очень незначительных количествах существенно снижают электропроводность меди. Поэтому браку здесь не место.

В то же время зарубежными и отечественными предприятиями предлагаются новаторские решения, позволяющие выпускать продукцию с четко заданными параметрами качества. Более того, в особо ответственных моментах изготовление медных шин происходит по собственным, иногда оригинальным, решениям.

Влияние примесей на свойства меди

Вопрос чистоты меди достаточно важен:

- при наличии 0,02% примеси алюминия электропроводность снижается примерно на 10%. А ведь алюминий достаточно хороший проводник
- при наличии 0,1% фосфора сопротивление увеличивается на 55%, следовательно проводимость уменьшается, как величина обратная сопротивлению
- если в меди будет висмут или свинец в количестве более 0,001%, то это вызывает красноломкость (растрескивание при горячей обработке давлением)
- кислород в меди затрудняет пайку и увеличивает удельное сопротивление. Чтобы этого избежать вводят присадку фосфора
- водород - образует микротрещины и повышает ломкость

Если присутствует несколько примесей, то бывают ситуации, что они взаимодействуют и их влияние увеличивается в разы.

Для использования меди для передачи электричества наличие примесей оказывает только негативный эффект.

Марки меди для электротехники и вообще

Марки меди состоят из буквы “М”, что значит медь. Далее следует цифра от 0 до 4. Иногда затем встречается одна из букв, которые характеризуют способ получения металла: к - катодный, р - раскисленная с низким остаточным фосфором, ф - раскисленная с высоким остаточным фосфором, б - бескислородная. Бескислородная это М0, а раскисленная - М1. Существуют множество марок меди, рассмотрим некоторые:

Специальная марка меди - М1Е. Это электротехническая медь, которая выпускается в виде шин, прутков различного диаметра и сечения. Она бывает особо твердой, твердой, полутвердой и мягкой.

Проводимость у мягкой меди на пару процентов выше.

Выпускается в форме шин, прутков, круга. Прутья в свою очередь имеют диаметр от 5 до 40мм и форму сечения - круг, квадрат, шестигранник. У данного типа меди ограниченный срок хранения - до года у мягкой и полгода - у твердой.

Медные сплавы в электротехнике

Существуют различные сплавы меди, среди них бронза, латунь и прочие. У некоторых из них нашлось применение и в энергетике. Рассмотрим эти сплавы.

Бронзы - сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, свинцом. Среди прочих примесей самыми высокими электропроводностями отличаются (в порядке уменьшения электропроводности): кадмиевая, хромистая и бериллиевая бронзы. Самая же распространенная оловянная бронза имеет низкий показатель электропроводности. Бронзы используются для изготовления контактов, пружинных контактов, пластин в деталях электрических машин, проводов повышенной прочности.

Латуни - сплав меди с цинком (эти два вещества составляют большую часть сплава) и других примесей. Процентная доля цинка доходит до 43%. Используют для пружинящих контактов, штепсельных разъемов.

Манганин - сплав меди с добавкой марганца и никеля. Применяется для изготовления добавочных резисторов и шунтов в измерительной технике. Если вместо меди использовать серебро, то электрические свойства улучшаются.

M0, M00, M06	для проводников тока и сплавов высокой чистоты
M001, M0016	для изготовления проволоки, контактных проводов, шин и других электротехнических изделий
M006, M16	для изготовления проводников тока и сплавов высокой чистоты
M1	Для проводников тока, проката и высококачественных бронз, не содержащих олова; для изготовления изделий криогенной техники; для изготовления проволоки и прутков для автоматической сварки в среде инертных газов, под флюсом и газовой сварки неотчетливых конструкций из меди, а также изготовление электродов для сварки меди и чугуна
M1E, M1pE	Для производства холоднокатаных фольги и ленты, холоднокатаных и горячекатаных листов и плит, предназначенных для электротехнической промышленности.
M2	для высококачественных полуфабрикатов и сплавов на медной основе, обрабатываемых давлением; для изготовления изделий криогенной техники
M3	для проката, сплавов на медной основе и прочих литейных сплавов

### Вопросы для самоконтроля

1. Назовите область применения меди в электротехнических изделиях.
2. Какое влияние примесей на свойства меди?

### Тема 5.4 Физические, механические и электрические свойства алюминия.

Физические свойства алюминия. Алюминий — мягкий, легкий, серебристо-белый металл с высокой тепло- и электропроводностью. Температура плавления 660°C. По распространенности в земной коре алюминий занимает 3-е место после кислорода и кремния среди всех атомов и 1-е место — среди металлов.

Алюминий – металл, содержание которого в природе самое большое среди всех известных. Позднее начало его применения вызвано тем, что, поскольку он обладает высокой химической активностью, то находится в земной коре только в составе различных химических соединений. Восстановление чистого металла сопряжено с рядом трудностей, преодолеть которые стало возможным только с развитием технологий добычи металлов.

Чистый алюминий – мягкий ковкий металл серебристо-белого цвета. Это один из легчайших металлов, который, к тому же, хорошо поддается разнообразной механической обработке,

штамповке, прокатке, литью. На открытом воздухе практически моментально покрывается тонкой и прочной пленкой окисла, которая противодействует дальнейшему окислению.

Механические свойства алюминия, такие как мягкость, податливость штамповке, легкость в обработке, послужили широкому распространению во многих отраслях промышленности. Особенно часто алюминия используется в составе сплавов с другими металлами. Физические и химические свойства сплавов алюминия послужили поводом к широкому использованию их в качестве конструкционных материалов, снижающих общий вес конструкции без ухудшения прочностных качеств.

#### Физические свойства

Алюминий не имеет каких-либо уникальных физических свойств, но их сочетание делает металл одним из самых широко востребованных.

Твердость чистого алюминия по шкале Мооса равняется трем, что значительно ниже, чем у большинства металлов. Данный факт является практически единственным препятствием для использования чистого металла.

Если внимательно рассмотреть таблицу физических свойств алюминия, то можно выделить такие качества, как:

- Малую плотность ( $2.7 \text{ г/см}^3$ );
- Высокую пластичность;
- Низкое удельное электрическое сопротивление ( $0,027 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ );
- Высокую теплопроводность ( $203.5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ );
- Высокую светоотражательную способность;
- Низкую температуру плавления ( $660^\circ\text{C}$ ).

Такие физические свойства алюминия, как высокая пластичность, низкая температура плавления, отличные литейные качества, позволяют использовать данный металл в чистом виде и в составе сплавов на его основе для производства изделий любой самой сложной конфигурации.

Вместе с этим, это один из немногих металлов, хрупкость которого не возрастает при охлаждении до сверхнизких температур. Данное свойство определило одну из областей применения в конструктивных элементах криогенной техники и аппаратуры.

Существенно более высокую прочность, сравнимую с прочностью некоторых сортов стали, имеют сплавы на основе алюминия. Наибольшее распространение получили сплавы с добавлением магния, меди и марганца – дюралюминиевые сплавы и с добавлением кремния – силумины. Первая группа отличается высокой прочностью, а последняя одними из самых лучших литейных качеств.

Алюминий – металл, содержание которого в природе самое большое среди всех известных. Позднее начало его применения вызвано тем, что, поскольку он обладает высокой химической активностью, то находится в земной коре только в составе различных химических соединений. Восстановление чистого металла сопряжено с рядом трудностей, преодолеть которые стало возможным только с развитием технологий добычи металлов.

Чистый алюминий – мягкий ковкий металл серебристо-белого цвета. Это один из легчайших металлов, который, к тому же, хорошо поддается разнообразной механической обработке, штамповке, прокатке, литью. На открытом воздухе практически моментально покрывается тонкой и прочной пленкой окисла, которая противодействует дальнейшему окислению.

#### Внешний вид алюминия



Механические свойства алюминия, такие как мягкость, податливость штамповке, легкость в обработке, послужили широкому распространению во многих отраслях промышленности. Особенно часто алюминия используется в составе сплавов с другими металлами.

Физические и химические свойства сплавов алюминия послужили поводом к широкому использованию их в качестве конструкционных материалов, снижающих общий вес конструкции без ухудшения прочностных качеств.

Физические свойства

Алюминий не имеет каких-либо уникальных физических свойств, но их сочетание делает металл одним из самых широко востребованных.

Твердость чистого алюминия по шкале Мооса равняется трем, что значительно ниже, чем у большинства металлов. Данный факт является практически единственным препятствием для использования чистого металла.

Если внимательно рассмотреть таблицу физических свойств алюминия, то можно выделить такие качества, как:

Малую плотность (2.7 г/см<sup>3</sup>);

Высокую пластичность;

Низкое удельное электрическое сопротивление (0,027 Ом·мм<sup>2</sup>/м);

Высокую теплопроводность (203.5 Вт/(м·К));

Высокую светоотражательная способность;

Низкую температуру плавления (660°С).

Такие физические свойства алюминия, как высокая пластичность, низкая температура плавления, отличные литейные качества, позволяют использовать данный металл в чистом виде и в составе сплавов на его основе для производства изделий любой самой сложной конфигурации.

Вместе с этим, это один из немногих металлов, хрупкость которого не возрастает при охлаждении до сверхнизких температур. Данное свойство определило одну из областей применения в конструктивных элементах криогенной техники и аппаратуры.

Детали из алюминия

Существенно более высокую прочность, сравнимую с прочностью некоторых сортов стали, имеют сплавы на основе алюминия. Наибольшее распространение получили сплавы с добавлением магния, меди и марганца – дюралюминиевые сплавы и с добавлением кремния – силумины. Первая группа отличается высокой прочностью, а последняя одними из самых лучших литейных качеств.

Невысокая температура плавления снижает затраты на производство и себестоимость технологических процессов при производстве конструкционных материалов на основе алюминия и его сплавов.

Для изготовления зеркал используется такое качество, как высокий коэффициент отражения, сравнимый с показателем серебра, легкость и технологичность вакуумного напыления алюминиевых пленок на различные несущие поверхности (пластики, металл, стекло).

При плавке алюминия и выполнения литья особое внимание обращается на способность расплава поглощать водород. Не оказывая действий на химическом уровне, водород способствует уменьшению плотности и прочности за счет образования микроскопических пор при застывании расплава.

Благодаря низкой плотности и малому электрическому сопротивлению (ненамного выше меди), провода из чистого алюминия находят преимущественное применение при передаче электроэнергии в линиях электропередач, всего диапазона токов и напряжений в электротехнике, как альтернатива медным силовым и обмоточным проводам. Сопротивление меди несколько меньше, поэтому провода из алюминия необходимо использовать большего сечения, но итоговая масса изделия и его себестоимость оказываются в несколько раз меньше. Ограничением служит только несколько меньшая прочность алюминия и высокая сопротивляемость пайке из-за пленки окислов на поверхности. Большую роль играет наличие сильного электрохимического потенциала при контакте с таким металлом, как медь. В результате, в месте механического контакта меди и алюминия образуется прочная пленка окисла, имеющего высокое электрическое сопротивление. Это явление приводит к нагреву места соединения вплоть до расплавления проводников. Существуют жесткие ограничения и рекомендации по применению алюминия в электротехнике.

Химические свойства алюминия.

Являясь довольно химически активным металлом, алюминий активно сопротивляется коррозии. Это происходит благодаря образованию на его внешней поверхности очень прочной оксидной пленки под действием кислорода.

Прочная пленка оксида хорошо защищает поверхность даже от таких сильных кислот, как азотная и серная. Это качество нашло распространение в химии и промышленности для транспортировки концентрированной азотной кислоты.

Рарушить пленку можно сильно разбавленной азотной кислотой, щелочами при нагреве или при контакте с ртутью, когда на поверхности образуется амальгама. В перечисленных случаях оксидная пленка не является защитным фактором и алюминий активно взаимодействует с кислотами, щелочами и окислителями. Оксидная пленка также легко разрушается в присутствии галогенов (хлор, бром). Таким образом, соляная кислота  $\text{HCl}$ , хорошо взаимодействует с алюминием при любых условиях.

Химические свойства алюминия зависят от чистоты металла. Использование состава легирующих присадок некоторых металлов, в частности марганца, позволяет увеличить прочность защитной пленки, повысив, таким образом, коррозионную устойчивость алюминия. Некоторые металлы, к примеру, никель и железо, способствуют снижению коррозионную стойкость, но повышают жароустойчивость сплавов.

Оксидная пленка на поверхности алюминиевых изделий играет отрицательную роль при проведении сварочных работ. Мгновенное окисление ванны расплавленного металла при сварке не позволяет сформировать сварочный шов, поскольку окись алюминия имеет очень высокую температуру плавления. Для сварки алюминия используют специальные сварочные аппараты с неплавящимся электродом (вольфрам). Сам процесс ведется в среде инертного газа – аргона. При отсутствии процесса окисления сварочный шов получается прочным, монолитным. Некоторые легирующие добавки в сплавы дополнительно улучшают сварочные свойства алюминия.

Чистый алюминий практически не образует ядовитых соединений, поэтому активно используется в пищевой промышленности при производстве кухонной посуды, упаковки пищевых продуктов, тары для напитков. Оказывать негативное действие могут лишь некоторые неорганические соединения. Исследованиями также установлено, что алюминий не используется в метаболизме живых существ, его роль в жизнедеятельности ничтожна.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1.Какие физические свойства алюминия?
- 2.Какие механические свойства алюминия?
- 3.Какие электрические свойства алюминия?

### **Тема 5.5 Техническое использование алюминия в электротехнических изделиях.**

Алюминий и ряд его сплавов широко применяют в электротехнике благодаря его:

- высокой электропроводности;
- коррозионной стойкости;
- малой плотности;
- хорошим обрабатываемости давлением;
- декоративному виду;
- меньшей стоимости по сравнению с более дорогой медью и ее проводниковыми сплавами.

Электротехническая промышленность — крупнейший потребитель алюминия. Мировая доля ее потребления составляет 18% от общего количества алюминия. Наиболее широко алюминий используют в кабельной промышленности, на которую в настоящее время приходится около 90 % всего алюминия, потребляемого в электротехнике.

В зависимости от величины удельного электросопротивления алюминиевые электротехнические сплавы подразделяются следующим образом:

- проводниковые сплавы;
- сплавы с повышенным электротехническим сопротивлением.

### *Проводниковые сплавы*

Удельная электрическая проводимость электротехнического алюминия (А7Е, А5Е) по международному стандарту составляет 60—62% от проводимости отожженной меди. Технический алюминий (АДО) и электротехнический алюминий (преимущественно А5Е) широко применяют для изготовления проводов, кабелей, шнуров, шин, профилей и труб различного электротехнического назначения.

Наибольшее применение в электротехнике получили малолегированные сплавы системы Al—Mg—Si: АД31, АД31Е и их аналоги (АВЕ, 01327, АЕ1/АЕ2). Известны также сплавы на основе алюминия, опробованные в промышленных и полупромышленных условиях. В основном это сплавы систем Al—Fe—В(Ni), Al—РЗМ, Al—Mg(Cu), Al—Zr, Al—Si (01017, 01417, 01527, 01117 и др.).

При более низкой удельной проводимости (56—59% от отожженной меди) алюминиевые проводниковые сплавы имеют преимущественно то же назначение, что и электротехнический алюминий, и их используют при необходимости обеспечения более высокой прочности, теплопрочности, сопротивления ползучести и других специальных требований.

Из сплавов АД31, АД31Е изготавливают шины, профили и трубы, применяемые для различных электротехнических изделий; сплав АД31Е обеспечивает более высокую проводимость, чем сплав АД31 при примерно том же уровне механических свойств. Сплавы более ограниченного применения предназначены для бортовых проводов, кабелей связи, микропроводов интегральных схем и других специальных электротехнических целей. В основном это малолегированные сплавы систем, указанных выше, а также Al—Mg—Zn, Al—Cu и др. Все легирующие элементы и примеси, входящие в алюминиевые проводниковые сплавы, по степени снижения электропроводности отожженного алюминия делятся на две группы:

1. *Элементы*, незначительно снижающие проводимость при содержании 0,1—0,2 % (атомн.): Zn, Ni, Si, Cu, Mo, Ca, Fe, Mg, W ( $\gamma > 35 \text{ МСм} \cdot \text{м}^{-1}$ );
2. *Элементы*, значительно уменьшающие проводимость: Cr, Li, Mn, Ti, Be, Zr ( $\gamma < 34 \text{ МСм} \cdot \text{м}^{-1}$ ).

Микролегирование проводниковых сплавов поверхностно-активными добавками типа бора способствует понижению удельного электросопротивления алюминиевых сплавов в определенных температурных интервалах и повышению пластичности. Считается, что небольшие по размеру атомы бора (0,09 нм.) образуют нерастворимые бориды хрома, циркония и, выводя их из твердого раствора и из сплава, подавляют вредное действие титана, марганца и ванадия, повышают проводимость изготавливаемых из них электротехнических изделий. В последние годы алюминиевые проводниковые сплавы стали более широко применять для воздушных проводов и кабелей связи (в основном, сплавы АД31Е, АВЕ). Высокая прочность проводов из алюминиевых сплавов позволяет увеличить размеры пролетов линии электропередач, способствует уменьшению количества повреждений при монтаже. По величине сопротивления действию дуги, возникающей при коротком замыкании, провода из алюминиевых сплавов занимают второе место после медных и значительно устойчивее проводов из алюминия. Стоимость алюминиевого провода в линиях электропередач составляет от 1/2 до 1/3 стоимости медного провода равной проводимости. На сегодняшний день перечень основных видов применения алюминия и алюминиевых сплавов в электротехнической промышленности очень широк:

- $\frac{3}{4}$  сталеалюминиевые провода для напряжений до 750 кВ, предназначенные для передачи электрической энергии в воздушных электрических линиях и на линиях электрифицированного транспорта;
- $\frac{3}{4}$  силовые кабели высокого (1—35 кВ) и сверхвысокого напряжения (до 500 кВ) с алюминиевыми жилами и оболочками;
- $\frac{3}{4}$  кабели связи всевозможных видов и назначений;
- $\frac{3}{4}$  трансформаторы до 70 тыс. кВт;
- $\frac{3}{4}$  электрические двигатели до 1000 кВт и более;
- $\frac{3}{4}$  электрические приводы;
- $\frac{3}{4}$  корпуса электрических батарей;
- $\frac{3}{4}$  зарядные станции для электромобилей;

- $\frac{3}{4}$  шинопроводы;
- $\frac{3}{4}$  провода для работы при повышенных температурах;
- $\frac{3}{4}$  биметаллические алюминированные установочные провода и жилы для контрольных и радиочастотных кабелей;
- $\frac{3}{4}$  разнообразная электрическая и светотехническая арматура.

Сортамент полуфабрикатов, используемых в этих изделиях электротехнического назначения очень разнообразен:

- прямоугольная (сечением  $1,8 \div 7,7 \times 4,1, 1,8 \text{ мм}$ ) и круглая проволока диаметром от 0,08 мм до микронных размеров в волокнистой, эмалированной, волокнистой и пластмассовой изоляции, оксидированная или незащищенная;

- кабельные оболочки диаметром 10—100 мм неограниченной длины; однопроволочные секторные жилы сечением 50—240 мм<sup>2</sup>, фасонные и прямоугольные шины шириной до 380 мм;

- листы, фольга, биметаллы; литые детали, преимущественно из различных сплавов алюминия.

Кроме специальных проводниковых сплавов, в электро- и светотехнике находят применение мало- и среднелегированные алюминиевые деформируемые сплавы проводимостью ниже 30—32 МСм·м<sup>-1</sup>. Наиболее широко применим сплав АД31, в ряде случаев используют сплавы 1320, 1915, 1925 (1955) и др. Сплав 1320 системы Al—Mg—Si наиболее близок по свойствам к сплаву АД31, превосходит последний по пределам прочности и текучести, коррозионным свойствам, качеству поверхности после прессования, уступая по электропроводности. Большинство вышеперечисленных сплавов применяют для получения различных прессованных полуфабрикатов электротехнического назначения. Профили из этих сплавов максимально приближены по сечению к определенным деталям электротехнических изделий. Кроме того, прессованные профили применяют для изготовления:

- корпусов электродвигателей;
- разных приборов;
- стоек;
- ребер жесткости;
- плат, к которым крепятся детали;
- радиаторов и охладителей полупроводниковых приборов непосредственно или взамен стального и медного проката, алюминиевого и медного литья.

Термическая обработка алюминиевых сплавов, применяемых в электротехнике, позволяет существенно изменять характеристики электропроводности. Так закалку сплавов АД31Е, АД31, 1320 можно осуществлять в широком диапазоне температур: от 490 до 565 °С, предпочтительно при 525 °С в холодную воду. Старение — искусственное по унифицированному режиму: 165 °С, выдержка 12 ч или при 140—180 °С, 12—2 ч в зависимости от требований, предъявляемых к механическим свойствам и электропроводности деталей. Термомеханическая обработка позволяет получить проволоку из сплава АД31Е и его аналогов с высокими значениями электропроводности и прочностных характеристик одновременно. Наиболее распространена низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО) по следующей технологической схеме: закалка бухт катанки от 525—565 °С в воду с температурой 20 °С, волочение в процессе естественного старения со степенью деформации более 80 %; искусственное старение при 140—180 °С в течение 16—20 ч. Использование ТМО возможно при производстве катанки из алюминиевых сплавов непрерывным методом. Для этого необходимо проводить волочение проволоки сразу после прокатки катанки с регулированием скоростей прокатки и охлаждения заготовки. Новая технология получения проволоки и полуфабрикатов из гранул и в виде композиционных материалов позволяет получить материалы, обладающие особыми физико-механическими и другими свойствами, что открывает перспективу создания принципиально новых конструкций и технологических решений в электротехнике. Примером может служить биметаллическая проволока алюминий (алюминиевый сплав) — медь, позволяющая изготавливать провода вдвое более легкие, чем медные, и имеющие проводимость на уровне электротехнической меди. Те же преимущества позволяют получить алюминийуглеродные, алюминированные слоистые ленты, листы, плиты.

В электротехнике есть три сектора где медь и алюминий конкурируют между собой:

- $\frac{3}{4}$  кабели низкого и среднего напряжения;
- $\frac{3}{4}$  трансформаторы;
- $\frac{3}{4}$  шины электропитания.

Для кабельной продукции необходимо решить, что важнее поперечное сечение кабеля или больший вес? Алюминиевый кабель будет более дешев, чем медный, однако, медный более технологичен для различных конструктивных решений и менее проблематичен при применении в контактных соединениях. В последнее время появились медно-алюминиевые кабели, что позволило примирить конкурентов по электропроводимости: медь и алюминий.

Применение алюминия в трансформаторах вместо меди позволяет существенно экономить его вес. Различие в производственных затратах медных и алюминиевых трансформаторов компенсируют друг друга и по мнению изготовителей, выбор материала- прежде всего вопрос идеологии компании.

Требования к шинам электропитания диктуются, в первую очередь, габаритными размерами соответствующих конструкций. *Большое количество токопроводящего материала и небольшое количество изоляционного материала в малом пространстве* - вот что такое шины электропитания. Поэтому на первый план выдвигается ценовое различие. Большое количество электрических соединений в пределах небольшого пространства означает возможные проблемы соединений с алюминием. А когда все конструктивные решения учтены, вопрос выбора материала становится почти философским. Если в качестве критерия выбрана цена, то предпочтителен алюминий. С целью улучшить электропроводимость на алюминиевые контакты можно различным способом нанести медь. Алюминиевые и медные проводники, как правило, покрывают металлом с серебром или оловом. В цехах химического производства, на месторождениях нефти и газа, нефтегазоперерабатывающих заводах, сталелитейных заводах могут присутствовать коррозионно-активные газы, такие как сероводород. Алюминий стоек в сероводородных средах, а для медных контактов необходима оловянная металлизация.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите проводниковые сплавы и их свойства.
2. Назовите область применения алюминия и алюминиевых сплавов.

### **Тема 5.6 Электрические свойства серебра и его применение.**

Одним из главных свойств серебра является его уникальная электрическая проводимость. При температуре  $+20^{\circ}\text{C}$  оно обладает наибольшей электропроводностью среди всех элементов. Серебро плавится при температуре  $961^{\circ}\text{C}$ , которая является наименьшей среди всех драгоценных металлов.

Серебро необычайно пластичный металл. Оно хорошо полируется, придавая металлу особую яркость, режется, скручивается. Путем прокатки можно получить листы толщиной до  $0,00025$  мм. Из  $30$  граммов можно вытянуть проволоку длиной более  $50$  километров. Тонкая серебряная фольга в проходящем свете имеет фиолетовый цвет. По своей мягкости этот металл занимает промежуточное положение между золотом и медью.

Серебро — белый блестящий металл, с кубической гранцентрированной решеткой,  $a = 0,4086$  нм.

Плотность  $10,491$  г/см<sup>3</sup>.

Температура плавления  $961,93^{\circ}\text{C}$ .

Температура кипения  $2167^{\circ}\text{C}$ .

Серебро обладает наивысшей среди металлов удельной электропроводностью  $6297$  сим/м ( $62,97$  ом $\cdot$ л $\cdot$ см $\cdot$ л) при  $25^{\circ}\text{C}$ .

Теплопроводностью  $407,79$  Вт/(м $\cdot$ К.) [ $0,974$  кал/(см $\cdot$ °С $\cdot$ сек)] при  $18^{\circ}\text{C}$ .

Удельная теплоемкость  $234,46$  дж/(кг $\cdot$ К) [ $0,056$  кал/(г $\cdot$ °С)].

Удельное электросопротивление  $15,9$  ном $\cdot$ м ( $1,59$  мком $\cdot$ см) при  $20^{\circ}\text{C}$ .

Степень отражения серебра в инфракрасном диапазоне  $98\%$ , а видимой области спектра —  $95\%$ .

Легко сплавляется со многими металлами; небольшие добавки меди делают его более твердым, годным для изготовления различных изделий.

Химические свойства серебра.

Чистое серебро при комнатной температуре устойчиво на воздухе, но только в том случае, если воздух чистый. Если же в воздухе содержится хотя бы небольшой процент сероводорода или других летучих соединений серы, то серебро темнеет. Применение серебра.

Благодаря своим уникальным свойствам: высоким степеням электро- и теплопроводности, отражательной способности, светочувствительности и т. д. — серебро имеет очень широкий диапазон применения. Серебро обладает наибольшей электропроводностью, теплопроводностью и стойкостью к окислению кислородом при обычных условиях. Поэтому оно широко применяется для контактов электротехнических изделий, например, контакты реле, ламели, а также для многослойных керамических конденсаторов, в СВЧ технике как покрытие внутренней поверхности волноводов.

Медносеребряные припои ПСр-72, ПСр-45 и другие, применяются для пайки разнообразных ответственных соединений, в том числе, разнородных металлов.

Большое количество серебра постоянно расходуется для производства серебряно-цинковых и серебряно-кадмиевых аккумуляторных батарей, обладающих очень высокой энергоплотностью и массовой энергоёмкостью и способных при малом внутреннем сопротивлении выдавать в нагрузку очень большие токи.

Галогениды серебра и нитрат серебра применяются в фотографии, так как обладают высокой светочувствительностью.

Иодистое серебро применяется для управления климатом («разгон облаков»).

Используется как покрытие для зеркал с высокой отражающей способностью (в обычных зеркалах используется алюминий).

Серебро применяется в качестве добавки (0,1—0,4 %) к свинцу для отливки токоотводов положительных пластин специальных свинцовых аккумуляторов (очень большой срок службы (до 10—12 лет) и малое внутреннее сопротивление).

Как катализатор в реакциях окисления, например при производстве формальдегида из метанола, а также эпоксида из этилена.

Хлорид серебра применяется в хлор-серебряно-цинковых батареях, а также для покрытий некоторых радарных поверхностей. Кроме того, хлорид серебра, прозрачный в инфракрасной области спектра, используется в инфракрасной оптике.

Используется в качестве катализатора в фильтрах противогаров.

Фосфат серебра применяется для варки специального стекла, используемого для дозиметрии излучений. Примерный состав такого стекла: фосфат алюминия — 42 %, фосфат бария — 25 %, фосфат калия — 25 %, фосфат серебра — 8 %.

Монокристаллы фторида серебра применяются для генерации лазерного излучения с длиной волны 0,193 мкм (ультрафиолетовое излучение).

В некоторых специальных случаях серебро так же используется в сухих гальванических элементах следующих систем: хлор-серебряный элемент, бром-серебряный элемент, йод-серебряный элемент.

Применение серебра.

Благодаря своим уникальным свойствам: высоким степеням электро- и теплопроводности, отражательной способности, светочувствительности и т. д. — серебро имеет очень широкий диапазон применения. Его применяют в электронике, электротехнике, ювелирном деле, фотографии, точном приборостроении, ракетостроении, медицине, для защитных и декоративных покрытий, для изготовления монет, медалей и других памятных изделий. Области применения серебра постоянно расширяются, и его применение — это не только сплавы, но и химические соединения.

20% в виде сплавов используется для изготовления контактов, припоев, проводящих слоев в электротехнике и электронике.

20 - 25% произведенного серебра служит для производства серебряно-цинковых аккумуляторов.

Остальная часть благородного металла используется в ювелирной и других отраслях промышленности.

Применение серебра в промышленности.

Серебро обладает наибольшей электропроводностью, теплопроводностью и стойкостью к окислению кислородом при обычных условиях. Поэтому оно широко применяется для контактов электротехнических изделий, например, контакты реле, ламели, а также для многослойных керамических конденсаторов, в СВЧ технике как покрытие внутренней поверхности волноводов.

Медносеребряные припои ПСр-72, ПСр-45 и другие, применяются для пайки разнообразных ответственных соединений, в том числе, разнородных металлов.

Большое количество серебра постоянно расходуется для производства серебряно-цинковых и серебряно-кадмиевых аккумуляторных батарей, обладающих очень высокой энергоплотностью и массовой энергоёмкостью и способных при малом внутреннем сопротивлении выдавать в нагрузку очень большие токи.

Серебро применяется в качестве добавки (0,1—0,4 %) к свинцу для отливки токоотводов положительных пластин специальных свинцовых аккумуляторов (очень большой срок службы (до 10—12 лет) и малое внутреннее сопротивление).

Хлорид серебра применяется в хлор-серебряно-цинковых батареях, а также для покрытий некоторых радарных поверхностей. Кроме того, хлорид серебра, прозрачный в инфракрасной области спектра, используется в инфракрасной оптике.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие электрические свойства серебра?
2. Назовите область применения серебра в электротехнических изделиях.

### **Тема 5.7 Проводниковые материалы с большим удельным сопротивлением.**

Проводниковые материалы с большим удельным сопротивлением - константан, нихром, манганин, фехраль. Их свойства и область применения. Чтобы повысить величину удельного сопротивления проводников, применяют сплавы нескольких металлов. Установлено, что только сплавы с неупорядоченной структурой обладают повышенными значениями удельного сопротивления и малыми значениями температурного коэффициента сопротивления.

Для создания реостатов, изготовления точных сопротивлений, производства электрических печей и различных электронагревательных приборов зачастую необходимы проводники из материалов, обладающих высоким удельным сопротивлением и малым температурным коэффициентом сопротивления.

Данные материалы в форме лент и проволок должны желательнее обладать удельным сопротивлением от 0,42 до 0,52 Ом·кв.мм/м. К таким материалам и относятся сплавы на основе никеля, меди, марганца и некоторых других металлов. Особого внимания заслуживает ртуть, поскольку ртуть в чистом виде сама по себе обладает удельным сопротивлением в 0,94 Ом·кв.мм/м.

Характерные свойства, требуемые от сплавов в индивидуальном плане, определяются конкретным назначением того или иного устройства, в котором этот сплав будет использован.

Например, для изготовления точных сопротивлений требуются сплавы с низкой термо-эдс, наводимой при контакте сплава с медью. Сопротивление также должно оставаться постоянным во времени. В печах и электрических нагревательных приборах недопустимо окисление сплава даже при температурах от 800 до 1100 °С, то есть здесь нужны жаростойкие сплавы.

Охватывает все эти материалы одна общая их особенность — это все сплавы с большим удельным сопротивлением, потому данные сплавы и получили название сплавов высокого электрического сопротивления. Материалы высокого электрического сопротивления, в данном контексте, являются растворами металлов, и обладают хаотичной структурой, благодаря чему и удовлетворяют предъявляемым к себе требованиям.

**Манганин**

Для изготовления точных сопротивлений традиционно используют манганины. Манганины состоят из никеля, меди и марганца. Меди в их составе — от 84 до 86%, марганца — от 11 до 13%, никеля — от 2 до 3%. Самый же популярный из манганинов сегодня содержит 86% меди, 12% марганца и 2% никеля.

Чтобы стабилизировать манганины, в них добавляют немного железа, серебра и алюминия: алюминия - от 0,2 до 0,5%, железа — от 0,2 до 0,5%, серебра — 0,1%. Манганины имеют характерный светло-оранжевый цвет, их средняя плотность — 8,4 г/см<sup>3</sup>, а температура плавления — от 960 °С.

Манганиновая проволока диаметром от 0,02 до 6 мм (или лента толщиной от 0,09 мм) бывает твердой или мягкой. Отожженная мягкая проволока имеет прочность на разрыв от 45 до 50 кг/кв.мм, относительное удлинение составляет от 10 до 20%, удельное сопротивление — от 0,42 до 0,52 Ом\*кв.мм/м.

Характеристики твердой проволоки: прочность на разрыв от 50 до 60 кг/кв.мм, относительное удлинение — от 5 до 9%, удельное сопротивление — 0,43 — 0,53 Ом\*кв.мм/м. Температурный коэффициент проволочек или лент из манганина лежит в пределах от  $3 \cdot 10^{-5}$  до  $5 \cdot 10^{-5}$  1/°С, а для стабилизированных — до  $1,5 \cdot 10^{-5}$  1/°С.

Приведенные характеристики указывают на то, что зависимость от температуры электрического сопротивления манганина крайне незначительна, а это фактор в пользу постоянства сопротивления, что весьма значимо для прецизионных электроизмерительных устройств. Малая термо-эдс — еще одно достоинство манганина, и при соприкосновении с медными элементами она не превысит 0,000001 вольта на градус.

С целью стабилизации электрических характеристик проволоки из манганина ее нагревают в условиях вакуума до 400 °С, и выдерживают при такой температуре в течение от 1 до 2 часов. Затем проволоку длительно выдерживают при комнатной температуре для достижения приемлемой однородности сплава и для получения стабильных свойств.

В обычных рабочих условиях такая проволока сможет быть использована при температурах до 200 °С — для стабилизированного манганина, и до 60 °С — для нестабилизированного манганина, ибо нестабилизированный манганин при нагреве от 60 °С и выше претерпит необратимые изменения, которые скажутся на его свойствах. Так, нестабилизированный манганин лучше не нагревать до 60 °С, и следует считать эту температуру максимально допустимой.

На сегодняшний день промышленностью выпускается как голая манганиновая проволока, так и проволока в высокопрочной эмалевой изоляции — для изготовления обмоток, в шелковой изоляции, и в двухслойной лавсановой изоляции.

#### Константан

Константан, в отличие от манганина, содержит больше никеля — от 39 до 41%, меньше меди — 60-65%, значительно меньше марганца — 1-2%, - это тоже медно-никелевый сплав. Температурный коэффициент сопротивления у константана приближается к нулю — это главное достоинство данного сплава.

Константан отличается характерным серебристо-белым цветом, температура плавления 1270 °С, плотность в среднем около 8,9 г/см<sup>3</sup>. Промышленностью выпускается константановая проволока диаметром от 0,02 до 5 мм.

Отожженная мягкая константановая проволока имеет прочность на разрыв 45 — 65 кг/кв.мм, ее удельное сопротивление — от 0,46 до 0,48 Ом · кв.мм/м. Для твердой константановой проволоки: прочность на разрыв — от 65 до 70 кг/кв.мм, удельное сопротивление — от 0,48 до 0,52 Ом · кв.мм/м. Термо-эдс константана в паре с медью равна 0,000039 вольта на градус, что служит ограничением для использования константана в изготовлении точных резисторов и электроизмерительных приборов.

Значительная, в сравнении с манганином, термо-эдс позволяет применять константановую проволоку в термопарах (в паре с медью) с целью измерения температур до 300° С. При температурах выше 300° С медь начнет окисляться, при этом стоит отметить, что константан начнет окисляться лишь при 500° С.

Промышленностью выпускается как константановая проволока без изоляции, так и обмоточная проволока в высокопрочной эмалевой изоляции, проволока в двухслойной шелковой изоляции, и проволока в комбинированной изоляции — один слой эмали и один слой шелка или лавсана.

В реостатах, где напряжение между соседними витками не превышает нескольких вольт, используется такое свойство константановой проволоки: если за несколько секунд проволоку

нагреть до 900° С, после чего охладить на воздухе, то проволока покрывается темно-серой пленкой оксида, эта пленка может служить своеобразной изоляцией, поскольку обладает диэлектрическими свойствами.

Иногда электроустройство должно иметь большое сопротивление, тогда применяемый материал должен обладать большим удельным сопротивлением, так как чем больше  $\rho$ , тем меньше масса металла. Таковыми являются металлы и сплавы, у которых  $\rho_{200c}$  не менее 0,3 мкОм.м. Чистые металлы в таких случаях применяются реже, чем сплавы. Классифицировать их можно по разным признакам, в том числе – по области применения, определяющей требования к материалам с большим сопротивлением.

Общие требования к материалам с большим сопротивлением:

- 1) большое удельное сопротивление (не менее 0,3 мкОм.м)
- 2) достаточная механическая прочность
- 3) технологичность, обеспечивающая возможность получения соответствующих сечений.
- 4) стабильность сопротивления во времени (отсутствие явления старения, то есть изменения  $\rho$  во времени)
- 5) при изменениях температуры  $\rho$  не должно меняться, то есть должен быть как можно малый ТКР ( $\alpha\rho$ )
- 6) термо-ЭДС этих материалов относительно меди должна быть минимальной, чтобы в измерительной схеме не возникали посторонние разности потенциалов (помехи).

Основным материалом этой группы является манганин – медно-марганцевый сплав, в состав которого могут входить также Ni, Co, Al, Fe, марка – МНМц 3-12 (медь; среднее содержание никеля 2,5 ÷ 3,5 % ; среднее содержание марганца 11,5 ÷ 13,5 %), у манганина очень малая термо-ЭДС с медью и очень маленький ТКР.

Основной материал – константан, также медно-никелевый сплав с марганцем, маркируется МНМц-40-1,5 – состоит из меди, примерно 40 % никеля и 1,5 % марганца. ТКР у него в 10 раз меньше, чем у манганина (10-6 1/К). Большая термо-ЭДС не даёт использовать константан в измерительных приборах высокой точности, зато он хорош в термопарах. ТКР у константана близок к нулю, но для резисторов и реостатов это не важно, ТКР может быть большим, как и термо-ЭДС. Вместо константана (который дорог из-за большого содержания никеля) в ряде случаев применяют более дешёвый нейзильбер (маркировка – МНЦ-15-20, что означает медь, в среднем 15 % никеля и 20 % цинка), у которого меньшие  $\rho$  и допустимая рабочая температура.:

Широко применяются сплавы нихром, фехраль, хромаль – они различаются разным содержанием хрома, который придаёт окислам высокую тугоплавкость, у этих сплавов высокая жаростойкость и большое удельное сопротивление.

Нити осветительных ламп выполняют из вольфрама, ножки (держатели нити) – из молибдена, у которого со стеклом одинаковый температурный коэффициент объёмного расширения, следовательно, при работе (при нагреве) не возникает зазор между ножкой и стеклянной колбой.

При соприкосновении двух различных металлических проводников между ними возникает контактная разность потенциалов, обусловленная разной работой выхода электронов из поверхности металла. Провод, составленный из двух изолированных друг от друга проволок из различных металлов, называется термопарой. Материалы, образующие термопару, подбираются таким образом, чтобы в диапазоне измеряемых температур они обладали максимальным значением термо-ЭДС, что уменьшает погрешность измерения. Наиболее широко применяются следующие сплавы: копель (Cu-Ni), алюмель (Al-Ni с добавкой кремния и магния), хромель (Cr-Ni), платинородий (Pt-Rh), константан (Cu-Ni).

Наибольшее применение получили термопары, которые дают наилучшие результаты при их использовании в следующих температурных диапазонах:

медь-копель хромель-копель хромель-алюмель платинородий-платина  
медь-константан железо-константан  
железо-копель

Большими значениями термо-ЭДС обладают также некоторые полупроводниковые материалы (висмут, сурьма, цинк), их тоже можно использовать. Термо-ЭДС используют не только в измерительных приборах, но и в качестве термоэлементов – на зимовках, маяках, подводных

лодках, космических орбитах – нагревают, например, паяльной лампой одни спаи, на других, холодных, спаях получают электрический свет, но их КПД мал, примерно 10 % и они пока дороги.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие свойства материалов с большим удельным сопротивлением?
2. Назовите область применения материалов с большим удельным сопротивлением в электротехнических изделиях.

### Тема 5.8 Контактные материалы.

Материалы для *скользящих контактов* (коллекторные пластины электрических машин) должны обладать низкими значениями удельного сопротивления и падения напряжения на контактах, высокими значениями минимального тока и стойкости к истиранию (износостойкостью), электрической эрозии и коррозии. Скользящие контакты, в свою очередь, можно разделить на металлические и электротехнические угольные.

Для изготовления пружинных *металлических скользящих контактов* (применяемые в основном в переключателях, потенциометрах, реостатах) используют специальные сорта бронз: кадмиевые, бериллиевые и хромистые (БрКд1, БрБ2 и др.), обладающие высокой упругостью, стойкостью к истиранию и низким значением удельного сопротивления. Например сплав Cu—Cd (Cd~1%), образует твердый раствор, который в три раза более стоек к истиранию, чем медь. Для изготовления скользящих контактов применяют также латуни (например, ЛС59-1, ЛМц58-2). Металлические скользящие контакты имеют наиболее высокую стойкость к истиранию в паре с электротехническими угольными материалами.

*Электротехнические угольные материалы* обладают относительно высокой электро- и теплопроводностью (уступая металлам), очень низким коэффициентом трения, высокой химической стойкостью, многие из них — высокой нагревостойкостью (большей, чем у металлов). Эти материалы широко используют для изготовления угольных электродов различного применения, щеток для электрических машин и автотрансформаторов, угольных порошков для микрофонов и т.д. Щетки выпускают следующих марок: УГ (угольно-графитные), Г (графитные), ЭГ (электрографитированные), М и МГ (медно-графитные). Основным сырьем для производства электроугольных изделий являются природный графит и сажи. Для получения монолитного изделия графит и сажу смешивают со связующим веществом — каменноугольной смолой (побочный продукт коксования каменного угля) или жидким стеклом, прессуют и подвергают обжигу при температуре 2200—2500°C. Этот процесс называют графитированием. В результате графитирования увеличивается размер кристаллитов, повышается электропроводность и снижается твердость.

Природный графит — мягкое кристаллическое вещество темно-серого цвета, представляющее собой одну из двух аллотропных форм Углерода; имеет слоистое строение. В направлении слоев электропроводность носит металлический характер. Для поликристаллических образцов удельное сопротивление  $\rho_v \approx 8 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$ ,  $\text{ТКр} = -1\cdot 10^{-3}\text{К}^{-1}$ . Отдельные чешуйки графита легко отделяются и скользят по его поверхности, образуя сухую смазку. Известен искусственный графит, получаемый путем термической перекристаллизации углей при температуре 2200—2500°C.

*Сажи* представляют собой угольный порошок высокой степени дисперсности (частицы сферической формы достигают 10—300 нм); они имеют более мелкокристаллическую структуру, чем графит (их иногда называют коллоидным углеродом). Графитовая структура в сажах еще не вполне сформирована. Сажи получают при неполном сгорании многих органических веществ.

#### Разрывные контакты

Для изготовления *слаботочных разрывных контактов* используют благородные и тугоплавкие металлы.

Из благородных металлов используют серебро, золото, платину и различные сплавы на их основе, например сплавы систем: золото-серебро (Au—Ag), платина-рутений (Pt—Ru), платина-родий (Pt—Rh), серебро-кадмий (Ag—Cd), серебро-палладий (Ag—Pd), серебро-магний-никель (Ag—Mg—Ni) и др. Золото и платину в чистом виде используют для изготовления прецизионных

контактов. Золото в основном используют в виде сплавов с серебром Ag, платиной Pt, никелем Ni, цирконием Zr; платину — в виде сплавов с иридием Ir, никелем Ni, серебром Ag и золотом Au.

Из тугоплавких металлов применяют вольфрам W и молибден Mo. Достоинством вольфрама является его высокая стойкость к дугообразованию и практическое отсутствие свариваемости. (Дугообразование характеризуется минимальными значениями тока и напряжения, при которых возникает дуговой разряд). Однако у вольфрама сравнительно толстая оксидная пленка и поэтому требуется высокое контактное давление. Недостатком молибдена является образование оксидных пленок, которые имеют рыхлую структуру и могут внезапно полностью нарушать контактную проводимость. У вольфрама, легированного молибденом, повышены твердость и удельное сопротивление и понижены  $T_{пл}$  и коррозионная стойкость.

Для изготовления разрывных контактов также широко используют медь, сплавы и биметаллы на ее основе.

В производстве *сильноточных разрывных контактов* широко применяют композиционные материалы, представляющие собой смесь двух фаз, одна из которых обеспечивает высокую электро- и теплопроводность контактов, другая — в виде тугоплавких включений придает контактам стойкость к механическому износу, электрической эрозии и свариванию. Сильноточные разрывные контакты из композиционных материалов получают методом порошковой металлургии. В качестве контактных материалов хорошо себя зарекомендовали композиции на основе меди и серебра: серебро—оксид кадмия, серебро—оксид меди, медь—графит, серебро—никель, серебро—графит. Применяют также тройные композиции: серебро-никель—графит, серебро—вольфрам—никель. В этих композициях медная и серебряная фазы обеспечивают электро- и теплопроводность контактам, а включения из оксида кадмия и оксида меди, а также вольфрама, никеля и графита повышают износо- и термостойкость и препятствуют свариванию контактов. В качестве электроконтактных композиций в мощных высоковольтных масляных и воздушных выключателях нашли применение Cu—W, в высоковольтных масляных выключателях Cu—Mo, в вакуумных камерах Cu—Bi—B, Cr—Cu—W, Fe—Cu—Bi. Для изготовления сильноточных разрывных контактов, эксплуатируемых при повышенных напряжениях и контактных давлениях, используют также твердую медь, что существенно удешевляет электротехнические устройства.

Электрическим контактом называется поверхность соприкосновения токоведущих частей электроустановки и конструктивные приспособления, обеспечивающие само соприкосновение. Контакты бывают неподвижные, разрывные и скользящие.

Неподвижные контакты — различают цельнометаллические (сварные, паяные) и зажимные (болтовые, винтовые) соединения. Цельнометаллический контакт должен быть стабильным, с малым сопротивлением, если надо (в линии электропередач) — то должен быть механически прочным. Зажимный контакт зависит от способности материала к пластической деформации и от давления в месте контакта. Места контакта покрывают мягким (пластичным) коррозионно стойким металлом — оловом, серебром, кадмием.

Разрывные контакты служат для периодических замыканий и размыканий электрических цепей. Особенностью работы разрывных контактов является возникновение между ними электрических разрядов в виде искры или дуги. Материалы для разрывных контактов (особенно для электрических цепей с большими токами и высокими напряжениями) должны:

- обеспечивать надёжность соединения,
- обеспечивать минимальность и стабильность электрического сопротивления,
- исключать возможность обгорания контактирующих поверхностей,
- исключать возможность приваривания поверхностей друг к другу,
- исключать коррозию поверхностей контакта из-за того, что образующаяся плёнка оксидов ухудшает контакт, увеличивает сопротивление и выделение теплоты,
- иметь высокую теплопроводность, чтобы отводить тепло,
- иметь стойкость к действию механических нагрузок.

Контактные материалы для слабых токов:

чистые тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден), благородные металлы (золото, серебро, платина), сплавы на их основе (золото-серебро, платина-рутений, платина-родий), металлокерамические композиции (серебро-окись кадмия, где кадмия — 12-20 %).

металлокерамика– серебро с окислами кадмия, никеля, хрома, вольфрама, молибдена, медь с вольфрамом и кобальтом, золото с вольфрамом и молибденом, медь и серебро с графитом. Медь, серебро, золото дают высокую прочность и теплопроводность, тугоплавкая фаза – механическую и электрическую стойкость, контакты не привариваются друг к другу. Используются композиции Ag-CdO; Ag-CuO; Cu-C (графит); Ag-Ni; Ag-C (графит); Ag-Ni-C; Ag-W-Ni; Cu-W-Ni.

С помощью металлокерамики в электротехнике получают не только постоянные магниты, но и контакты разной формы. Изделия получают методами порошковой металлургии, но по-разному:

- подготавливают 2 или 3 фазы, измельчают, прессуют, спекают;
- изготавливают каркас из тугоплавкого материала, спрессованный и спечённый, пропитывают серебром или медью.

Удельное сопротивление металлокерамики не больше 0,07 МкОм.м при температуре 20 оС, оно должно быть стабильным во времени и не зависеть от условий эксплуатации.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1.Какие применяют материалы для скользящих контактов?
- 2.Какие применяют материалы для разрывных контактов?
- 3.Какие применяют контактные материалы для сильных токов?

## **Раздел 6.Проводниковые изделия.**

### **Тема 6.1 Обмоточные и установочные провода.**

Обмоточные провода - предназначены для изготовления обмоток электрических машин, аппаратов и различных приборов. По материалам, применяемым для изготовления токопроводящих жил, они делятся на: *медные, алюминиевые и из сплавов сопротивления.*

По видам изоляции обмоточных проводов можно классифицировать следующим образом: *эмалевая, волокнистая, эмалево – волокнистая, бумажная, пластмассовая, плёночная, стекловолокнистая, стеклоэмалевая, сплошная стеклянная.*

Достоинства обмоточных проводов с эмалевой изоляцией:

1. Обладают малыми толщинами изоляции.
2. Хорошими физико-механическими и электроизоляционными характеристиками.
3. Нагревостойкостью.

Маркировка с изоляцией на основе масляных и высокопрочных синтетических лаков: ТИ-105, 120, 130, 155, 180 и выше.

Медные эмалированные провода с изоляцией на основе масляных лаков(марка ПЭЛ) выпускаются в диапазоне диаметров 0,02- 2,5 мм. Эти провода имеют достаточно высокие электроизоляционные характеристики, которые сохраняются даже в условиях воздействия повышенных температур и влажности. Провода марки ПЭЛ применяются, для изготовления катушек электрических аппаратов, рамок приборов и т. п.

Провода с изоляцией на поливинилацеталевой основе отличаются механическими характеристиками, хорошими электроизоляционными свойствами, стойкостью к действию сред агрессивных, что позволяет с успехом использовать их для изготовления обмоток электрических машин и аппаратов без дополнительных покрытий.

Эмалированные провода с ТИ-120 выпускаются из марок ПЭВТЛ-1,ПЭВТЛ-2 диаметром 0,05-1,6 мм с изоляцией на основе полиуретанового лака. Особенностью этих проводов является обслуживание их без предварительной зачистки эмали, что значительно облегчает пайку.

Применяются в приборостроении и радиотехнической промышленности.

Круглые провода выпускаются в диапазоне диаметров 0,50-2,5 мм, а прямоугольные – в диапазоне сечений от 1,6 до 11,2 мм<sup>2</sup>. Помимо высокой нагревостойкости эти провода отличаются повышенными механическими характеристиками, стойкостью к токовым перегрузкам и хладонам, имеют достаточно хорошие электрические свойства. Эти провода используются в тех случаях, когда необходимо обеспечить надёжную работу электрооборудования с ТИ-180 и выше, особенно при тяжёлых условиях изготовления обмоток.

Обмоточные провода с полиимидной изоляцией имеют самую высокую нагревостойкость среди эмалированных проводов, достаточно хорошие электрические характеристики, которые практически не изменяются при их нагревании до температуры 230 °С.

Провода с волокнистой изоляцией на основе хлопчатобумажной пряжи, натурального шёлка, а также синтетических волокон изготавливаются, как правило, методом двухслойной обмотки токопроводящих жил.

Для волокнистой изоляции, которая имеет ТИ-105, характерны большая толщина изоляции и гигроскопичность, невысокая электрическая прочность, что ограничивает их использование без дополнительных покрытий, которыми, как правило, являются эмаль - лаки на масляной поливинилацеталевой, полиэфирной и других основах.

Обмоточные провода с волокнистой и эмалево-волокнистой изоляцией используются, как правило, для намотки электрических машин, аппаратов и приборов в тех случаях, когда при изготовлении обмоток провод испытывает повышенные механические нагрузки и нет жестких ограничений по толщине изоляции.

Обмоточные провода с бумажной изоляцией относятся к ТИ-105 и выпускаются главным образом для изготовления обмоток масляных трансформаторов.

Обмоточные провода с пластмассовой изоляцией относятся к ТИ-105 и применяются в основном для изготовления обмоток наружных электродвигателей, которые работают в среде перекачиваемой жидкости при повышенных температурах и давлениях.

Обмоточные провода с пленочной изоляцией так же очень широко применяются для наружных проводов с пленочной изоляцией применяется для обмоток высоковольтных электрических машин. К их числу относятся прямоугольный провод марки ППЛБО, изоляция которого состоит из 3 слоев лавсановой пленки и одного слоя хлопчатобумажной пряжи.

Обмоточные провода со стекловолокнистой изоляцией получили очень широкое распространение ввиду высокой надежности, повышенной нагревостойкости, стойкости к токовым перегрузкам. Они применяются в основном для обмоток электродвигателей для кранов: морских судов и сухих трансформаторов. Выпускаются они с медными и алюминиевыми жилами как круглого, так и прямоугольного сечения.

Стеклоэмалевая изоляция обмоточных проводов в своей основе содержит систему  $\text{SiO}_2\text{-PbO-V}_2\text{O}_5$ , что позволяет данными проводами длительно работать при высоких температурах.

Для длительной эксплуатации при 400 °С выпускаются обмоточные провода со стеклоэмалевой изоляцией марки ПЭЖБ. Для работы (500 °С) выпускают провод с жилой из биметаллической проволоки серебро-никель, марка ПЭЖБ-700.

Обмоточные провода со сплошной стеклянной изоляцией получают методом вытягивания тонкой металлической нити из разогретого токами высокой частоты прутка металла, находящегося в стеклянной трубке, и относится к классу микропроводов. Провода с манганиновой жилой имеют марку ПССМ и используются в основном для приготовления резисторов (диаметр 3-100 мкм) Медные провода марки ПМС имеют диаметр 5-200 мкм, а толщина изоляции составляет 1-35 мкм.

#### Виды изоляции обмоточных проводов

Таблица 6.1.1.

Марка провода	Диаметр провода без изоляции, мм	Характеристика провода	Толщина слоя
<b>МЕДНЫЕ ОБМОТОЧНЫЕ ПРОВОДА С ВОЛОКНИСТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ</b>			
ПБ	1-5,2	Провод изолированный несколькими слоями кабельной бумаги	0,15ч0,17
ПБУ	Прямоугольные а=2,44ч5,5 в=6,9ч22	То же, но с повышенной электрической прочностью	0,18ч2,2

ПБД	0,18-5,2	Провод, изолированный двумя слоями обмотки из хлопчатобумажной пряжи	0,11ч0,16
ПСД	0,31-5,2	Провод, изолированный двумя слоями обмотки из стекловолокна, пропитанной нагревостойким глифталевым лаком	0,11ч0,16
ПСДК	0,31-5,2	То же, но пропитка более нагревостойкая кремнийорганическим лаком	0,11ч0,16
<b>АЛЮМИНИЕВЫЕ ОБМОТОЧНЫЕ ПРОВОДА С ВОЛОКНИСТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ</b>			
АПБ	1,35-8	Провод круглого или прямоугольного сечения, изолированный несколькими слоями обмотки из лент кабельной бумаги	0,15-0,9
АПБД	Прямоугольного сечения: Меньшая сторона: от 2,1 до 5,5 мм Большая сторона: от 4,1 до 14,5 мм	То же, но изолированный двумя слоями обмотки из хлопчатобумажной пряжи	0,165-0,222
АПСД	1,62-5,2	Провод круглого или прямоугольного сечения, изолированный двумя слоями обмотки из стекловолокна, пропитанной нагревостойким глифталевым лаком	0,12-0,15
АПЛБД	Круглое сечение: диаметр 1,35-8	Провод круглого или прямоугольного сечения, изолированный обмоткой из лавсанового волокна и одним слоем хлопчатобумажной обмотки	0,3-2,6

В качестве волокнистой изоляции применяется пряжа хлопчатобумажная, шёлковая, из капроновых, асбестовых, лавсановых и стеклянных волокон.

Наибольшая нагревостойкость обмоточных проводов достигается применением стеклянной и асбестовой пряжки, подклеиваемой к поверхности проводов с помощью глифталевых и кремнеорганических лаков, отличающихся повышенной стоимостью к нагреву.

Обмоточные провода с эмалево-волокнистой изоляцией

У этих проводов поверх слоя эмали наносится обмотка из хлопчатобумажной, шёлковой, капроновой, лавсановой или стеклянной пряжи.

В таблице приведен основной сортимент обмоточных проводов с эмалево-волокнистой изоляцией.

Таблица 6.1.2.

Марка провода	Диаметр провода без изоляции, мм	Толщина слоя изоляции (на одну сторону), мм	Характеристика проводов
<b>МЕДНЫЕ ОБМОТОЧНЫЕ ПРОВОДА С ЭМАЛЕВО-ВОЛОКНИСТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ</b>			
ПЭЛБО	0,38-2,1	0,08-0,1	Провод, изолированный

			масляной эмалью и одним слоем обмотки из хлопчатобумажной пряжи
ПЭЛБД	0,72-2,1	0,14-0,16	Провод, изолированный масляной эмалью и двумя слоями обмотки из хлопчатобумажной пряжи
ПЭЛШЮ	0,05-2,1	0,035-0,078	То же, но на слой масляной эмали наложен слой обмотки из натурального шёлка
ПЭТСО	0,31-2,1	0,1-0,12	Провод, изолированный высокопрочной эмалью винифлекс и одним слоем обмотки из стеклянной пряжи
ПЭТКСОТ	0,33-1,56	0,07-0,1	То же, но применена нагревостойкая кремнеорганическая эмаль

Основные требования, предъявляемые к обмоточным проводам с волокнистой изоляцией, состоят из того, чтобы у проводов с волокнистой изоляцией:

- Не должно наблюдаться просветов между нитями обмотки, наложенной на провод
- Не должно быть разрывов нитей при навивании провода на стальной стержень диаметром, равным пятикратному диаметру (но не менее 3мм) провода с волокнистой изоляцией в два слоя (ПБД), или при навивании провода с однослойной изоляцией (ПБО) на стержень, равным десятикратному диаметру провода (но не менее 6мм).

Электроизоляционные свойства обмоточных проводов с волокнистой изоляцией относительно невысоки, т.к. все виды волокнистой изоляции гигроскопичны, т.е. поглощают влагу из воздуха. Обмотки, выполненные из проводов с волокнистой изоляцией, нуждаются в тщательной сушке и пропитке изоляционными лаками или в компаундировании. Наибольшей механической прочностью обладает обмотка из лавсановых волокон, повышенной нагревостойкостью отличается обмотка из стеклянной пряжи.

Такого вида обмоточные провода применяют для более тяжёлых условий работы в тяговых шахтных электродвигателях и в других электрических машинах и аппаратах, где для эмалевого изоляционного покрытия требуется защитное покрытие из волокнистых материалов. Так же в тех случаях, когда при изготовлении обмоток провод испытывает повышенные механические нагрузки, и нет жестких ограничений по толщине изоляции. Кроме медных и алюминиевых проводов с эмалевого, волокнистой и эмалево-волокнистой изоляцией, выпускаются также обмоточные провода из сплавов высокого сопротивления (манганин, константан и нихром).

Установочные провода.

Их виды, маркировка. Материалы, применяемые в изготовлении для изоляции проводов, назначение.

Установочные провода и шнуры применяются для неподвижных прокладок в силовых и осветительных установках. Они служат для распределения электрической энергии, а также для присоединения к сети электродвигателей, светильников и других потребителей тока. Токопроводящие жилы установочных проводов изготавливают из медной или алюминиевой проволоки. Жилы изолируют электроизоляционной резиной, полиэтиленом или полихлорвиниловым пластиком. Поверх изоляции накладывают защитный покров в виде оплетки из хлопчатобумажной или шелковой пряжи. У некоторых проводов защитный покров пропитывают противогнилостным составом. В отдельных конструкциях проводов наружную оплетку изготавливают из стальных оцинкованных проволок для защиты от легких механических воздействий. В таблице приведен основной сортамент установочных проводов с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией.

Таблица 6.1.3.

ОСНОВНОЙ СОРТАМЕНТ УСТАНОВОЧНЫХ ПРОВОДОВ С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ			
Марка провода	Число жил и сечений, мм <sup>2</sup>	Характеристика провода	Область применения
ПВ	1 0,5ч0,95	Провод с медной жилой, изолированной полихлорвиниловым пластиком	Осветительные и силовые сети внутри помещений при температуре не выше 40 °С, в сырых и особо сырых помещениях и для вторичных цепей на напряжения 380 и 660В переменного тока
АПВ	1 2,5ч120	То же, но с алюминиевой жилой	То же, но только для осветительных сетей
АПП	1 2,5ч120	То же, но жила имеет полиэтиленовую изоляцию	
ППВ	2-3 0,75ч4	Провод ленточный (плоский) с медными жилами, уложенными параллельно и заключенными в полихлорвиниловую изоляцию	Осветительные и силовые сети внутри помещений на напряжениях 380 и 660В
АППВ	2-3 2,5ч6	То же, но с алюминиевыми жилами	
ПГВ	1 0,5ч0,95	Провод с гибкой многопроволочной жилой с полихлорвиниловой изоляцией	Осветительные и силовые сети внутри помещений на напряжениях 380 и 660В
ПП	1 0,5ч0,95	То же, но гибкая жила имеет полиэтиленовую изоляцию	
ОСНОВНОЙ СОРТАМЕНТ УСТАНОВОЧНЫХ ПРОВОДОВ И ШНУРОВ С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ			
ПР	1 0,75ч240	Провод медный с резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Осветительные и силовые сети внутри Помещений и вне зданий, при напряжении до 660В переменного тока (ПР-10-00) и до 3000В переменного тока (ПР-3000)
АПР	1 2,5ч240	То же, но жила из алюминия	То же, но в установках с номинальным напряжением 660В переменного тока (АПР-1000)
ПРГ	1 0,75ч240	Провод медный гибкий с резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Соединения электрических машин и аппаратов внутри и вне здания в установках с номинальным напряжением до 660В переменного тока

			(ПР-1000), до 3000В переменного тока (ПР-3000)
ПРД	2 0,75ч6	Провод медный гибкий с резиновой изоляцией в непропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи (шнур)	Осветительные сети в сухих и отапливаемых помещениях – в установках с номинальным напряжением до 220В
ПРДШ	2 0,75ч6		
ПРП	1 1ч95	Провод медный с резиновой изоляцией в оплетке из стальных оцинкованных проволок	Силовые и осветительные сети и вторичные цепи станков, где возможны легкие механические воздействия на провод
ПРТО	От 1 до 4 1ч120	Провод, состоящий из медных жил с резиновой изоляцией, находящийся в общей оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Силовые и осветительные сети (прокладка в стальных трубах и металлических рукавах) при напряжении до 660В переменного тока (ПРТО-1000)
АПРТО	От 1 до 4 2,5ч120	То же, но с алюминиевыми жилами	
РКГМ	1 (жила из тонких проволок) 0,75ч120	Провод медный гибкий, жила изолирована нагревостойкой кремнеорганической резиной, поверх которой имеется обмотка, а затем оплетка из стекловолокна, пропитанная кремнеорганическим лаком	Выводы электродвигателей и аппаратов напряжением до 660В с повышенными рабочими температурами (до 180 °С)

Шнуры выпускают двухжильными, т.е. они состоят из двух изолированных и свитых друг с другом жил. Для обеспечения большой гибкости жилы шнуров и некоторых типов проводов изготавливают многопроволочными. В марках проводов и шнуров, буквы обозначают конструктивную часть и вид изоляции провода или шнура, а цифры указывают величину напряжения, для которого может применяться данный провод. Установочные провода предназначены для распределения электрической энергии в силовых и осветительных установках при неподвижной прокладке на открытом воздухе и внутри помещений, а также для электродвигателей и подключения промышленных и лабораторных переносных приборов и аппаратуры. Широкое применение проводов с полихлорвиниловой изоляцией обеспечила: высокая водостойкость, малостойкость и негорючесть полихлорвинила.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1.Какие достоинства обмоточных проводов?
- 2.Перечислите виды изоляции обмоточных проводов.
- 3.Какие свойства установочных проводов знаете?

## Тема 6.2 Монтажные провода и кабели.

Монтажные провода и кабели применяют для электрического соединения между собой электрорадиоузлов и коммутационных изделий, составляющих электрическую схему радиоэлектронного прибора. В основу классификации монтажных проводов, применяемых в РЭА, положены следующие признаки: сечение токопроводящей жилы и число проволок в ней, марка металла проволок, вид покрытия, изоляция, толщина и число ее слоев, наличие экранирующей оплетки, цвет наружного слоя изоляции.

Провода выпускают с токопроводящей жилой из одной проволоки или из большого числа параллельно уложенных проволок, изготовленных из отожженной меди, нержавеющей стали. Причем используют жилы без покрытия или с покрытием сплавами ПОС. Наибольшей прочностью обладают многожильные провода в шелковой лакированной оплетке с многослойной изоляцией. Наименьшей прочностью обладают провода с одной проволокой в жиле, которые, как правило, применяют для коротких перемычек, монтируемых без провисающих участков. Конструкции некоторых монтажных проводов приведены на рис. 6.2.1.

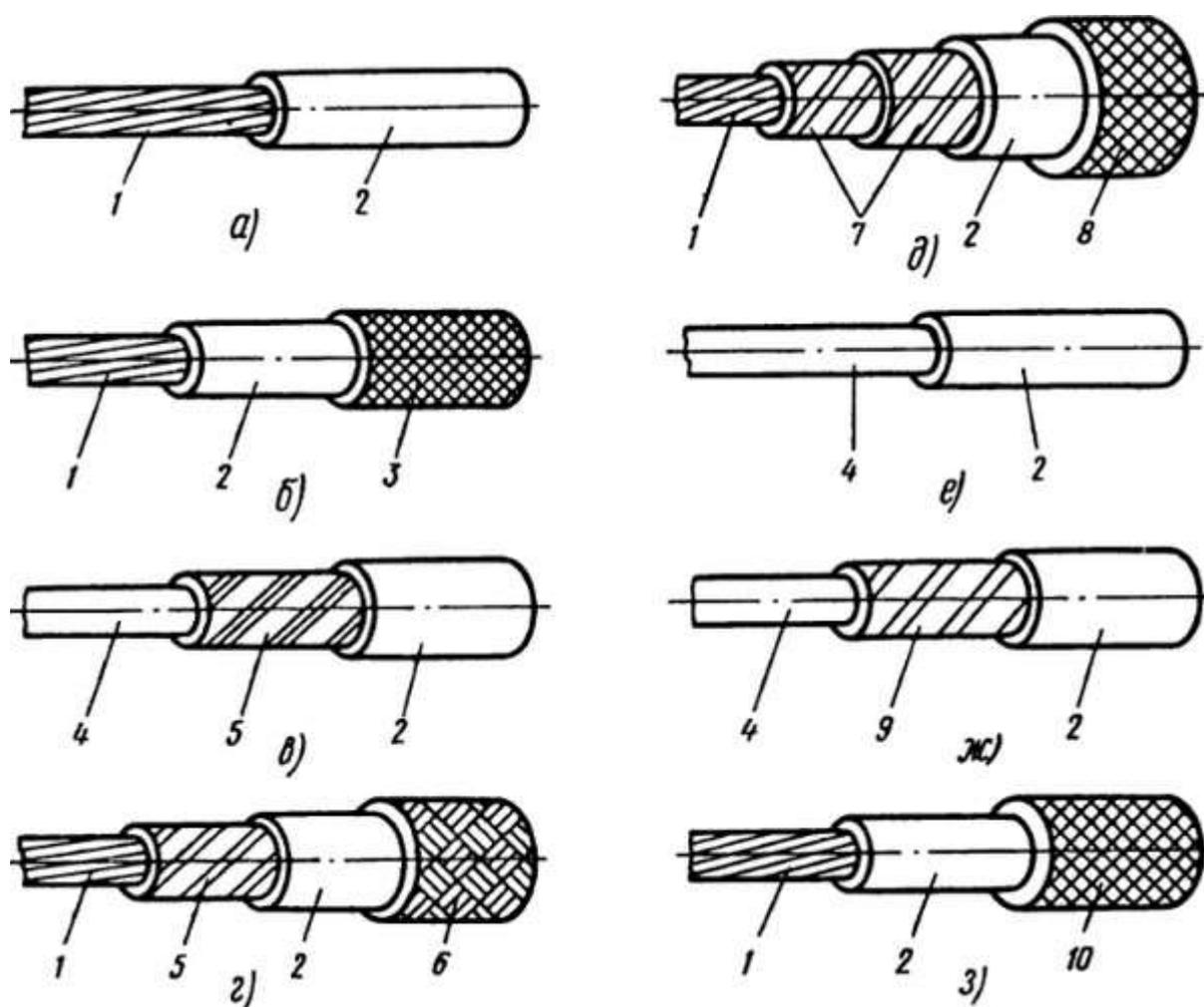


Рис. 6.2.1. Конструкции монтажных проводов:

а — МГВ, б - МГВСЛ, в - МШВ, г - МГШВЭ, д - МГШВЛ, е - ПМВ, ж — Г1МОВ, з — БПВЛ; 1 — жила из нескольких медных луженых проволок, 2 — изоляция из поливинилхлоридного пластика, 3 — лакированная оплетка из стекловолокна, 4 — жила из одной медной луженой проволоки, 5 — изоляция из триацетатной пленки, 6 — оплетка из медных луженых проволок (экран), 7 — изоляция из искусственного шелка, 8 — лакированная оплетка из искусственного шелка, 9 — обмотка из хлопчатобумажной пряжи или стекловолокна, 10 — лакированная оплетка из хлопчатобумажной ткани

Для жесткого навесного монтажа применяют одножильные провода большого сечения, изолируемые поливинилхлоридными трубками. В качестве монтажных проводов используют медные мягкую и твердую круглые проволоки без покрытия с номинальными диаметрами от 0,03 до 10 мм. Толщину монтажных проводов выбирают в зависимости от силы и частоты проходящего по ним тока, а изоляцию от напряжения, под которым они находятся, и условий, в которых должна работать РЭА.

Монтажные провода защищают экранирующей оплеткой диаметром от 2 x 4 до 40 x 55 мм. Двойное обозначение диаметра оплетки показывает наименьший и наибольший диаметры плетенки, получающиеся при ее вытягивании и сокращении.

В зависимости от условий эксплуатации монтируемого изделия и рабочего напряжения для внутриблочного монтажа используют разнообразные изолированные монтажные провода. Наиболее широко применяемые при монтаже провода даны в табл. 1.

Таблица 6.2.1.

Провода, применяемые при монтаже РЭА

Марка	Материал изоляции	Максимальное напряжение, Вт	Рабочая температура, °С
МГВ; МГВЭ; МГВЛ; МГВЛЭ; МГВСЛ; МГВСЛЭ	Поливинилхлоридный пластикат	500	- 40... + 70
МШВ; МГШВ; МГШВЭ; МГШВЭВ	Пленочная и волокнистая триацетатная	380	- 50... + 60
МГШВЛ МОГ МГТЛ	Волокнистая и шелковая лакоткань Лавсановая ткань Поливинилхлоридный пластикат	1000	- 60... + 60
МГТФЛ	Фторопласт	1000	- 60... + 200
ЛПЛ-2 МОГ МЦСЛ	Хлопчатобумажная пряжа Шелк, капрон Стекловолокно, лак	1000	- 60... + 60

Для РЭА, работающей в нормальных условиях, обычно применяют провода с волокнистой или поливинилхлоридной изоляцией (МГШД, МГШДО, БПВЛ, МНВ, МГВЛ и др.); в условиях повышенной температуры и влажности — провода с изоляцией из стекловолокна или резины (МР, МРГ, МРГП, МРГЛ, МЦБЛ, МЦСЛ и др.); в жестких климатических условиях — провода с изоляцией из шелковой лакоткани ЛПЛ-2, ЛПЛ-4, ЛПЛ-6, ЛПЛ-8 (цифрой обозначают число слоев).

Наряду с изолированными проводами при монтаже широко применяют кабели (специальные провода), состоящие из нескольких (от 2 до 8) токопроводящих жил, изолированных друг от друга.

Для передачи электромагнитной энергии сверхвысоких частот (вплоть до 3000 МГц) применяют коаксиальный кабель. Такой кабель состоит из двух проводников, один из которых, выполненный в виде трубки (внешний — гибкая оплетка из медной проволоки), полностью охватывает второй, а внутренний проводник расположен точно по оси внешнего. Пространство

между проводниками заполнено пластичным высокочастотным диэлектриком. Благодаря экранирующему действию внешнего проводника электромагнитное поле в коаксиальном кабеле сосредоточено между проводниками.

На частотах выше 3000 МГц потери в коаксиальных кабелях сильно возрастают, поэтому вместо них используют волноводы — полые металлические трубы круглого, прямоугольного и других сечений, по которым при определенных условиях могут распространяться электромагнитные волны.

Монтажные провода и кабели, объединяют специальную группу кабельной продукции, предназначенной для передачи электрической энергии в пределах одной электрической установки, электрического прибора или аппарата.

Отличает монтажные провода и кабели их назначение (невысокие токовые нагрузки), как следствие небольшие сечения жил и неподвижный, четко зафиксированный, способ монтажа.

Назначение монтажных проводов и кабелей определяет особенности их конструкции. Сечение жилы монтажных проводов не превышает 6 мм<sup>2</sup>. Если быть точнее сечение жил монтажных проводов колеблется от 0,05 до 6 кв.мм. В проводах количество жил, до трех, в кабелях количество жил больше.

По конструкции жил, выпускаются монтажные провода многожильные и одножильные. Материал для изготовления жил, электротехническая медь, в некоторых марках медь посеребрена. Для удобства монтажа, большинство марок монтажных проводов выпускают с лужеными жилами.

Многожильные монтажные провода имеют жилы состоящие из скрученных медных, чаще луженых, проволок.

Особое внимание в конструкции монтажных проводов уделяют экранированию жил. Сетчатая изоляция из медной сетки, защищает приборы и оборудование, где используются монтажные провода от помех.

Маркировка монтажных проводов и кабелей

Главная отличительная особенность маркировки монтажных проводов и кабелей это заглавная буква М в начале маркировки.

Следующие буквы в маркировке обозначают основные характеристики и назначение проводов (кабелей).

Изоляции: В – ПВХ, П – полиэтилен; С – стекловолокно или спекаемая пленка; Ц – плёнка; Ш – полиамидный шелк;

Буква Г означает, что провод гибкий многопроволочный;

Буква Д означает двойную оплетку;

Л – лакировка провода;

Последняя буква Э, означает, что провод экранированный.

Буква Э после М означает что провод эмалированный.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите область применения монтажных проводов и кабелей.
2. Какие существуют виды изоляции монтажных проводов?
3. Перечислите маркировку монтажных проводов и кабелей.

## **Тема 6.3 Конструктивное исполнение силовых кабелей и функциональное назначение элементов**

Силовые кабели состоят из следующих основных элементов: токопроводящих жил, изоляции, оболочек и защитных покровов. Кроме основных элементов в конструкцию кабеля могут входить экраны, жилы защитного заземления и заполнители.

Силовые кабели различают: по роду металла токопроводящих жил - кабели с алюминиевыми и медными жилами, по роду материалов, которыми изолируются токоведущие жилы, кабели с бумажной, с пластмассовой и резиновой изоляцией, по роду защиты изоляции жил кабелей от влияния внешней среды - кабели в металлической, пластмассовой и резиновой оболочке, по способу

защиты от механических повреждений - бронированные и небронированные, по количеству жил - одно-, двух-, трех-, четырех- и пятижильные.

Каждая конструкция кабелей имеет свои обозначение и марку. Марка кабеля составляется из начальных букв слов, описывающих конструкцию кабеля.

Элементы конструкции силовых кабелей и их назначение.

Токопроводящие жилы являются проводниками электрического тока.

Силовые кабели имеют основные и нулевые жилы. Основные жилы используются для передачи электрической энергии, а нулевые - для прохождения разности токов фаз при и неравномерной нагрузке.

Токопроводящие жилы силовых кабелей изготавливают из алюминия и меди однопроволочными и многопроволочными. По форме жилы выполняют круглыми, секторными или сегментными (см. рис. 1).

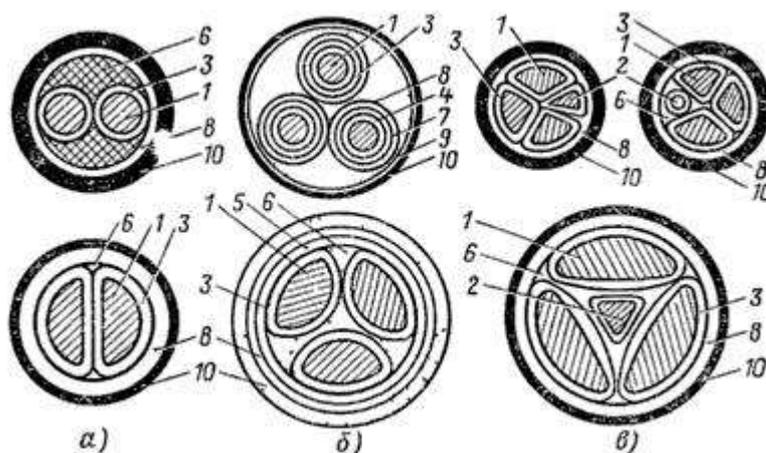


Рис. 6.3.1. Сечения силовых кабелей: а - двухжильные кабели с круглыми и сегментными жилами, б - трехжильные кабели с поясной изоляцией и отдельными оболочками, в - четырехжильные кабели с нулевой жилой круглой, секторной и треугольной формы, 1 - токопроводящая жила, 2 - нулевая жила, 3 - изоляция жилы, 4 - экран на токопроводящей жиле, 5 - поясная изоляция, 6 - наполнитель, 7 - экран на изоляции жилы, 8 - оболочка, 9 - бронепокров, 10 - наружный защитный покров

Алюминиевые жилы кабелей до 35 мм<sup>2</sup> включительно изготавливают однопроволочными, 50-240 мм<sup>2</sup> - однопроволочными или многопроволочными, 300-800 мм<sup>2</sup> - многопроволочными.

Медные жилы до 16 мм<sup>2</sup> включительно изготавливают однопроволочными, 25 - 95 мм<sup>2</sup> - однопроволочными или многопроволочными, 120 - 800 мм<sup>2</sup> - многопроволочными.

Нулевая жила или жила защитного заземления, как правило, имеет сечение, уменьшенное по сравнению с основными жилами. Она бывает круглой, секторной или треугольной формы и располагается в центре кабеля или между его основными жилами (см. рис. 1).

Жила защитного заземления используется для соединения не находящихся под напряжением металлических частей электроустановки с контуром защитного заземления.

Изоляция обеспечивает необходимую электрическую прочность токопроводящих жил по отношению друг к другу и к заземленной оболочке (земле). Применяется бумажная, резиновая и пластмассовая (поливинилхлоридная и полиэтиленовая) изоляция.

Изоляция, наложенная на жилу кабеля, называется изоляцией жилы, а наложенная поверх изолированных скрученных или параллельно уложенных жил многожильного кабеля, называется поясной изоляцией.

Бумажная изоляция кабелей пропитывается вязкими пропиточными составами (маслоканифольными или электроизоляционными синтетическими).

Недостатком кабелей с вязким пропиточным составом является крайне ограниченная возможность прокладки их по наклонным трассам, а именно - разность высот между концевыми их заделками не должна превышать: для кабелей с вязкой пропиткой до 3 кВ бронированных и

небронированных в алюминиевой оболочке - 25 м, небронированных в свинцовой оболочке - 20 м, бронированных в свинцовой оболочке - 25 м, для кабелей с вязкой пропиткой 6 кВ бронированных и небронированных в свинцовой оболочке - 15 м, в алюминиевой - 20 м, для кабелей с вязкой пропиткой 10 кВ бронированных и небронированных в свинцовой и алюминиевой оболочке - 15 м.

Кабели с вязким пропиточным составом, свободная часть которого удалена, называют кабелями с обедненно-пропитанной изоляцией. Их применяют при прокладке на вертикальных и наклонных трассах без ограничения разности уровней, если это небронированные и бронированные кабели в алюминиевой оболочке на напряжение до 3 кВ, и с разностью уровней до 100 м - для любых других кабелей с обедненно-пропитанной изоляцией.

Для прокладки по вертикальным и крутонаклонным трассам без ограничения разности уровней изготавливают кабели с бумажной изоляцией, пропитанной особым составом на основе церезина или полиизобутилена. Этот состав имеет повышенную вязкость, вследствие чего при нагреве кабеля, проложенного вертикально или по крутонаклонной трассе, он не стекает вниз. Поэтому кабели с такой изоляцией можно прокладывать на любую высоту, так же как и кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией.

Резиновая изоляция выполняется из сплошного слоя резины или из резиновых лент с последующей вулканизацией. Силовые кабели с резиновой изоляцией применяют в сетях переменного тока до 1 кВ и постоянного тока до 10 кВ.

Силовые кабели с пластмассовой изоляцией имеют изоляцию из поливинилхлоридного пластиката в виде сплошного слоя или из композиций полиэтилена. Также используются кабели с изоляцией из самозатухающего (не поддерживающего горения) и вулканизированного полиэтилена.

Экраны применяют для защиты внешних цепей от влияния электромагнитных полей токов, проходящих по кабелю, и для обеспечения симметрии электрического поля вокруг жил кабеля. Экраны выполняют из полупроводящей бумаги и алюминиевой или медной фольги.

Заполнители необходимы для устранения свободных промежутков между конструктивными элементами кабеля с целью герметизации, придания необходимой формы и механической устойчивости конструкции кабеля. В качестве заполнителей применяют жгуты из бумажных лент или кабельной пряжи, нити из пластмассы или резины.

Оболочки силовых кабелей. Алюминиевая, свинцовая, стальная гофрированная, пластмассовая и резиновая негорючая (найритовая) оболочки кабеля предохраняют внутренние элементы кабеля от разрушения влагой кислотами, газами и т. п.

Алюминиевую оболочку силовых кабелей на напряжение до 1 кВ допускается использовать в качестве четвертой (нулевой) жилы в четырехпроводных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью за исключением установок со взрывоопасной средой и установок, в которых ток в нулевом проводе при нормальных условиях составляет более 75 % тока в фазной жиле.

Защитные покровы силовых кабелей. Так как оболочки кабелей могут повреждаться и даже разрушаться от химических и механических воздействий, их покрывают защитными покровами.

Защитные покровы предохраняют оболочки кабеля от внешних воздействий (коррозии, механических повреждений). К ним относятся подушка, бронепокров и наружный покров. В зависимости от конструкции кабеля применяют один, два или три защитных покрова.

Подушка накладывается на экран или оболочку для их защиты от коррозии и повреждения лентами или проволоками брони. Подушка выполняется из слоев пропитанной кабельной пряжи, поливинилхлоридных, полиамидных и других равноценных лент, крепированной бумаги, битумного состава или битума.

Для защиты от механических повреждений оболочки кабелей обматывают в зависимости от условий эксплуатации стальной ленточной или проволочной броней. Проволочную броню выполняют из круглых или плоских проволок.

Броня из плоских стальных лент защищает кабели только от механических повреждений. Броня из стальных проволок помимо этого воспринимает также и растягивающие усилия. Эти усилия возникают в кабелях при вертикальной прокладке кабелей на большую высоту или по крутонаклонным трассам.

Для предохранения брони кабелей от коррозии ее покрывают наружным покровом, выполненным из слоя кабельной или стеклянной пряжи, пропитанной битумным составом, а в некоторых конструкциях поверх слоев пряжи и битума накладывают выпрессованный поливинилхлоридный или полиэтиленовый шланг.

В шахтах, взрывоопасных и пожароопасных помещениях не допускается применять бронированные кабели обычной конструкции из-за наличия между оболочкой и броней кабеля «подушки» с содержанием горючего битума. В этих случаях должны применяться кабели с негорючей «подушкой» и наружный покров, изготовленный на основе стеклянной пряжи из штапельного стекловолокна.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие элементы конструкции силовых кабелей знаете?
2. Назовите назначение силовых кабелей.
3. Какие существуют защитные покровы силовых кабелей?

### **Тема 6.4 Контрольные кабели: конструктивное исполнение, применение, маркировка.**

Контрольные кабели служат для транспортировки электрических сигналов управления и контроля. Их подключают к устройствам релейной защиты, сигнализации и другим контрольным устройствам.

Конструктивной особенностью таких кабелей является большое число жил, в отличие от силовых кабелей. Количество жил может достигать 61. По контрольным кабелям передаются сигналы переменного и постоянного тока. При этом переменное напряжение не должно быть более 660 вольт с частотой не выше 100 герц, постоянное напряжение – не более 1000 вольт.

Контрольные кабели считаются промежуточными между кабелями связи и силовыми кабелями. Они чаще всего применяются для вторичной коммутации устройств удаленного управления для активации систем и регулирования пуска.

Для защиты кабеля от внешнего воздействия применяется гофрированная труба и металлический бандаж. Подключенные к электроустановкам контрольные кабели обозначаются специальными бирками с надписью несмываемыми чернилами. Это намного облегчает обслуживание и поиск неисправностей при работе.

Контрольные кабели прокладывают в специальных каналах или лотках, подключают к клеммным сборкам, которые создают надежную эксплуатацию схемы снаружи помещений при любых условиях. Подключение кабеля выполняется в ящиках, коробках, распределительных щитах.

#### **Классификация**

Кабели классифицируются по своему устройству, применению размеров и марки. Основным критерием классификации контрольных кабелей можно назвать материал жил.

Контрольные кабели бывают:

Медные.

Алюминиевые.

Каждый вид кабеля обладает своими особенностями.

С медными жилами обладают более высокой эластичностью, окисление жил происходит очень медленно. К их недостаткам можно отнести высокую стоимость, так как она больше стоимости алюминиевого кабеля.

С алюминиевыми жилами имеют малый вес, что облегчает его прокладку и транспортировку. Другим преимуществом алюминиевых кабелей можно выделить невысокую стоимость, что экономит финансы организации. Из недостатков алюминиевых кабелей можно назвать такие, как повышенная скорость окисления жил на воздухе, а также гибкость таких кабелей значительно ниже медных.

Материал изоляции жил кабеля бывает:

Вулканизированный полиэтилен.

Низкоплотный полиэтилен.

Самозатухающий полиэтилен.

ПВХ-пластик.

Резина.

Про форме сечения жил кабеля различают:

С круглыми жилами.

С плоскими жилами.

Материал оболочки кабеля в целом бывает:

ПВХ-пластик.

Резина.

Защитная оболочка кабеля для экстремальных условий выполняется:

Стальная гофрированная лента.

Свинцовая оболочка.

Алюминиевое покрытие.

Конструктивные особенности

Особенности материалов жил

Основным элементом любого кабеля являются токопроводящие жилы, которые изготавливаются из:

Меди.

Алюминия.

Омедненного алюминия.

Токопроводящая жила чаще всего выполнена в виде одиночной проволоки, либо образована большим количеством тонких проволок для создания гибких свойств всему кабелю. Одиночные жилы применяются для кабелей, подключаемых для стационарных устройств, где не предполагается изгиб, кручение и динамические нагрузки кабеля.

Для мобильных, передвижных электроустановок токопроводящие жилы изготавливают гибкими, в виде витых проволок. Жилы, выполненные из нескольких медных проволок, покрывают оловом с помощью лужения, либо используют без покрытия. Оборудование подстанций высокого напряжения свыше 220 киловольт допускается подключать только медными кабелями и проводниками. Алюминий не обеспечивает достаточной надежности кабеля для высоковольтного оборудования, и запрещен к использованию.

Площадь сечения медных жил имеет свои стандарты и находится в пределах 0,75-10 мм<sup>2</sup>. Более тонкие жилы применяют в маломощных схемах телеуправления, связи и других схемах, не образующих повышенную мощность сигнала. Для систем точного измерения, которые имеют высокую чувствительность к падению напряжения, используют диаметры жил с большим сечением.

Жилы в обязательном порядке покрыты изоляцией, не допускающей утечек тока и коротких замыканий. Диэлектрический слой должен иметь достаточную электрическую прочность, не допускающую ее пробой при большом эксплуатационном напряжении, и зависит от сечения жилы. Чем толще жила, тем больше слой изоляции. Покрытые изоляцией жилы объединяются в один пучок и скручиваются с определенным количеством витков, допускающих легкий изгиб кабеля.

Маркировка

Маркировка отдельных жил кабеля выполняется цифрами или цветом изоляции. При маркировке цветом применяется однотонный цвет со вспомогательными цветными полосками. При цифровой маркировке соблюдается интервал между цифрами не более 3,5 см, цифрами указывается номер жилы.

Контрольные кабели маркируются с помощью цифр и букв. Маркировка необходима для того, чтобы получить информацию о параметрах определенного кабеля.

Основные правила маркировки:

Если в кабеле применены алюминиевые жилы, то первая буква в маркировке – «А». Если жилы медные, то буква отсутствует.

Следующей буквой идет «К», что означает, что это контрольный кабель.

Далее идет буква, определяющая материал изготовления диэлектрика оболочки жил. Обычно материалом является полиэтилен (буква «П»), или ПВХ-пластик (буква «В»).

Последующая буква определяет материал изоляции всего кабеля, то есть, его оболочки.

Далее в маркировке буква указывает на наличие или отсутствие вспомогательной защиты. Буква «Г» — означает «голый», «Б» — наличие «брони».

Дополнительными символами маркировки могут быть «НГ» — негорючий, способен противостоять распространению горения, «LS» — пониженное образование дыма, «Э» — информация о том, что кабель оснащен металлическим экраном. Также допускаются и другие буквенные символы маркировки.

Цифровая часть маркировки включает в себя числа, первое из которых обозначает число жил, 2-е — сечение жилы.

#### Особенности эксплуатации

На работу кабеля могут влиять различные факторы внешней среды, материал изготовления, вид поставленной задачи и другие факторы. Рассмотрим основные особенности при использовании контрольных кабелей.

#### Влияние температуры

При протекании электрического тока по жиле кабеля возникает нагревание, оказывающее влияние на структуру и свойства слоя изоляции, создающее благоприятные условия для возникновения электрического пробоя. Поэтому нагрузка кабеля должна быть на контроле защитных устройств, способных отключить или ограничить нагрузку.

Температура эксплуатации кабеля должна удовлетворять параметрам, которые обозначены в технических условиях по эксплуатации кабеля. При пониженных температурах внешней среды основные виды изоляции, особенно полиэтиленовые, утрачивают свои свойства гибкости и пластичности. Даже от небольшого изгиба в морозную погоду кабель может лопнуть и потерять изоляционные свойства.

При температуре ниже -5 градусов монтаж контрольных кабелей не допускается, также не планируются ремонтные работы, связанные с прокладкой кабеля в зимнее время. При необходимости аварийных работ по устранению неисправностей на морозе, применяют специальную технологию разогрева и подготовки кабеля путем подключения к нему тока, контролируя при этом температуру.

#### Влияние агрессивной среды

Чтобы ограничить воздействие на кабель химических веществ, используют кабель в резиновой оболочке. Он обладает высокой гигроскопичностью и гибкостью. Однако следует отметить некоторые недостатки резиновой оболочки:

При долгой эксплуатации теряет эластичность.

Имеет восприимчивость к нагреванию, и не может эксплуатироваться при температуре более 65 градусов.

Имеет более высокую стоимость.

#### Воздействие света

При эксплуатации на открытом воздухе на кабель оказывается постоянное облучение солнцем. Это создает разрушительное воздействие на некоторые виды изоляционных материалов оболочки кабеля. Наиболее оптимальным вариантом для этого подойдут бронированные кабели с алюминиевой или свинцовой броней.

Однако современные инновационные модели кабеля уже имеют качественную пластиковую и резиновую оболочку, которые рассчитаны на определенный ресурс работы кабеля.

#### Растяжение кабеля

Нагрузка, растягивающая кабель, может возникать вследствие неправильной технологии установки или прокладки кабеля. Также в процессе эксплуатации с течением времени может увеличиться давление грунта по различным причинам. Для предотвращения этого воздействия кабель заключают в броню, выполненную из стальных лент.

#### Сфера использования

Контрольные кабели стали популярными в различных областях жизни и производства. Определенные виды кабеля находят свое применение в зависимости от условий эксплуатации и поставленных задач.

Экранированные виды кабелей используются в местах с возможным искажением сигналов от внешних электромагнитных помех.

Бронированные виды кабелей чаще всего укладываются в грунт, так как они имеют защитную оболочку, предотвращающую механические повреждения.

Контрольные кабели с негорючей изоляцией применяются на пожароопасных объектах, свойства изоляции позволяют сопротивляться распространению горения.

Кабели с малодымной изоляцией используются в общественных местах, так как при возгорании не выделяют большого количества газа и дыма, которые опасны для здоровья и жизни людей.

По правилам кабели допускается прокладывать в туннелях, каналах в промышленных и жилых зданиях. Для этого необходимо соблюдать требование – кабель не должен подвергаться растяжению. Если предполагается незначительное усилие растяжения, то вдоль кабеля натягивают стальные ленты, обработанные антикоррозийным средством.

Допускается прокладка контрольного кабеля совместно с силовым кабелем, если они относятся к одному устройству. При этом кабели не должны прилегать друг к другу вплотную, а находиться на расстоянии не менее 25 см. Это расстояние должно соблюдаться по всей длине кабеля.

При выборе определенной марки кабеля необходимо учесть условия его эксплуатации. Также нельзя забывать о качестве изготовления, приобретать кабели следует только у проверенных производителей. При правильном выборе контрольные кабели исправно и долго функционируют.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какое конструктивное исполнение контрольных кабелей знаете?
2. Назовите область применения контрольных кабелей.
3. Перечислите маркировку контрольных кабелей.

### **Тема 6.5 Специальные кабели, их классификация и маркировка.**

Универсальные кабели – это кабели универсального назначения, пригодные как для наружной, так и для внутренней прокладки и удовлетворяющие требованиям противопожарной безопасности. По всей своей длине такие кабели полностью водонепроницаемы. При входе кабеля из внешних городских каналов в здание устройство концевой разделки или дополнительное сращивание не требуется. Без концевой разделки универсальные кабели могут быть проложены вплоть до 1-ой наружной точки сращивания. Их также часто используют как многосветоводные кабели и размещают внутри зданий в зоне стояков.

Особенно незаменимы такие кабели в кабельных шахтах и в других местах с ограниченным пространством.

Однако универсальные кабели не могут справиться с решением многих чрезвычайно важных практических задач. И тогда на помощь приходят специальные кабели.

#### **Классификация специальных кабелей**

Согласно ГОСТ и ГОСТ Р МЭК оптические кабели (ОК) делятся по определенным критериям на следующие классификационные категории:

группы (критерии - назначение и условия использования);

подгруппы (критерии - способ прокладки – нестационарный Н, стационарный С, технологические и конструктивные особенности);

виды (критерии – количество оптических волокон  $n$  и токопроводящих жил  $m$ ).

Здесь следует отметить, что такая классификация не является единым международным стандартом. Требования, предъявляемые к каким-то группам специальных ОК в разных странах, могут отличаться как значениями ключевых параметров, так и их сочетаниями.

#### **Основные группы специальных кабелей**

Основными группами специальных оптических кабелей (ОК), которые наиболее широко применяются в народном хозяйстве, являются:

1. полевые;
2. пожаростойкие и огнестойкие;
3. подводные герметизированные;
4. ОК для дистанционного управления;
5. ОК для стационарных сооружений и объектов.

Данный список далек от своего завершения. Так, например, еще одна группа – специальные кабели-датчики. В сочетании с особыми типами оптоволокна такие кабели используются во многих областях индустрии в качестве датчиков, контролируемых местоположение объектов в разных средах – в воде, под землей, в воздушном пространстве и в космосе.

Но в рамках данной статьи мы ограничимся лишь некоторыми специальными кабелями и несколько подробнее остановимся только на перечисленных выше группах ОК, отражающих самые перспективные направления их развития.

#### Полевые оптические кабели

Полевые ОК – это специальные кабели, предназначенные для развертывания следующих линий связи:

- полевые линии дальней связи;
- линии привязки к основной сети связи;
- линии дистанционного управления средствами радиосвязи;
- связь между пунктами управления;
- распределительные сети узла связи на пункте управления;
- линии сети абонентов на пункте управления.

Полевые кабели должны иметь возможность прокладки в любых полевых условиях:

- непосредственно по поверхности грунта;
- подвеску по опорам;
- в грунт на глубину до 1,5 м;
- через водные препятствия глубиной до 10 м.

Важным требованием, предъявляемым к полевым ОК, является также скорость прокладки. При использовании кабелеукладчика скорость прокладки полевого кабеля в грунте достигает 3 – 8 км/ч. Скорость прокладки полевого кабеля по поверхности грунта зависит от выбранного способа и достигает:

- 3 – 5 км/ч – вручную при помощи кабельной тележки;
- 20 км/ч – с использованием специального автомобиля;
- 15 – 20 км/ч – с помощью мотоцикла;
- 60 – 70 км/ч – с вертолета.

Полевой специальный кабель характеризуется следующими конструктивными, эксплуатационными и техническими особенностями:

- рассчитан на эксплуатацию в экстремальных условиях во всех климатических поясах стран СНГ (диапазон температур – от минус 60° до плюс 70°С, легко выдерживает повышенную влажность);
- способен выдерживать сильнейшие механические воздействия (кручение, изгиб, размотка);
- повышенная стойкость к воздействию низких минусовых температур достигается за счет использования специальных стеклопластиковых элементов, комбинация которых с синтетическими нитями высокой прочности в свою очередь обеспечивает устойчивость ОК к повышенным растягивающим и сжимающим нагрузкам;
- устойчив к растягивающим усилиям статического типа (например, в местах заделки в соединительную арматуру);
- устойчив к воздействию электромагнитного импульса и к гамма-излучению;
- обладает повышенной устойчивостью к повреждению грызунами;
- устойчив к возгоранию;
- обладает малыми массой и габаритами (в большинстве конструкций металлические элементы не используются);
- минимальная наработка – не меньше 100 000 часов;

- минимальный срок эксплуатации – не менее 20 лет.

Подводные герметизированные специальные кабели

Специальные герметизированные волоконно-оптические кабели отличаются самой сложной конструкцией и должны удовлетворять целому комплексу требований:

общим требованиям, предъявляемым к полевым кабелям связи;

выполнять условия надежной продольной и поперечной герметизации;

сохранять работоспособность при внешнем гидростатическом давлении до 60 МПа при глубине погружения до 6 км.

Герметизированные специальные ОК отличаются высокими показателями следующих технических характеристик:

- гибкость;

- прочность;

- устойчивость к воздействию соленой воды;

- стойкость к ударам, кручению, вибрации и прочим неблагоприятным внешним

воздействиям.

В зависимости от области и условий применения герметизированные ОК делятся на 3 категории:

Оптические кабели для прокладки в обычных надводных судах. Герметические свойства кабелей этой категории обеспечивают обычные гидрофобные наполнители. При значениях гидростатического давления порядка 4 МПа дополнительная продольная герметизация кабеля может быть также обеспечена за счет использования специальных оптических волокон с кварцевой сердцевиной и оптической оболочки из полимера диаметром 200 мкм (длина ОК должна быть меньше 300 м) или оптической оболочки из кварца диаметром 50 либо 125 мкм.

Оптические кабели для прокладки в подводных судах. Такие герметизированные кабели изготавливают из многомодового оптоволоконного кабеля с шириной полосы пропускания не меньше 200 МГц/км и коэффициентом затухания менее 10 дБ/км. Высокая герметичность ОК данной категории обеспечивается использованием в процессе их производства особых герметизирующих составов, приготовленных на основе ацетала, этилена, поливинилхлорида и других химических соединений. В аварийном режиме, когда гидростатическое давление достигает своего максимального уровня, продольная протечка на ОК длиной 2 м не превышает 500 см<sup>3</sup> за 2 часа.

Грузонесущий плавучий ОК. Такой специальный кабель используют при буксировке гидроакустических антенн. В основе конструкции грузонесущего плавучего ОК лежит многомодовое оптоволоконное кабельное изделие. При разрывном усилии до 6 т и растягивающей рабочей нагрузке до 2 т кабель обеспечивает коэффициент затухания до 10 дБ/км.

Огнестойкие и пожаростойкие кабели

Огнестойкие ОК – это специальные кабели, способные сохранять работоспособность при пожаре (в условиях открытого пламени). Пожаростойкими ОК принято называть кабели, которые обеспечивают нераспространение горения.

До недавнего времени нераспространение горения было основным требованием к пожаробезопасности кабелей. Выполнение этого требования обеспечивалось использованием в конструкции кабеля оболочек из полимерных трудногорючих электроизоляционных материалов.

На рубеже 80-х и 90-х годов прошлого века международные и национальные стандарты пожаробезопасности были дополнены рядом новых требований, в частности, пониженным уровнем выделения дыма, а также коррозионно-активных и токсичных продуктов горения. Выполнение этих новых требований стало возможным за счет использования в конструкции кабеля оболочки из полимерных безгалогенных и термопластичных электроизоляционных композиций.

В зависимости от функционального назначения и условий применения показатели пожаробезопасности специальных кабелей могут быть нормированы по отдельности или в своей совокупности. К примеру, для кабелей, которым при пожаре необходимо сохранять нормальную работоспособность в течение определенного промежутка времени, нормируется огнестойкость.

Области применения огнестойких ОК:

- цепи систем безопасности АЭС;

- нефтяные платформы;

- системы аварийной и пожарной сигнализации  
суда;

- другие объекты, где обеспечение целостности электрических цепей во время пожара является жизненно важной задачей.

Высокие показатели пожарной безопасности кабелей достигаются, главным образом, за счет использования в конструкции трудногоряемых изоляционных материалов. Особенности конструктивного исполнения кабеля влияют на его пожаробезопасность в значительно меньшей степени.

Специальные кабели для стационарных сооружений и объектов.

Данная группа кабелей отличается наличием в своей конструкции максимально возможного количества оптоволокну, которое повышает их устойчивость к сдвигающим и растягивающим деформациям. Конструкции этих кабелей характеризуются наличием проволочной брони круглого сечения с одним или несколькими повивами.

Области применения ОК для стационарных сооружений и объектов:

зоны вечной мерзлоты;

районы с повышенной сейсмической активностью.

Специальные ОК для дистанционного управления

Эта группа ОК представлена морскими специальными кабелями для управляемых торпед и гидробуев.

Основные отличительные особенности кабелей для дистанционного управления:

- высокая прочность, позволяющая выдерживать существенные статические и динамические нагрузки;

- большая гибкость;

- малый диаметр;

- сбалансированность по отношению к возникновению крутящего момента;

- невысокая цена;

- высокая механическая стойкость за счет использования дополнительных армирующих элементов в сердечнике и корделе (при длине кабеля порядка 5-10 км он выдерживает растягивающие усилия до 2,5-3 кН).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите классификацию специальных кабелей.

2. Перечислите свойства огнестойких и пожаростойких кабелей.

3. Назовите области применения специальных кабелей.

### **Тема 6.6 Общие понятия о технологическом процессе изготовления проводов и кабелей.**

Процесс производства кабельной продукции можно разделить на несколько основных этапов. Рассмотрим их подробнее на примере весьма распространенных в наши дни силовых кабелей ВВГ, состоящих из медных жил, а также их изоляции и общей оболочки из ПВХ-пластиката.

Первым этапом является первичная обработка медной катанки – сырья, из которого производится проводящая основа кабелей. Катанка представляет собой грубую заготовку, из которой изготавливается проволока. Для выполнения этой операции применяются специальные волочильные машины, которые часто объединяются в комплексы, а сам процесс, соответственно, называется волочением.

Производство многопроволочных медных жил кабелей ВВГ осуществляется на крутильных машинах, в которых так называемая пасьма (набор, состоящий из нескольких тонких проволок) скручивается в так называемую стренгу – заготовку, из которой впоследствии будет произведен кабель. Отметим, что скрутка стренги может быть как левой, так и правой.

Со специальной технологической тары стренги подаются на экструзионную линию – комплекс оборудования, предназначенного для наложения на токопроводящие жилы кабелей ВВГ изоляционных оболочек. Основным сырьем, используемым на данном этапе производства, является поливинилхлоридный пластикат в гранулах. Этот материал представляет собой смесь

поливинилхлорида и ряда присадок (пластификаторов, наполнителей, стабилизаторов), которая производится методом полимеризации.

Центральная часть экструзионной линии – экструдер: в этом устройстве происходит плавление гранул пластика и выдавливание размягченной пластмассы через кольцевой зазор. Таким способом формируется оболочка, которая накладывается на жилу.

За головкой экструдера располагается охлаждающая ванна, в которую попадают жилы будущего кабеля после нанесения на них изоляции. Эта ванна, наполняемая водопроводной водой, имеет значительную длину, благодаря чему изолированная жила при стандартной скорости нанесения изоляции успевает охладиться до 60-70°C.

Понижение температуры до указанных значений перед выполнением следующих технологических этапов необходимо для предотвращения деформации изоляционной оболочки.

При производстве многожильных кабелей ВВГ их изолированные жилы скручиваются. Для выполнения этой операции применяются крутильные машины дискового типа, которые оснащаются подкручивающими механизмами.

После скрутки заготовка поступает на экструзионную линию, где на нее описанным выше способом наносится общая оболочка.

Готовый кабель подается на разбухтовку. При выполнении данного этапа изделие проходит ОТК, после чего упаковывается и отгружается для реализации. Приобрести кабельную продукцию в наши дни можно во многих специализированных компаниях.

Процесс изготовления проводов и кабелей технологически реализуется в несколько шагов, главные из которых: вытяжение заготовки, наложение изоляции, и финальный этап — намотка готового изделия в бухты. На самом деле все происходит несколько сложнее, и под производство кабеля отводится минимум два крупных цеха — цех по обработке медной заготовки и цех нанесения оболочек.

В первом цеху медная катанка вытягивается в проволоки и скручивается, а уже во втором цеху заготовки пропускаются через экструзионные линии, где кабель приобретают завершённую изолированную форму и наматывается в бухты.



Сырьем для медных жил служит так называемая катанка, представляющая собой относительно толстые медные заготовки диаметром порядка 10 мм, они и поставляются на завод. Здесь при помощи станка грубого волочения, медная катанка подвергается холодной обработке — она под давлением проходит через волочильный инструмент, так называемый волок, канал которого сильно меньше по диаметру, чем сама катанка.

Таким образом, получается тонкая длинная проволока, диаметр которой многократно меньше диаметра катанки, а длина, соответственно, больше. Волочильная машина дает на выходе пасьму — тонкие проволоки, которые затем превратятся в многопроволочную структуру - стелгу.

В процессе волочения катанки, проводящие и пластические свойства меди ухудшаются, поэтому для того чтобы вернуть проводнику надлежащие свойства, полученную проволоку сначала необходимо нагреть в вакуумной печи до определенной температуры, а затем охладить до комнатной температуры, чтобы она получилась мягче.

Данная процедура называется отжигом, причем продолжительность выдержки пасьмы в вакуумной печи и температура нагрева зависят от исходных и требуемых характеристик проволоки, а также от ее диаметра. После завершения отжига, пасьма с правильными электрическими и механическими характеристиками наматывается на катушки для подачи на следующий этап обработки — для скрутки в стренгу.



Для создания гибкой многопроволочной жилы будущего провода, отдельные проволоки (пасьма) с нескольких катушек одновременно подаются в крутильную машину, где из них скручивается токопроводящая жила — стренга, служащая основой для будущего провода. Скрутка может быть разной: пучковой, шнуровой, правильной, а также может иметь то или иное направление (правое или левое).

В зависимости от требуемых гибкости, прочности на растяжение, и других характеристик будущего провода, выбирают тип скрутки. Объединенные скручиванием в стренгу, жилы наматываются опять же на катушку. Как вы уже поняли, стренга — это многопроволочный провод, готовый для наложения на него изоляции.

Стренга подается в экструзионный комплекс. Здесь гранулы ПВХ пластиката и превратятся в изоляцию. Катушка со стренгой устанавливается на отдающее устройство, с которого скрученная жила подается в экструдер. Жила постоянно натянута специальным натяжителем, и тут же подогревается до 100–150°C электрическим током, пока проходит по роликам. Расплавленные в шнеке гранулы ПВХ пластиката превращаются в однородную массу. Прогретый провод проходит через экструдер, где расплавленная масса ПВХ пластиката выдавливается на него, приобретая форму оболочки.

Работа экструзионной линии в технологическом процессе при производстве кабеля:

После выхода из экструдера уже в изоляции, гибкий провод проходит через протяженную охлаждающую ванну с водой, в которой происходит его охлаждение до 60°C. Далее вода сдувается с провода специальным приспособлением, изоляция окончательно сушится, и изолированный провод подается на вал, прежде подвергаясь сухому испытанию изоляции напряжением.



Отдельные изолированные жилы наконец скручиваются — так и получают многожильный провод: подкрученные жилы подаются в крутильную дисковую машину, при этом они уплотняются. На финальном этапе производства скрученные жилы покрываются в экструзионной линии общей изоляцией, и уже готовый провод проходит проверку на соответствие ГОСТ.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите этапы производства кабельной продукции.
2. Какой используют процесс при изготовлении проводов и кабелей?

## **Раздел 7. Магнитные материалы.**

### **Тема 7.1 Магнитомягкие материалы**

Характерными свойствами магнитомягких материалов являются их способность намагничиваться до насыщения даже в слабых полях (высокая магнитная проницаемость) и малые потери на перемагничивание.

Магнитотвердые материалы (материалы для постоянных магнитов) обладают большой удельной энергией. Эта энергия тем больше, чем больше остаточная индукция  $B_r$  и коэрцитивная сила  $H_c$  материала.

Магнитомягкие материалы - это магнитные материалы, обладающие низкой коэрцитивной силой и как следствие узкой предельной петлей гистерезиса, которые под действием магнитного поля способны легко намагничиваться и размагничиваться. Считается, что к магнитомягким можно отнести те материалы, которые обладают внутренней коэрцитивной силой менее 4000 А/м при условии деления всех магнитных материалов на два класса - магнитомягкие и магнитотвердые, а при выделении в отдельную группу полутвердые материалы (тройная классификация) - материалы с коэрцитивной силой менее 500 А/м.

Магнитомягкие материалы включают в себя широкий спектр железоникелевых и железокобальтовых прецизионных магнитомягких сплавов, кремнистых и нелегированных электротехнических сталей и чистое железо. Магнитомягкие материалы находят применение в устройствах, требующих от материалов высокой начальной и максимальной магнитной проницаемости в сочетании с простотой изготовления.

Для производства прецизионных магнитомягких сплавов используется сложное оборудование, передовые технологии и опыт, накопленный при производстве сплавов для авиационной промышленности. Производство магнитомягких материалов включает в себя применение ультрачистого сырья, специальные процессы и технологии плавки в индукционных печах в инертной атмосфере и рафинирования расплава. Конечный продукт изготавливается путемковки, горячей и холодной прокатки, волочения проволоки и термообработки в зависимости от технических требований заказчика.

Магнитомягкие материалы - это магнитные материалы, обладающие низкой коэрцитивной силой и как следствие узкой предельной петлей гистерезиса, которые под действием магнитного

поля способны легко намагничиваться и размагничиваться. Считается, что к магнитомягким можно отнести те материалы, которые обладают внутренней коэрцитивной силой менее 4000 А/м при условии деления всех магнитных материалов на два класса - магнитомягкие и магнитотвердые, а при выделении в отдельную группу полутвердые материалы (тройная классификация) - материалы с коэрцитивной силой менее 500 А/м. Магнитомягкие материалы используются главным образом в качестве проводников и концентраторов магнитного потока, создаваемого обмоткой при протекании в ней электрического тока или намагниченным магнитотвердым материалом. Типичные магнитомягкие материалы применяемые в промышленности имеют коэрцитивную силу менее 160 А/м, а наименьшее ее значение не превышает 0,1 А/м.

Основным магнитным параметром, который применяют в качестве мерила «мягкости» материала или его поведения в магнитном поле является относительная магнитная проницаемость ( $\mu_r$ , где  $\mu_r = B / \mu_0 H$ ), которая показывает, насколько легко материал реагирует на приложенное магнитное поле. Другими основными магнитными параметрами, характеризующие магнитомягкий материал являются коэрцитивная сила, намагниченность насыщения и удельная электропроводность.

Область применения магнитомягких материалов разделяют на две части: переменного и постоянного тока. В устройствах с магнитной системой, работающих от постоянного тока, при включении магнитомягкий материал намагничивается и остается в этом состоянии, передавая магнитный поток для выполнения какого либо действия, а при выключении - переходит в состояние остаточной намагниченности, которая либо пренебрежимо мала, либо стремится к нулю, например в электромагните. В устройствах, работающих от переменного тока, магнитомягкий материал непрерывно циклически перемагничивается в течение всего периода работы устройства, например в трансформаторе.

Значимость основных магнитных параметров магнитомягких материалов определяется областью их применения. В случае применения магнитомягкого материала для работы в магнитном поле постоянного тока основным параметром, влияющим на выбор материала, скорее всего, будет магнитная проницаемость. Например, при экранировании устройств от проникновения в них магнитного поля или его ослабления магнитомягкий материал локализует в себе магнитную энергию в пределах определенного пространства. Если магнитомягкий материал используется для создания магнитного поля в рабочем зазоре, то на его выбор может оказывать влияние намагниченность насыщения.

Когда магнитомягкий материал требуется применить в магнитных системах, работающих от переменного тока, важно учитывать, какое количество энергии будет поглощаться материалом при его циклическом перемагничивании по петле гистерезиса. В переменном магнитном поле изменяются размеры доменов, вследствие движения доменных границ, и ориентация вектора намагниченности, вследствие вращения намагниченности. Эти процессы сопровождаются вихревыми токами, процессами спиновой релаксации (релаксации намагниченности), упругой деформацией и переходом части энергии колебания атомов в теплоту. При этом стоит отметить, что в металлических материалах преобладают магнитные потери на вихревые токи, а в диэлектриках - магнитные потери, связанные со спиновой релаксацией.

Потери энергии при работе магнитомягкого материала по способу измерения можно разделить на:

1. потери на гистерезис, которые появляются при периодическом перемагничивании с частотой  $f$ , и равны площади динамической петли магнитного гистерезиса, умноженной на частоту;
2. потери на вихревые токи, которые связаны с генерацией вихревых токов, индуцированные изменением магнитной индукции в магнитомягком материале и определяются как  $P_c = \pi^2 \cdot B_m^2 \cdot f^2 \cdot h^2 / 6 \cdot \rho$ ;
3. потери, связанные с изменением размеров доменов, вследствие движения доменных границ, и вращения вектора намагниченности.

Потери на гистерезис могут быть сокращены за счет уменьшения внутренней коэрцитивности магнитомягкого материала, что приведет к уменьшению площади петли гистерезиса.

Потери на вихревые токи сильно зависят от отношения ширины доменов к толщине пластины  $D/h$ , поскольку изменение магнитной индукции в магнитном материале происходит вследствие

движения доменных границ, и от проводимости магнитомягкого материала. Уменьшение потерь на вихревые токи достигается применением магнитомягкого материала с более низкой проводимостью и нанесением изоляционного покрытия на материал, которое оказывает существенное влияние на потери с повышением частоты перемагничивания.

Потери, связанные с изменением размеров доменов могут быть уменьшены за счет применения абсолютно однородного материала, внутри которого не будет никаких помех движению доменных стенок.

## 1. Классификация магнитомягких материалов



Рисунок 7.1.1. Классификация магнитомягких материалов

### 2. Нелегированная электротехническая сталь и железо

Нелегированная электротехническая сталь.

Железо.

### 3. Кремнистые электротехнические стали

Кремнистые электротехнические стали широко применяются для изготовления магнитных систем силовых и согласующих трансформаторов, работающих на промышленной частоте 50 - 60 Гц. Трансформатор должен работать при наибольшей максимальной магнитной индукции  $B_s$ , чтобы обеспечить минимальные габариты, и должен иметь при этом минимальные магнитные потери, чтобы температура перегрева была не выше заданного значения. Таким образом, кремнистая электротехническая сталь должна обладать высокой магнитной индукцией при заданной напряженности магнитного поля и иметь низкие удельные магнитные потери на частоте 50 Гц при максимальной магнитной индукции.

Сокращение потерь на вихревые токи удается достичь при легировании электротехнической стали кремнием в количестве до 3%, вследствие повышения удельного электрического сопротивления в 4 раза по отношению к нелегированным электротехническим сталям. При этом установлено, что предельное содержание кремния в электротехнической стали может достигать 4,8 %, это связано с тем, что легирование кремнием приводит не только к ухудшению механических свойств, но и к снижению индукции технического насыщения и температуры точки Кюри. Также кремний способствует уменьшению и магнитокристаллической анизотропии. Легирование кремнием свыше 4 % делает электротехническую сталь чрезвычайно хрупкой и затрудняет ее производство. При этом содержание кремния в поверхностных слоях деталей из кремнистой электротехнической стали возможно увеличить силицированием. Для этого используется

непрерывная холоднокатаная полоса с содержанием кремния 3% шириной 600 мм и толщиной до 0,3 мм. Наиболее часто применяются электротехнические стали с содержанием кремния от 3 до 4 %. Вторым способом снижения потерь на вихревые токи является изготовление электротехнической стали в виде лент толщиной от 0,3 до 0,7 мм с нанесенным изоляционным покрытием толщиной 2 - 5 мкм, которое препятствует электрическому контакту металлических листов.

Для изготовления силовых трансформаторов применяют анизотропную электротехническую сталь, поскольку создаваемый в ней магнитный поток максимален по направлению проката листа, что достигается с помощью различных стадий холодной прокатки. Основные направления совершенствования анизотропной электротехнической стали сводятся к получению совершенной кристаллографической текстуры с минимальным средним отклонением оси легкого намагничивания [001] от направления проката, которое в высокопроницаемой анизотропной электротехнической стали составляет около  $3^\circ$  по сравнению с  $6^\circ$  для обычной анизотропной электротехнической стали. А также создание искусственных барьеров поперек направления прокатки, обеспечивающих снижение ширины основных доменов и магнитных потерь на вихревые токи.

Анизотропная кремнистая электротехническая сталь может изготавливаться с ребровой или кубической текстурами. В электротехнической стали с кубической текстурой оси легкого намагничивания [001] отдельных кубических кристаллитов ориентированы вдоль направления прокатки, а плоскости [100] совпадают с поверхностью пластины, намагничивание вдоль диагонали грани [100] происходит труднее, а наиболее трудно – вдоль диагонали куба [111]. Магнитные свойства электротехнической стали с кубической текстурой примерно одинаковы вдоль и поперек направления прокатки, только под углом  $45^\circ$  они несколько хуже, что соответствует направлению [110]. Сталь имеет значительную магнитострикцию при перемагничивании вдоль выделенного направления, т.е. создает шум при работе трансформаторов. Поэтому ее эффективно можно использовать только во вращающихся электрических машинах. Производство электротехнической стали с кубической текстурой так и не достигло промышленных масштабов вследствие относительно дорогостоящей технологии ее производства и не нашла широкого распространения.

В электротехнической стали с ребровой кристаллографической текстурой оси легкого намагничивания [001] отдельных кубических кристаллитов совпадают с направлением прокатки, обеспечивая получения наивысших магнитных свойств, к примеру магнитной индукцией  $B_{800}$  более 1,85 Тл. Ребро куба [100] ориентируется вдоль направления проката, при этом поперек проката ориентируется диагональ грани [110], вследствие чего магнитные свойства поперек проката значительно ниже, чем по направлению, особенно под углом  $55^\circ$  к направлению проката.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие свойства у магнитомягких материалов?
2. Назовите классификацию магнитомягких материалов.

### **Тема 7.2 Магнитотвердые материалы.**

Характерными свойствами магнитомягких материалов являются их способность намагничиваться до насыщения даже в слабых полях (высокая магнитная проницаемость) и малые потери на перемагничивание.

Магнитотвердые материалы (материалы для постоянных магнитов) обладают большой удельной энергией. Эта энергия тем больше, чем больше остаточная индукция  $B_r$  и коэрцитивная сила  $H_c$  материала.

Магнитотвердые материалы отличаются от магнитомягких высокой коэрцитивной силой. Площадь гистерезисной петли у магнитотвердых материалов значительно больше, чем у магнитомягких. Высококоэрцитивное состояние магнитных материалов целиком обусловлено магнитной анизотропией.

По применению магнитотвердые материалы можно подразделить на материалы для постоянных магнитов и материалы для записи и длительного хранения звука, изображения и т. п.

Литые высококоэрцитивные сплавы. К этой группе относятся сплавы систем Fe — Ni—Al и Fe—Ni—Co—Al, модифицированные различными добавками. Они являются активными элементами многих приборов и характеризуются благоприятным соотношением между магнитными свойствами и стоимостью производства. Высококоэрцитивное состояние этих сплавов обусловлено их дисперсионным распадом на две фазы при охлаждении до определенной температуры. В системе Fe—Ni—Al одна из фаз, образующихся в результате распада твердого раствора, по составу близка к чистому железу и является сильномагнитной; ее выделения имеют форму пластинок или стержней однодоменной толщины (с наименьшим размером порядка 1 нм). Другая фаза состоит из никеля и алюминия и оказывается слабомагнитной. Таким образом, получается композиция из немагнитной матрицы и однодоменных анизотропных по форме магнитных включений.

Материалы, имеющие такую структуру, намагничиваются в основном за счет процессов вращения магнитных моментов доменов. Высококоэрцитивное состояние этих сплавов может быть получено при содержании никеля 20...33% и алюминия 11... 17% (по массе). В тройной системе Fe—Ni—Al наибольшей удельной магнитной энергией обладают сплавы, содержащие около 28 % Ni и 14% Al, что приблизительно соответствует интерметаллическому соединению Fe<sub>2</sub>NiAl. Однако без легирующих элементов эти сплавы практически не применяются. Помимо кобальта распространенными легирующими добавками являются медь, титан и ниобий. Добавки не только улучшают магнитные свойства, но и обеспечивают лучшую повторяемость характеристик, т. е. ослабляют зависимость магнитных свойств от небольших изменений химического состава, наличия примесей и отклонений от заданного режима термообработки.

Высококоэрцитивное состояние сплавов достигается только при определенных термических обработках. Режим термической обработки выбирают таким образом, чтобы получить оптимальную форму, размер и распределение микровключений, возникающих при фазовом распаде твердого раствора. Как правило, термообработка включает в себя нагрев до температуры 1 200... 1 280 °С и охлаждение с определенной скоростью, обеспечивающей наибольшую дисперсность выделений. При этом скорость охлаждения не должна быть слишком большой, чтобы распад успел произойти по всему объему, но и не должна быть слишком малой, чтобы выделения не выросли до размеров, превышающих размер одно-доменности.

Магнитные свойства магнитотвердых материалов зависят от кристаллографической и магнитной текстур. Магнитная текстура высококоэрцитивных сплавов создается путем их охлаждения в сильном магнитном поле. При этом достигается упорядоченное расположение пластинчатых выделений сильномагнитной фазы, которые своими осями легкого намагничивания ориентируются в направлении поля. Такое магнитное текстурирование оказывается эффективным лишь для сплавов с высоким содержанием кобальта (сплавы типа ЮНДК\*).

В марках сплавов приняты следующие обозначения: Ю — алюминий, Н — никель, Д — медь, К — кобальт, Т — титан, Б — ниобий, А — столбчатая кристаллическая текстура. Магнитная текстура не обозначается, но подразумевается всегда при содержании кобальта в сплаве свыше 15 %. Цифра в маркировке подчеркивает содержание того металла, буква которого стоит перед этой цифрой.

Кристаллическую текстуру создают методом направленной кристаллизации сплава, залитого в форму, используя особые условия теплоотвода. Сплавы, полученные направленной кристаллизацией, имеют специфическую столбчатую макроструктуру. Сочетание кристаллической и магнитной текстур позволяет улучшить все параметры магнитотвердого материала (Д., Нс, цв). Недостатком сплавов типа Fe—Ni—Al и Fe—Ni—Al—Co является трудность изготовления из них изделий точных размеров вследствие хрупкости и высокой твердости; из всех видов механической обработки они допускают обработку только путем шлифования.

Сплавы системы ЮНДК являются самыми стабильными среди магнитотвердых материалов, способными работать при самых высоких температурах. Например, сплавы ЮНДК35Т5 после специальной структурной и магнитной стабилизации могут работать не менее 2 000 ч при 600 С. Общее старение магнитов за это время не превышает 1 %.

Обязательным условием рационального использования магнитотвердого материала является его намагничивание до состояния насыщения. Принято считать, что для достижения этого

состояния напряженность внешнего намагничивающего поля должна в 3—6 раз превышать значение коэрцитивной силы по намагниченности. Наибольшее применение имеют намагничивающие установки постоянного тока: электромагниты и соленоиды. Однако намагничивание может происходить и в импульсном режиме с длительностью воздействия магнитного поля от долей микросекунды до нескольких миллисекунд.

Магниты из порошков. Невозможность получить особенно мелкие изделия со строго выдержанными размерами из литых железоникельалюминиевых сплавов обусловила использование методов порошковой металлургии для производства постоянных магнитов.

Процесс изготовления порошковых магнитов аналогичен процессу изготовления керамических деталей, т.е. включает в себя операции помола, смешения порошков, формовку изделий и спекание. В качестве исходных материалов используются порошки соответствующих металлов, формовку осуществляют путем прессования под давлением порядка 1 000 МПа, а спекание магнитов производят в атмосфере тщательно осушенного водорода при температуре 1 200...1 300 С. Мелкие детали при такой технологии получают достаточно точных размеров и не требуют дальнейшей механической обработки.

В готовом виде металлокерамические магниты имеют остаточную пористость 3...5% и худшие по сравнению с литыми изделиями магнитные свойства. Так, запасенная магнитная энергия и остаточная индукция у них на 10...20% ниже, чем у литых магнитов из соответствующего сплава, зато по механической прочности они превосходят литые магниты в 3—6 раз. В некоторых случаях возможно изготовление металлокерамических магнитов совместно с элементами арматуры (например, полюсных наконечников).

Магнитотвердые ферриты. Из магнитотвердых ферритов наиболее известен бариевый феррит  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  (ферроксдюр). В отличие от магнитомягких ферритов он имеет не кубическую, а гексагональную кристаллическую решетку с одноосной анизотропией. Промышленность выпускает два вида бариевых магнитов: марок БИ (бариевые изотропные) и марок БА (бариевые анизотропные).

Высокая коэрцитивная сила у этих материалов обусловлена малым размером кристаллических зерен и сильной магнитной кристаллографической анизотропией. Технология производства магнитотвердых ферритов в общих чертах подобна технологии производства магнитомягких ферритов. Однако чтобы получить мелкокристаллическую структуру, осуществляют очень тонкий помол (как правило, в водной среде), а спекание проводят при относительно невысоких температурах (во избежание процесса рекристаллизации).

Бариевые магниты целесообразно изготавливать в виде шайб и тонких дисков: они отличаются высокой стабильностью по отношению к действию внешних магнитных полей и не боятся тряски и ударов. Плотность бариевого феррита (4,4...4,9 Мг/м<sup>3</sup>) примерно в 1,5—1,8 раза меньше плотности литых железоникельалюминиевых сплавов (-7,3...7,8 Мг/м<sup>3</sup>), магниты получаются легкими. Удельное сопротивление бариевого феррита 104... 107 Ом • м, т.е. в миллионы раз выше удельного сопротивления литых металлических магнитотвердых сплавов. Поэтому магниты из бариевого феррита можно использовать при высоких частотах. По стоимости они почти в 10 раз дешевле магнитов из сплава ЮНДК24 из-за отсутствия дефицитных компонентов.

К недостаткам бариевых магнитов следует отнести низкую механическую прочность, большую хрупкость, сильную зависимость магнитных свойств от температуры. Кроме того, они обнаруживают необратимое изменение магнитных свойств после охлаждения от комнатной до низких температур (-60 °С) и нагревания до первоначальной температуры.

Сплавы на основе редкоземельных элементов. Магнитотвердые материалы этой группы являются весьма перспективными, но еще недостаточно изученными и освоенными в технологическом отношении. Редкоземельные элементы, являющиеся редкоземельными металлами, образуют большое число бинарных соединений с металлами переходной группы, из которых наибольший интерес представляют интерметаллические соединения типа  $\text{RCo}_5$  и  $\text{R}_2\text{Co}_{17}$ , где R — редкоземельный элемент. Указанные соединения имеют гексагональную структуру, им присуща сильная магнитная кристаллографическая анизотропия. Наиболее высокая намагниченность насыщения наблюдается у соединений кобальта с элементами первой половины

ряда лантаноидов, т.е. с «наименее магнитными» РЗМ или даже совсем «немагнитными», такими как лантан или иттрий.

Наиболее распространенным способом получения магнитов является их спекание из порошков в присутствии жидкой фазы. Например, магниты на основе  $\text{SmCo}_5$  спекают при температуре порядка  $1\ 100\text{ }^\circ\text{C}$ ; жидкая фаза образуется за счет расплавления сплава ( $\text{Sm} + \text{Co}$ ), добавляемого в определенных пропорциях в состав порошковой композиции. Формовку магнитов производят путем прессования на гидравлических прессах под большим давлением ( $-1\ 000\ \text{МПа}$ ) в магнитном поле с напряженностью не менее  $800\ \text{кА/м}$ . Спеченные магниты отличаются большой твердостью и хрупкостью.

Перед эксплуатацией магниты из сплавов кобальта с РЗМ подвергают термостабилизации при температуре на  $50\text{...}70\ \text{C}$  выше температуры эксплуатации. Режимы эксплуатации обычно ограничивают рабочие температуры значением не выше  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . Основной недостаток таких магнитов связан с их высокой стоимостью, обусловленной дефицитностью исходных компонентов.

Композиционные магнитотвердые материалы. Эти материалы находят широкое применение благодаря высокой технологичности и низкой стоимости. По внутреннему строению они напоминают магнитодиэлектрики, т.е. частицы магнитного наполнителя удерживаются диэлектрической связкой, выполняющей роль непрерывной фазы-матрицы. В качестве связки чаще всего используются термопластичные полимеры или резину. Получаемые композиции называют магнитопластиками. В качестве магнитного наполнителя обычно выбирают порошок феррита бария или стронция. Вследствие присутствия в магнитопластах значительного количества немагнитной фазы их магнитные свойства заметно уступают свойствам соответствующих ферритов, однако этот недостаток искупается возможностью изготовления дешевых магнитов по производительной технологии практически любой формы.

Магниты из этих материалов применяются в шаговых и синхронных электродвигателях, в телевидении, акустической аппаратуре (микрофоны, телефоны, плоские динамики), товарах бытового и хозяйственного назначения (магнитные уплотнения дверей холодильников, магнитные защелки, ключи и др.). Из магнитной резины изготавливают пластины для медицинских целей, которые получили название магнитофоров.

Наиболее широкое применение получили носители в виде магнитных лент или дисков. Чаще всего носители магнитной записи представляют собой систему из двух или нескольких магнитных материалов.

Рабочие слои носителей содержат магнитотвердые оксиды, ферриты или металлы. Магнитный материал может применяться в виде порошка, диспергированного в немагнитном связующем веществе, либо в виде сплошных металлических пленок. Порошковые слои получают путем нанесения на основу (с последующей сушкой) магнитного лака, который состоит из магнитного порошка, связующего диэлектрика, летучего растворителя и различных добавок, способствующих смачиванию и разделению час-тиц порошка, а также уменьшению абразивности рабочего слоя. Содержание магнетика в ферролаке составляет  $35\text{...}40\%$  по объему при толщине пленок  $d$  от  $1$  до  $20\ \mu\text{м}$ .

Слои магнитного лака с высокими эксплуатационными свойствами должны обладать магнитной анизотропией. Для этого используются порошки магнетика, состоящие из частиц игольчатой, эллипсоидальной или пластинчатой форм, а слой ферролака до сушки помещают в сильное внешнее постоянное магнитное поле. Если вектор напряженности внешнего магнитного поля параллелен плоскости пленки, то частицы магнетика несимметричной формы ориентируются своими длинными осями преимущественно вдоль пленки. В дальнейшем высушенную пленку разрезают так, чтобы ось легкого намагничивания (ОЛН) совпала с направлением движения магнитного носителя относительно магнитной головки. Такой магнитный носитель позволяет осуществлять продольную запись и считывание информации.

Толщина основы носителя  $h$  должна быть такой, чтобы при наматывании магнитной ленты на бобину не происходил копир-эффект, т.е. намагничивание участков рабочего слоя в соседних витках.

В современных носителях магнитной записи применяют следующие разновидности магнитных порошков: порошки гамма-оксида железа  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ; гамма-оксида железа,

модифицированного кобальтом  $Y-Fe_2O_3 + Co$ ; диоксида хрома  $CrO_2$ ; феррита бария  $BaFe_{12}O_{19}$ , а также металлические порошки железа и его сплавов.

Широкое распространение получили слои на основе  $Y-Fe_2O_3$ , одного из первых материалов, использованных в магнитной записи. Порошок  $Y-Fe_2O_3$  получают окислением магнетита  $Fe_3O_4$  при его нагревании на воздухе до температуры  $250\text{ }^\circ\text{C}$ . Отработанная технология и доступность исходного сырья обеспечили низкую стоимость таких носителей. Однако при получении игольчатых порошков малых размеров на поверхности частиц появляются поры и наросты, что затрудняет ориентационную способность порошка при магнитной обработке магнитного лака и приводит к уменьшению  $H_c$ . Гамма-оксид железа по своей структуре и магнитным свойствам относится к ферромагнетикам, а по электрическим свойствам является полупроводником.

Более высокие магнитные параметры получают в кобальтированных порошках  $Y-Fe_2O_3$ . При обработке частиц  $Y-Fe_2O_3$  в растворе соли кобальта на их поверхности образуются эпитаксиальные слои феррита кобальта, которые сглаживают поверхность. При этом частицы лучше ориентируются в ферролаке, а их  $H_c$  возрастает.

Качественный скачок в технике аналоговой магнитной записи произошел в результате использования в порошковых слоях частиц диоксида хрома, которые получают путем разложения хромового ангидрида  $CrO_3$  с последующим гидротермальным синтезом при высоких температуре и давлении. Диоксид хрома также является ферромагнетиком, но обладает большим значением  $H_c$ . Это обусловлено гладкой поверхностью частиц и высоким отношением их длины к поперечному размеру, что обеспечивает выраженную анизотропию свойств при большой остаточной намагниченности.

Диоксид хрома имеет необычно малое для оксидов удельное сопротивление, что исключает электризацию при трении и позволяет увеличить скорость движения носителя. При записи аналоговых сигналов хорошие результаты дает использование носителей с двойным магнитным слоем. Если на основу нанести слой с  $Y-Fe_2O_3$ , а сверху слой с  $CrO_2$ , то такой носитель будет хорошо воспроизводить как высокочастотные, так и низкочастотные сигналы при небольших токах подмагничивания и в отсутствие электризации. Резкая анизотропия формы частиц  $CrO_2$  позволяет создавать носители для перпендикулярной записи с высоким кинф.

Характерной особенностью порошков феррита бария является пластинчатая форма частиц (они представляют собой плоские шестигранники со средним диаметром  $0,08\text{ }\mu\text{м}$  и со средней толщиной  $0,03\text{ }\mu\text{м}$ ). При этом ОЛН направлена перпендикулярно плоскости пластины, вследствие чего материал используется только в носителях перпендикулярной записи. Анизотропия и форма частиц приводят к появлению очень большой коэрцитивной силы, которую приходится снижать для обеспечения приемлемого тока записи путем введения модифицирующих добавок  $CoO$  и  $TiO_2$ . Положительным свойством порошковых слоев на основе феррита бария является хорошая стабильность при изменении внешних температуры и магнитных полей.

В слоях магнитного лака на основе металлических порошков используют частицы железа. Их получают восстановлением игольчатых порошков оксидов железа при температуре  $300\text{--}500\text{ }^\circ\text{C}$  в среде водорода. В результате размеры частиц железа по сравнению с оксидными порошками уменьшаются при сохранении игольчатой формы. Кроме того, металлические порошки имеют существенно более высокие значения индукции насыщения и  $H_c$ , чем оксидные порошки. Поэтому слои с металлическими порошками позволяют увеличить плотность записанной информации, но требуют больших токов при записи. Некоторое представление о сравнительных свойствах магнитных носителей с разными материалами дает рис. 6.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Как классифицируются магнитные материалы по составу, свойствам и техническому назначению?
2. Какой ферромагнитный материал обладает наиболее высокой индукцией насыщения?
3. Какие магнитные материалы называются ферритами?

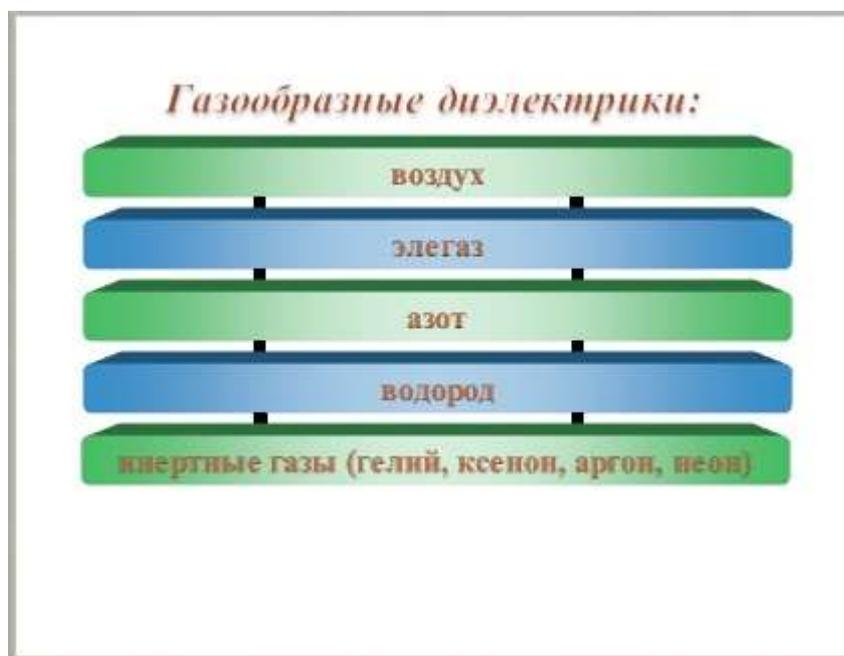
## Раздел 8. Диэлектрические материалы.

### Тема 8.1 Физико-химическая сущность проводимости и пробоя газообразных диэлектриков.

Диэлектрики это вещества, основным электрическим свойством которых является способность поляризоваться в электрическом поле.

По агрегатному состоянию диэлектрики могут быть газообразными, жидкими, твёрдыми.

В зависимости от химического состава диэлектрические материалы подразделяются на органические и неорганические.



**Воздух** – смесь азота, кислорода и инертных газов. Играет роль изолирующей и охлаждающей среды во многих электрических установках.

На воздушных электрических линиях, в распределительных устройствах, в коммутационной аппаратуре и других электрических изделиях воздух является единственной изоляцией между неизолированными проводами. Иногда в слое воздуха, непосредственно соприкасающемся с поверхностью проводов высокого напряжения, наблюдается светлое фиолетовое свечение – электрическая корона, которое сопровождается характерным шипением. Электрическая корона возникает при ухудшении электроизоляционных свойств воздуха или при воздействии на воздух повышенного напряжения и вызывает потери энергии.

Воздух может находиться в твёрдой и жидкой изоляции электрооборудования при плохой пропитке изоляции и очистке пропитывающего материала. В этом случае могут произойти разрядные процессы при высоких напряжениях электрического поля. Кроме того, воздух, содержащий кислород, способствует возникновению окислительных процессов в других материалах.

**Элегаз** – гексафторид серы (шестифтористая сера). Электрическая прочность в 2,5 раза больше, чем у воздуха. Применяется как изолирующий и дугогасящий материал при изготовлении кабелей, конденсаторов и высоковольтных выключателей. Элегазовые кабели не горючи, хорошо охлаждаются, имеют малую электрическую ёмкость. Элегазовые выключатели имеют высокие дугогасящие свойства и малые габариты.



Недостаток - высокая стоимость. Поэтому для удешевления изделий элегаз часто используют в смеси с азотом или фреоном.

**Азот** – в чистом виде используется как изолирующая среда в высоковольтных конденсаторах и электровакуумной технике, а также как защитная среда (микроэлектроника, трансформаторы).

**Водород** – главное достоинство - высокая теплопроводность - в 6 раз выше, чем у воздуха.

Используется как охлаждающая среда мощных электрических машин. Применение водородного охлаждения снижает вентиляционные потери, увеличивает срок службы твёрдой изоляции вследствие отсутствия окислительных процессов.



Недостаток – в смеси с кислородом воздуха может образовывать взрывоопасную смесь.

**Инертные газы** – аргон, гелий, ксенон, неон. Эти газы имеют очень низкий потенциал ионизации, поэтому их электрическая прочность низкая. Применяют их в технике слабых токов и газоразрядных приборах.

### **Газоразрядные лампы**

Пробой газов является чисто электрическим пробоем.

Когда электроны находятся на орбитах, ближайших к ядру, то потенциальная энергия атома минимальна. Такое состояние атома является устойчивым и называется нормальным. Переход одного или нескольких электронов с нормальных орбит на более удаленные от ядра называется возбуждением атома. Энергию, необходимую для возбуждения, атом (молекула) может получить при столкновении с электроном или при поглощении коротковолнового излучения. Энергия возбуждения ( $W_{в}$ ) равна разнице энергий электрона на удаленной и нормальной орбитах. Возвращение атома в нормальное состояние происходит самопроизвольно и сопровождается излучением фотона. Чем большую энергию получает атом при столкновении с электроном или при поглощении фотона, тем на более удаленную орбиту переходит электрон. Когда электрон удаляется от ядра настолько, что взаимодействие его с ядром практически исчезает, то электрон становится свободным.

Происходит ионизация атома, в результате которой образуются две независимые частицы: электрон и положительно заряженный ион. Энергия, которую необходимо сообщить атому (молекуле) для осуществления ионизации, называется энергией ионизации.

Одновременно с ионизацией атомов и молекул газа происходит процесс взаимной нейтрализации заряженных частиц – рекомбинация.

Если к промежутку между электродами в газе приложено напряжение, то заряженные частицы кроме тепловой энергии, приобретают под действием электрического поля направленную скорость. При этом заряженная частица газа приобретает дополнительную (кинетическую) энергию:

$$W_{\text{дси}} = e\lambda E$$

где  $e$  – заряд электрона;  $E$  – напряженность электрического поля;  $\lambda$  – средняя длина свободного пробега электрона (расстояние, которое преодолевает заряженная частица под действием внешнего электрического поля от одного до другого столкновения с нейтральными молекулами).

Если в момент столкновения электрона с нейтральной молекулой его энергия будет больше либо равна энергии ионизации данной молекулы, то произойдет ее расщепление на положительный ион и электрон, т.е. произойдет электронная ударная ионизация. Условие возникновения ударной ионизации:

$$W_T + W_{\text{дси}} \geq W_{\text{и}}$$

где  $W_T$  – энергия теплового движения частиц;  $W_{\text{и}}$  – энергия ионизации.

После первого акта электронной ударной ионизации уже два (электрона, разгоняясь в поле, будут ионизировать молекулы. При последующих соударениях образуется уже 4 свободных электрона, затем – 8, 16 и т.д. Такой процесс нарастания числа электронов, движущихся в электрическом поле по направлению к аноду, получил название лавины электронов.

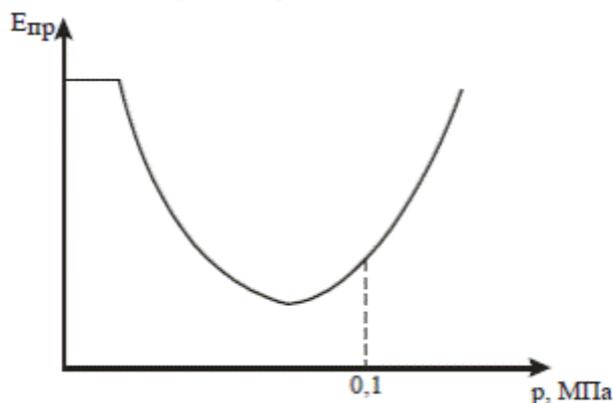
Если при соударении электрона с молекулой энергия электрона окажется меньше, чем энергия ионизации данной молекулы, то она не ионизирует. Получив добавочную энергию, молекула переходит в возбужденное состояние с последующим излучением фотона. Фотоны, двигаясь со скоростью на два порядка большей (скорость света), чем электронные лавины, значительно ее опережает. «Столкнувшись» с нейтральной молекулой, фотон ее ионизирует, если энергия, приобретенная молекулой, будет больше или равна ее энергии ионизации. Этот процесс называется фотоионизацией.

Образовавшийся в результате фотоионизации электрон, двигаясь к аноду и сталкиваясь с нейтральной молекулой, ионизирует ее, порождая новую, «дочернюю» лавину, находящуюся далеко впереди основной лавины. Основная и дочерние лавины, двигаясь к аноду, растут, догоняют друг друга, сливаются и образуют электроотрицательный стример — цепочку электронных лавин, слившихся в единое целое, образуя канал повышенной проводимости газа.



Образование плазменного газоразрядного канала фактически и есть пробой газов.

На электрическую прочность газов влияет температура, давление, влажность, однородность электрического поля и расстояние между электродами.



С увеличением температуры энергия теплового движения молекул увеличивается и для их ионизации требуется меньшая дополнительная энергия, что улучшает условия возникновения ударной ионизации и приводит к снижению электрической прочности.

Повышение влажности воздуха также приводит к уменьшению его электрической прочности.

При давлениях, больших атмосферного, увеличивается плотность воздуха, следовательно, расстояние между молекулами становится меньше, что приводит к уменьшению длины свободного пробега электрона и дополнительной энергии, которую он приобретает до столкновения с молекулой. Поэтому электрическая прочность газов увеличивается при повышении давления, что делает эффективным использование сжатых газов в качестве изоляции в электрооборудовании (например, элегаза в высоковольтных выключателях).

При уменьшении давления вначале происходит уменьшение электрической прочности, что связано с увеличением длины свободного пробега электронов и, следовательно, увеличением их кинетической энергии, т.е. улучшаются условия возникновения ударной ионизации, а тем самым и условия пробоя. При дальнейшем снижении давления и высокой степени разрядки Епр начинает возрастать. Это увеличение электрической прочности объясняется уменьшением числа молекул газа в единице объема и снижением вероятности столкновений электронов с молекулами. Падение в зависимости Епр от давления характеризует электрическую прочность вакуума. На первый взгляд кажется, что пробой вакуума не возможен, так как вакуум не содержит свободных носителей заряда, то есть является идеальным изоляционным материалом. В действительности, при достаточно большой напряженности электрического поля происходит пробой вакуума, что объясняется тем, что электрическое поле может вызвать холодную эмиссию электронов с поверхности металлических электродов. Поэтому электрическая прочность вакуума зависит от материала, из которого изготовлены электроды, и от состояния их поверхности.

Электрическая прочность Епр увеличивается при уменьшении расстояния между электродами ( $h = 0,1$  мм и менее). Это связано с тем, что при таких малых расстояниях свободные электроны и ионы не успевают приобрести энергию, достаточную для ударной ионизации молекул, и разряжаются, достигнув электродов.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Как классифицируются газообразные диэлектрики по составу, свойствам?
2. Какими основными свойствами обладают газообразные диэлектрики?
3. Перечислите область применения газообразных диэлектриков?

### **Тема 8.2 Физико-химическая сущность проводимости и пробоя жидких диэлектриков.**

Согласно тепловой теории пробоя жидких диэлектриков, разработанной академиком Н.Н. Семеновым, в местах сосредоточения примесей происходит искажение формы электрического поля, в результате чего в этих местах происходит интенсивный разогрев жидкого диэлектрика, связанный с повышенной мощностью диэлектрических потерь. Пробой жидких диэлектриков является тепловым пробоем. Однако в идеальных жидких диэлектриках может произойти электрический пробой.

Нерастворенная примесь всегда присутствует в технически чистом жидком диэлектрике и обычно равномерно распределена в его объеме. Под действием приложенного электрического поля частицы этой примеси сравнительно быстро перераспределяются и скапливаются в местах с наиболее высокой напряженностью поля, образуя цепочки, соединяющие между собой электроды. Эти цепочки из-за разных величин диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика и примеси увеличивают неоднородность поля и приводят к снижению электрической прочности диэлектрика. Образовавшиеся цепочки имеют высокую электропроводность, а значит, по ним пойдет ток сравнительно большой плотности, под действием которого они мгновенно нагреются до высокой температуры и перейдут в газообразное состояние. По образовавшимся газовым микроканалам и произойдет пробой аналогично пробую газа.

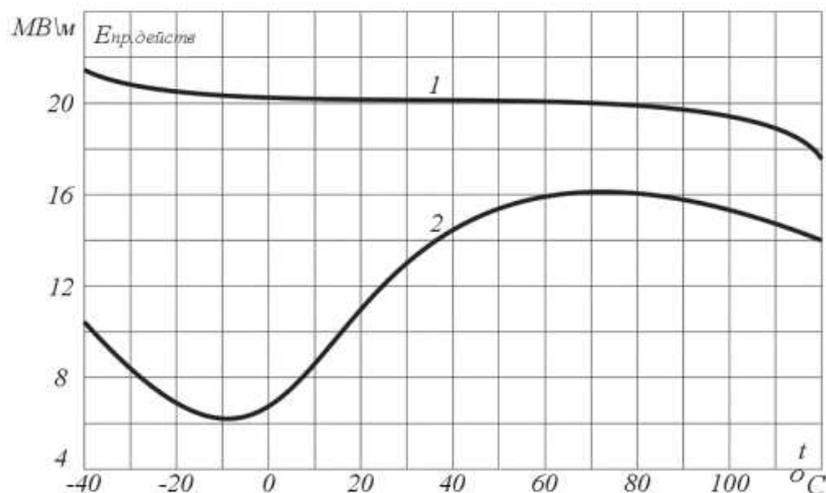
В жидком диэлектрике могут присутствовать примеси трех видов: газообразные, жидкие и твердые.

При наличии газообразных примесей пробой начинается с ионизации газовых включений. В результате ионизации температура стенок газовых включений возрастает. Это приводит к вскипанию микрообъемов жидкости, примыкающих к включению. Объем газа увеличивается, включения сливаются, образуя между электродами «мостик», по которому происходит пробой.

Примесь в виде жидкости может находиться в трех состояниях: в растворенном виде, в виде эмульсии (шарики диаметром 2-10 мкм) и в виде отстоя на дне резервуара. Наибольшее влияние на электрическую прочность диэлектрика оказывает влага в виде эмульсии. Сферические капли воды под действием сил электрического поля разбиваются на более мелкие капли, вытягиваются в места с наибольшей напряженностью поля, вытягиваются вдоль линий электрического поля и образуют цепочки соединяющие электроды с малым электрическим сопротивлением. Существенно возросшие электропроводность и диэлектрические потери приводят к местному перегреву образовавшихся цепочек, по которым и развивается пробой при гораздо более низком напряжении.

Твердые примеси в виде взвеси в трансформаторном масле искажают электрическое поле внутри масла (делают его более неоднородным). Наличие в масле волокон целлюлозы значительно уменьшает пробивное напряжение за счет образования проводящих мостиков.

В максимально очищенных от примесей жидкостях при высоких значениях напряженности электрического поля может происходить вырывание электронов из металлических электродов и разрушение молекул самой жидкости за счет соударений с заряженными частицами, как и в случае пробоя газов (электрический пробой).



Электрическая прочность трансформаторного масла зависит от температуры. При температуре 0°C вода, содержащаяся в масле, находится в эмульсионном состоянии, поэтому электрическая прочность имеет практически минимальное значение. При повышении температуры вода переходит в растворенное состояние, т.е. её свободное состояние исчезает. В состоянии раствора примесь воды в меньшей степени снижает электрическую прочность (увеличение  $E_{пр}$  на кривой 2). При температуре 70°C в трансформаторном масле начинается процесс кипения его легких фракций, количество газов в масле увеличивается, что приводит к уменьшению электрической прочности. Как следует из рис. (кривая 1), электрическая прочность сухого трансформаторного масла имеет большее значение и практически не изменяется до температуры 70°C.

Диэлектрик, находясь в электрическом поле, теряет свои электроизоляционные свойства, если напряженность поля превысит некоторое критическое значение. Это явление носит название пробоя диэлектрика или нарушения его электрической прочности. Свойство диэлектрика противостоять пробую называется электрической прочностью ( $E_{пр}$ ). Напряжение, при котором происходит пробой изоляции, называют пробивным напряжением ( $U_{пр}$ ) и измеряют чаще всего в киловольтах.

Электрическая прочность определяется пробивным напряжением, отнесенным к толщине диэлектрика в месте пробоя:

$$E_{пр} = U_{пр}/h, (1.25)$$

где  $h$  – толщина диэлектрика

Пробой твердых диэлектриков и пробой газов и жидкостей отличаются друг от друга как по внешним признакам, так и по физике явления.

Пробой газа обуславливается явлением ударной и фотонной ионизации. Пробой жидких диэлектриков происходит в результате ионизации тепловых процессов. Одним из главнейших факторов, способствующих пробоем жидкостей, является наличие в них посторонних примесей. Пробой твердых тел может вызываться как электрическим, так и тепловым процессами, возникающими под действием поля.

Явление электрического пробоя связано с электронными процессами в диэлектрике, возникающими в сильном электрическом поле и приводящими к внезапному и резкому местному возрастанию плотности электрического тока к моменту пробоя.

Тепловой пробой является следствием уменьшения активного сопротивления диэлектрика под влиянием нагрева в электрическом поле, что приводит к росту активного тока и дальнейшему увеличению нагрева диэлектрика вплоть до его термического разрушения.

При длительном действии напряжения пробой может быть вызван электрохимическими процессами, происходящими в диэлектрике под действием электрического поля – электрохимический пробой.

Из изложенного следует, что пробой газов – явление чисто электрическое, а в разрушении жидких и особенно твердых диэлектриков существенную роль играют тепловые процессы.

Пробой газов

Внешней изоляцией во многих видах электротехнических конструкций служит воздух. Электрическая прочность воздуха в нормальных условиях невысока по сравнению с прочностью большинства жидких и газообразных диэлектриков.

Небольшое количество содержащихся в газе положительных и отрицательных ионов и электронов, находящихся в беспорядочном тепловом движении, при наложении поля получают добавочную скорость и начинают перемещаться в направлении поля или в противоположном, в зависимости от знака заряда. При этом заряженная частица газа приобретает дополнительную энергию

$$W = q \cdot Ul, \text{ где } q \text{ – заряд, } Ul \text{ – падение напряжения на длине свободного пробега } l.$$

Добавочная энергия заряженных частиц сообщается молекулам, с которыми они сталкиваются. Если эта энергия достаточно велика, то может произойти ионизация молекул газа. Условием, определяющим возможность ионизации, является:

$$W \geq W_{и}.$$

При заданных значениях давления газа и температуры ударная ионизация начинается при определенной напряженности поля, поскольку  $q$  и  $l$  постоянны для каждого газа. Эта напряженность поля  $E$  называется начальной напряженностью. Процесс быстрого распространения ионизации называется явлением стримера. Явление пробоя газа объясняется ударной ионизацией и сопутствующим явлением фотоионизации. Пробой газа наступает, когда весь газовый промежуток между электродами ионизирован. В ионизированном пространстве образуется два потока (стримера) – поток электронов и поток положительно заряженных ионов

Внешне процесс ионизации проявляется свечением газа.

Напряжение, при котором наступает полная ионизация газового пространства между электродами, называется напряжением пробоя газа. Оно зависит от природы самого газа, его давления, влажности, температуры, в большой степени от формы электродов и расстояния между ними, однородности электрического поля, действующего на газ, а также от того, действует постоянное, переменное или импульсное напряжение.

Различные газы имеют различную электрическую прочность. С увеличением давления электрическая прочность газов увеличивается. Это объясняется тем, что при возрастании давления увеличивается число молекул в единице объема, отсюда сокращается длина свободного пробега

электронов, они не успевают приобрести энергию, необходимую для ионизации молекул, и поэтому пробой наступает только при более высоком напряжении.

При уменьшении давления газа длина свободного пробега электронов увеличивается, и ионизация наступает при более низком напряжении.

При малых расстояниях между электродами, порядка нескольких микрон, электрическая прочность газов сильно увеличивается. Это объясняется тем, что из-за малости расстояния процесс ионизации затруднен, и ионизация наступает при более высоком напряжении. Экспериментально установлено, что пробивное напряжение любого газа пропорционально произведению давления газа  $P$  на расстояние между электродами  $h$  (при  $T = \text{const}$ ).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Как классифицируются жидкие диэлектрики по составу, свойствам?
2. Какими основными свойствами обладают жидкие диэлектрики?
3. Перечислите область применения жидких диэлектриков?

### **Тема 8.3 Техническое использование масел в электротехнических изделиях.**

Электроизоляционные масла.

Трансформаторное масло, из всех жидких электроизоляционных материалов находит наибольшее применение в электротехнике, им заливают силовые трансформаторы.

Его применяют: во-первых, для заполнения пор в волокнистой изоляции, а также промежутков между проводами обмоток и между обмотками и баком трансформатора, значительно повышая электрическую прочность изоляции;

во-вторых, оно улучшает отвод теплоты, выделяемой за счёт потерь в обмотках и сердечнике трансформатора. Лишь некоторые силовые и измерительные трансформаторы выполняются без заливки маслом ( “ сухие трансформаторы ” );

в-третьих для изготовления масляных выключателей высокого напряжения. В этих аппаратах разрыв электрической дуги между расходящимися контактами выключателя происходит в масле или в находящихся под повышенным давлением газах, выделяемых маслом под действием высокой температуры дуги; это способствует охлаждению канала дуги и быстрому её гашению.

в-четвертых для заливки маслonaполненных вводов, некоторых типов реакторов, реостатов и других электрических аппаратов.

Трансформаторное масло - это жидкость, от почти бесцветного до тёмно - жёлтого цвета, по химическому составу представляет собой смесь различных углеводородов. Трансформаторное масло - горючая жидкость.

Трансформаторные масла получают из нефти посредством её ступенчатой перегонки с выделением на каждой ступени определённой ( по температуре кипения ) фракции и последующей тщательной очистки от химических нестойких примесей в результате обработки серной кислотой, а затем щёлочью, промывки водой и сушки.

Электрическая прочность масла - величина, чрезвычайно чувствительная к его увлажнению. Незначительная примесь воды в масле резко снижает его электрическую прочность. Это объясняется тем, что воды ( около 80 ) значительно выше, чем масла ( чистого масла около 2,2 ). Под действием сил электрического поля капельки эмульгированной в масле воды втягиваются в места, где напряжённость электрического поля особенно велика и где, собственно и начинается развитие пробоя. Ещё более резко понижается электрическая прочность масла, если в нём, кроме воды содержатся волокнистые примеси. Волокна бумаги, хлопчатобумажной пряжи, легко впитывают в себя влагу из масла, причём значительно возрастает их  $\epsilon_r$ . Под действием сил поля увлажнённые волокна не только втягиваются в места, где поле сильнее, но и располагаются по направлению силовых линий, что весьма облегчает пробой масла.

Вода легко может попасть в масло при его перевозке, хранении, переливки в недостаточно просушенную тару и т.п., поэтому для сушки масла имеется несколько способов : пропускание под давлением сквозь фильтровальную бумагу в специальных установках - фильтропрессах; воздействие на масло центробежной силы в центрифуге, причём вода, имеющая плотность больше,

чем у масла, отжимается с периферии сосуда и отделяется от масла; обработка адсорбентами; распыление нагретого масла в камере, заполненной азотом и т.п. При сушке электрическая плотность увлажнённого масла восстанавливается.

Конденсаторное масло служит для пропитки бумажных конденсаторов, в особенности силовых, предназначенных для компенсации индуктивного фазового сдвига. При пропитке бумажного диэлектрика повышаются как его  $\epsilon_r$ , так и  $E_{пр}$ ; то и другое даёт возможность уменьшить габаритные размеры, массу и стоимость конденсатора при заданном рабочем напряжении, частоте и ёмкости.

Нефтяное конденсаторное масло имеет плотность 0,86 - 0,89 Мг/м<sup>3</sup>, температуру застывания минус 45 °С,  $\epsilon_r=2,1, 2,3$  и  $tg \delta 0,002$  (при частоте 1 кГц).

Вазелиновое конденсаторное масло по плотности и электрическим свойствам близко к нефтяному, но имеет более высокую температуру застывания (-5 °С). Электрическая прочность конденсаторных масел не менее 20 МВ/м.

Кабельные масла используются в производстве силовых электрических кабелей; Пропитывая бумажную изоляцию этих кабелей, они повышают её электрическую прочность, а также способствуют отводу теплоты потерь. Кабельные масла бывают различных типов. Для пропитки изоляции силовых кабелей на рабочие напряжения до 35 кВ в свинцовых или алюминиевых оболочках (кабели с вязкой пропиткой) применяется масло марки КМ-25 с кинематической вязкостью не менее 23 мм<sup>2</sup>/с при 100 °С, температурой застывания не выше минус 10 °С и температурой вспышки не ниже +220 °С. Для увеличения вязкости к этому маслу дополнительно добавляется канифоль или же синтетический загуститель.

В маслonaполненных кабелях используются менее вязкие масла. Так, масло марки МН-4 применяется для маслonaполненных кабелей на напряжения 110-220 кВ, в которых во время эксплуатации с помощью подпитывающих устройств поддерживается избыточное давление 0,3 - 0,4 МПа.

Для маслonaполненных кабелей высокого давления (до 1,5 МПа) на напряжения от 110-500 кВ, прокладываемых в стальных трубах, применяется особо тщательно очищенное масло марки С-200.

Жидкие синтетические диэлектрики.

Для пропитки конденсаторов с целью получения повышенной ёмкости в данных габаритных размерах конденсатора желательнее иметь жидкий полярный диэлектрик с более высоким, чем у неполярных нефтяных масел, значением  $\epsilon_r$ . Нефтяные масла склонны к электрическому старению, т.е. они, могут ухудшать свои свойства под действием электрического поля высокой напряжённости. Жидкие синтетические диэлектрики, по свойствам превосходят нефтяные электроизоляционные масла.

Рассмотрим наиболее важные:

Хлорированные углеводороды (получаются из различных углеводородов путём замены в их молекулах некоторых (или даже всех) атомов водорода атомами хлора). Широкое применение имеют полярные продукты хлорирования дифенила, имеющие общий состав  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$  (n - степень хлорирования от 3 до 6).

Хлорированные дифенилы обладают  $\epsilon_r$ , повышенной по сравнению с неполярными нефтяными маслами, поэтому замена масел на хлорированные дифенилы при пропитке конденсаторов уменьшает объём конденсатора (при этой же электрической ёмкости) почти в 2 раза. Преимуществом хлорированных дифенилов является его негорючесть.

Однако хлорированные дифенилы имеют и свои недостатки: они сильно токсичны, (из-за этого применение их для пропитки конденсаторов в некоторых странах запрещено законом); на их электроизоляционные свойства весьма значительно влияют примеси (наличие которых сказывается на потерях сквозной электропроводности при повышенной температуре); заметное снижение их  $\epsilon_r$  и, следовательно ёмкости пропитанных хлорированными дифенилами конденсаторов при пониженных температурах; хлорированные дифенилы обладают сравнительно высокой вязкостью, что в некоторых случаях вызывает необходимость разбавления их менее вязкими хлорированными углеводородами.

Фтороорганические жидкости имеют малый  $\text{tg } d$ , ничтожно малую гигроскопичность и высокую нагревостойкость. Некоторые фтороорганические жидкости могут длительно работать при температуре  $200^{\circ}\text{C}$  и выше. Пары некоторых фтороорганических жидкостей имеют высокую для газообразных диэлектриков электрическую прочность.

Свойства характерные для фтороорганических жидкостей малая вязкость, низкое поверхностное натяжение (что благоприятствует пропитке пористой изоляции), высокий температурный коэффициент объёмного расширения, высокая летучесть. Последнее обстоятельство требует герметизации аппаратов заливаемых фтороорганическими жидкостями.

Фтороорганические жидкости способны обеспечить интенсивный отвод теплоты потерь от охлаждаемых ими обмоток и магнитопроводов, чем нефтяные масла или кремнийорганические жидкости. Существуют специальные конструкции малогабаритных электротехнических устройств с заливкой фтороорганическими жидкостями, в которых для улучшения отвода теплоты используется испарение жидкости с последующей конденсацией её в охладителе и возвратом в устройство (кипящая изоляция); при этом теплота испарения отнимается от охлаждаемых обмоток, а наличие в пространстве над жидкостью фтороорганических паров, особенно под повышенным давлением, значительно увеличивает электрическую прочность газовой среды в аппарате.

Важным преимуществом фтороорганических жидкостей по сравнению с кремнийорганическими является полная негорючесть и высокая дугостойкость (кремнийорганические жидкости, как и нефтяные масла, сравнительно легко загораются и горят сильно коптящим пламенем). Как и кремнийорганические соединения, фтороорганические жидкости пока ещё весьма дорогие.

Кремнийорганические жидкости обладают малым  $\text{tg } d$ , низкой гигроскопичностью и повышенной нагревостойкостью. Для них характерна слабовыраженная зависимость вязкости от температуры. Эти жидкости весьма дорогие.

Прочие синтетические жидкости. Интересны и некоторые другие полярные электроизоляционные жидкости: нитробензол, этиленгликоль и цианоэтилсахароза имеют высокую диэлектрическую проницаемость  $\epsilon_r = 35, 39$ .

Помимо синтетических электроизоляционных жидкостей, отличающихся по химическому составу и свойствам от нефтяных масел, существуют и синтетические жидкости углеводородного состава. Эти неполярные жидкости в некоторых случаях обладают более ценными свойствами (лучшие электроизоляционные свойства, стойкость к тепловому старению, газостойкость) по сравнению с нефтяными маслами. Например, пропитка бумажных конденсаторов полиизобутиленом с низкой степенью полимеризации приводит к повышению постоянной времени само заряда конденсатора примерно на порядок по сравнению с нефтяным конденсаторным маслом или вазелином.

Сравнительно дешёвый отечественный материал (октол) представляет собой смесь полимеров изобутилена и его изомеров, имеющих общий состав  $\text{C}_4\text{H}_8$  и получаемых из газообразных продуктов крекинга нефти. Значение  $\epsilon_r$  октола 2,0 - 2,2;  $\text{tg } d$  (при 1кГц) 0,0001; температура застывания минус  $12^{\circ}\text{C}$ .

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какое масло, из всех жидких электроизоляционных материалов находит наибольшее применение в электротехнике?
2. Для чего служит конденсаторное масло?
3. Перечислите область применения жидких синтетических диэлектриков?

#### **Тема 8.4 Твердые органические диэлектрики.**

К твердым диэлектрикам относятся лакоткани, слоистые пластики и различные виды слюды. Воски, масла и сжиженные газы представляют собой жидкие электроизоляционные материалы. Специальные газообразные диэлектрики используются намного реже. К этому типу также относится естественный электрический изолятор – воздух. Его использование обусловлено не

только характеристиками воздуха, которые делают его прекрасным диэлектриком, но и его экономичностью.

Органическими называются материалы, содержащие соединения углерода. Отличительной особенностью углерода является то, что он способен образовывать с другими элементами большое количество химических соединений с разнообразным строением и размерами молекул.

В природе существуют как низкомолекулярные углеродные соединения (мономеры), молекулы которых содержат единицы и десятки атомов, так и высокомолекулярные соединения, молекулы которых содержат многие тысячи атомов.

В технике наиболее широкое применение нашли высокомолекулярные соединения (полимеры), которые получают из мономеров путем поляризации и поликонденсации.

По структуре молекул полимеры подразделяют на линейные и пространственные (сшитые). Молекулы линейных полимеров образуют цепочки длиной 102—104 нм, шириной 0,1—1,0 нм, но могут иметь ответвления. Сшитые полимеры имеют каркасное строение. Образование трехмерных связей (сшивка) происходит при определенных технологических операциях: воздействии температуры, ионизирующего излучения.

Линейные полимеры могут кристаллизоваться, но в процессе кристаллизации принимают участие не все звенья соседних молекул, и размеры кристаллов (кристаллитов) во много раз меньше самих молекул. Соотношение аморфной и кристаллической фаз характеризует степень кристаллизации.

Основные свойства. В большинстве своем линейные полимеры — термопластичные материалы (термопласты), в которых при нагревании до определенной температуры не происходит необратимых процессов. Они гибкие, эластичные, нехрупкие, при нагревании легко деформируются (размягчаются и растягиваются), при охлаждении затвердевают.

Пространственные полимеры — терморезистивные материалы (реактопласты). В них при определенной температуре протекают необратимые процессы. Они приобретают значительную механическую прочность, твердость, нагневостойкость. При температуре выше 200 °С обугливаются и растрескиваются.

Полимеры подразделяются на полярные и неполярные (имеют меньшие диэлектрические потери).

Способы получения. Процесс получения полимеров из мономеров происходит при химических реакциях полимеризации и поликонденсации. Полимеризация — реакция, при которой полимер и мономер характеризуются одинаковым элементным составом, не происходит отщепление каких-либо побочных продуктов. Поликонденсация — реакция, при которой происходит перегруппировка атомов полимера, в результате чего выделяется побочный продукт: вода, соли и др.

Блочный метод полимеризации состоит в том, что мономер, очищенный от примесей, в жидком виде, без воды и растворителей смешивается с катализатором, заливается в определенную форму и нагревается до определенной температуры. В результате получают полимер в твердом виде (блоки) высокой степени чистоты, который затем поступает в дальнейшую переработку. Таким способом получают полистирол, полиметилметакрилат (оргстекло) и другие материалы.

Эмульсионный способ полимеризации представляет собой процесс, в котором исходный жидкий мономер загружают в автоклав с водой, содержащей эмульгатор (мыло, желатин и другие синтетические вещества). Эмульгатор служит для лучшего растворения частиц мономера в воде, т. е. для лучшего образования эмульсии. Смесь тщательно перемешивают и добавляют катализатор. Реакция полимеризации протекает при определенной для данного мономера температуре с незначительным выделением тепла. После окончания реакции и охлаждения полимер выпадает в виде твердого аморфного порошка. Этот метод широко применяется для получения полимеров, используемых в технике в виде порошков, пластмасс, лаков.

Используются различные методы поликонденсации: в расплаве, растворе, эмульсии, в твердой фазе.

Все диэлектрические материалы можно разделить на группы, используя разные принципы. Например, разделить на неорганические и органические материалы.

Неорганические диэлектрики: стекла, слюда, керамика, неорганические пленки (окислы, нитриды, фториды), металлофосфаты, электроизоляционный бетон. Особенности неорганических диэлектриков - негорючи, как правило, свето-, озono-, термостойки, имеют сложную технологию изготовления. Старение на переменном напряжении практически отсутствует, склонны к старению на постоянном напряжении.

Органические диэлектрики: полимеры, воски, лаки, резины, бумаги, лакоткани. Особенности органических диэлектриков - горючи (в основном), малостойки к атмосферным и эксплуатационным воздействиям, имеют (в основном) простую технологию изготовления, как правило, более дешевы по сравнению с неорганическими диэлектриками. Старение на постоянном напряжении практически отсутствует, на переменном напряжении стареют за счет частичных разрядов, дендритов и водных триингов.

Применение в энергетике:

- линейная и подстанционная изоляция - это фарфор, стекло и кремнийорганическая резина в подвесных изоляторах ВЛ, фарфор в опорных и проходных изоляторах, стеклопластики в качестве несущих элементов, полиэтилен, бумага в высоковольтных вводах, бумага, полимеры в силовых кабелях;

- изоляция электрических приборов - бумага, гетинакс, стеклотекстолит, полимеры, слюдяные материалы;

- машин, аппаратов - бумага, картон, лаки, компаунды, полимеры;

- конденсаторы разных видов- полимерные пленки, бумага, оксиды, нитриды.

С практической точки зрения в каждом случае выбора материала электрической изоляции следует анализировать условия работы и выбирать материал изоляции в соответствии с комплексом требований. Для ориентировки целесообразно разделить основные диэлектрические материалы на группы по условиям применения.

1. Нагревостойкая электрическая изоляция. Это в первую очередь изделия из слюдяных материалов, некоторые из которых способны работать до температуры 700 °С. Стекла и материалы на их основе (стеклоткани, стеклослюдиниты). Органосиликатные и металлофосфатные покрытия. Керамические материалы, в частности нитрид бора. Композиции из кремнийорганики с термостойким связующим. Из полимеров высокой нагревостойкостью обладают полиимид, фторопласт.

2. Влагостойкая электрическая изоляция. Эти материалы должны быть гидрофобны (несмачивание водой) и негигроскопичны. Ярким представителем этого класса является фторопласт. В принципе возможна гидрофобизация путем создания защитных покрытий на других негидрофобных диэлектриках.

3. Радиационно стойкая изоляция. Это, в первую очередь, неорганические пленки, керамика, стеклотекстолит, слюдинитовые материалы, некоторые виды полимеров (полиимиды, полиэтилен).

4. Тропикостойкая изоляция. Материал должен быть гидрофобным, чтобы работать в условиях высокой влажности и температуры. Кроме того, он должен быть стойким против плесневых грибов. Лучшие материалы: фторопласт, некоторые другие полимеры, худшие - бумага, картон.

5. Морозостойкая изоляция. Это требование характерно, в основном для резин, т.к. при понижении температуры все резины теряют эластичность. Наиболее морозостойка кремнийорганическая резина с фенильными группами (до -90°С).

6. Изоляция для работы в вакууме (космос, вакуумные приборы). Для этих условий необходимо использовать вакуумно-плотные материалы. Пригодны некоторые, специально приготовленные керамические материалы, малоприспособны полимеры.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Где применяется в энергетике твердые диэлектрики?
2. Как делятся основные диэлектрические материалы по группам по условиям применения?
3. Какие способы получения полимеров из мономеров?

## Тема 8.5 Волокнистые электроизоляционные материалы.

Для изоляции электрических машин и аппаратов широко применяют различные волокнистые материалы растительного происхождения (бумагу, картон, хлопчатобумажные и шелковые волокна, ткани и ленты), а также некоторые синтетические текстильные материалы, получаемые химической переработкой отдельных веществ: искусственный шелк, синтетические волокна (капрон, нейлон), материалы из полистирола, полихлорвинила, полиамидные и триацетатные пленки. Органические волокнистые изоляционные материалы отличаются невысокой нагревостойкостью. и в естественном виде без специальной обработки относятся к классу У. Их недостаток — высокая гигроскопичность. Между их волокнами и нитями остаются воздушные промежутки (поры), легко поглощающие влагу.

**Бумага и картон.** Бумага и картон — листовые материалы коротко-волокнистого строения, состоящие из целлюлозы. Бумагу изготавливают из измельченного хлопчатобумажного тряпья и волокон древесины, которые подвергают специальной химической обработке. Все сорта бумаги обладают хорошими изоляционными свойствами, однако в электромашиностроении применяют только следующие специальные сорта: кабельную (толщиной 0,08—0,17 мм), телефонную (0,05 мм), конденсаторную (7—30 мк), оклеечную (0,33 мм), пропиточную (0,12 мм), намоточную (0,05—0,07 мм) и микалентную (20 мк).

Указанные сорта бумаги используют для изоляции обмоточных проводов и кабелей различного типа, изготовления конденсаторов, оклейки листов электротехнической стали, а также для изготовления микаленты (см. ниже) и различных слоистых пластических материалов (листового и фасонного гетинакса, бакелитовых трубок и пр.).

Картон изготавливают из того же сырья, что и бумагу, но он имеет значительно большую толщину. В электромашиностроении применяют следующие сорта картона: электрокартон, фибру и литероид.

Электрокартон имеет толщину от 0,2 до 3 мм и обладает высокими изоляционными свойствами. Диэлектрическая прочность его достигает 25 кВ на 1 мм толщины. Он очень эластичен, что позволяет изгибать его под нужными углами. Применяется для изготовления прокладок, корпусов катушек, шайб, пазовой изоляции электрических машин и пр.

Фибра — картон, обработанный слабыми кислотами. Обладает большой твердостью, прочностью и может подвергаться обработке на металлорежущих станках (сверлильном, токарном, фрезерном и пр.). Изготавливается в виде листов различной толщины или в виде стержней и трубок. Имеет хорошие изоляционные свойства, но повышенную гигроскопичность.

**Текстильные материалы.** Электроизоляционные текстильные материалы изготавливают, главным образом, из растительных волокон, представляющих собой в основном целлюлозу (хлопок, ребе — лен, пенька, джут). Иногда применяют шелк, из которого получают тонкую и одновременно механически прочную изоляцию.

Из различных видов искусственных волокон наибольшее распространение получили искусственный шелк (вискозный и ацетатный), вырабатываемый путем химической переработки целлюлозы, а также капрон и нейлон. Полученные из целлюлозы искусственные вещества (эферы целлюлозы) обладают хорошей растворимостью, что дает возможность изготавливать из них тонкие нити путем продавливания этих веществ через отверстия малого диаметра.

Кажрон и нейлон, изготавливаемые на основе искусственных полиамидных смол, механически прочны, негигроскопичны и нагревостойки.

Текстильные материалы из искусственных волокон находят применение в различных отраслях электроизоляционной техники (для изготовления обмоточных проводов, лакотканей и пр.). В электромашиностроении применяют различные виды текстильных изделий: нити, пряжу, ткани, ленты и пр. Главное преимущество тканей — очень высокая механическая прочность, позволяющая применять их для крепления токопроводящих и изоляционных деталей, а также в качестве основы для изготовления других изоляционных материалов (лакотканей, текстолита и др.).

Для изоляции обмоток электрических машин и при ремонтных работах широко используют тканые (с кромками) хлопчатобумажные ленты: тафтяную (толщиной 0,18—0,20 мм), киперную с диагональным (киперным — «елочкой») переплетением нитей (0,30—0,35 мм) и батистовую (0,10—

0,12 мм). Пряжу (нити, скрученные из отдельных волокон) применяют для изоляции проводов и шнуров путем обмотки и оплетки.

В электроизоляционной технике используют в большей степени механические свойства непропитанных тканей и лент, чем их электрические свойства. Объясняется это тем, что без специальной обработки ткани не могут служить изоляторами, так как между их нитями остаются поры, поглощающие влагу.

Для улучшения изоляционных свойств волокнистых материалов их поры заполняют различными твердеющими влагонепроницаемыми веществами: естественными и искусственными смолами, битумами и пленками, образующимися при высыхании некоторых масел. Смолы и масла растворяют в различных легколетучих жидкостях, получая лаки и эмали. При сушке лака, нанесенного тонким слоем на твердую поверхность и проникшего в поры изоляции, растворитель улетучивается, а лаковая основа переходит в твердое состояние. При этом образуется пленка, плотно пристающая к твердой поверхности и обладающая высокими электроизоляционными свойствами и малой гигроскопичностью. Процесс заполнения воздушных пор волокнистых материалов твердеющими электроизоляционными веществами называется пропиткой. Для пропитки применяют природные лаки (шеллачные, копаловые, битумные, масляные и их смеси) и синтетические, получаемые химической переработкой различных органических веществ (бакелитовые, глифталевые, полихлорвиниловые, нитроцеллюлозные и пр.).

В зависимости от режима сушки различают лаки и эмали холодной (воздушной) и горячей (печной) сушки. Температура горячей сушки не должна превышать 110°C во избежание пересушивания, при котором лаковая пленка становится хрупкой и растрескивается.

Для пропитки изоляции обмоток электрических машин и аппаратов наибольшее распространение получили пропиточные лаки горячей сушки. Пропитку волокнистых изоляционных материалов этим лаком осуществляют следующим образом. Изделия предварительно просушивают в печи в течение 5—10 ч при температуре 100—110°C и в горячем состоянии (при температуре 60—70 °C) погружают в адну с лаком. Через 15—30 мин пропитанные изделия вынимают из ванны, дают избытку лака стечь и подвергают сушке в печи при температуре 100—110°C (в соответствии с режимом сушки, рекомендуемым для данного лака). После такой пропитки с последующей сушкой на поверхность изделия наносят покровную эмаль и осуществляют окончательную сушку.

Эмаль после высыхания образует твердое блестящее покрытие, предохраняющее от влияния влаги и механических воздействий.

Современная техника применяет лаки и эмали, различающиеся и по составу, и по назначению. Каждый из них имеет свою технологию применения. Эти подробности детально указываются в стандартах и технических условиях на соответствующие лаки.

Наибольшее распространение получили следующие сорта лаков: светлые масляные лаки; имеют в качестве основы высыхающие масла, а в качестве растворителя — бензин, обычный или лаковый керосин или же их смеси. Изготавливают как воздушный, так и печной сушки; применяют для покрытия листов электротехнической стали и проволоки с эмалевой изоляцией, для изготовления светлых лакотканей и пр. Имеют высокие изолирующие и защитные свойства, но не маслостойки;

черные битумные лаки холодной сушки; изготавливают из асфальтов и нефтяных битумов, растворенных в бензоле, толуоле или скипидаре или же в смеси их с бензином и лаковым керосином. Применяют в качестве антикоррозионных покрытий стальных деталей;

черные масляно-битумные лаки; применяются в качестве пропиточных и покровных лаков при производстве и ремонте электрических машин;

шеллачный лак — раствор шеллака в спирте; применяется как клеящий лак при изготовлении миканитов и при различных электромонтажных и ремонтных работах. Требуется горячей сушки, может быть использован и как лак холодной сушки;

глифталевые лаки, содержащие в качестве основы глифталевые синтетические смолы, а в качестве растворителя — ацетон, смесь толуола и бензина и др. Масло-стойки обладают хорошими изоляционными и защитными свойствами и являются лаками печной сушки. Применяют в качестве

пропиточных и покровных лаков и для изготовления серых эмалей, используемых для покрытия деталей электрических машин и аппаратов;

бакелитовые лаки — растворы синтетической смолы бакелита в спирте. Пропиточные и клеющие лаки горячей сушки, дающие механически прочную, но малоэластичную и склонную к тепловому старению пленку;

нитроцеллюлозные лаки (нитролаки); представляющие собой раствор целлюлозы в различных растворителях. Дают хорошую быстросохнущую защитную, но не теплостойкую пленку.

Для пропитки неподвижных катушек и заливки различных токопроводящих деталей (для заполнения воздушных промежутков вокруг катушек электрических аппаратов, пустот в кабельных муфтах, заливки крышек аккумуляторов и пр.) применяют компаунды. Они обеспечивают более влагостойкую и влагонепроницаемую пропитку, чем лаки, и при охлаждении затвердевают полностью. В них не остается пор от испарившегося растворителя, что наблюдается при пропитке лаками. В качестве основы для изготовления компаундов служат битумы. Для придания компаундам большей эластичности, нагревостойкости и маслостойкости к ним добавляют высыхающие масла, смолы и воск. Процесс пропитки компаундами может вестись при повышенной температуре (выше температуры их плавления). Подлежащие пропитке изделия погружают на определенное время в расплавленный компаунд и вынимают, не дожидаясь полного его застывания.

Более совершенной является вакуумная пропитка компаундами. Она заключается в том, что подлежащее пропитке изделие сначала подвергают сушке в герметически закрытом котле (автоклаве) в вакууме, а затем пропитывают в этом же котле под давлением в несколько атмосфер. В некоторых случаях пропитку производят за несколько циклов с периодической подачей давления в автоклав.

Лаки, смолы и эмали используют не только для пропитки волокнистых материалов, но и для изготовления эмалированной проволоки, пластмассовой изоляции проводов, покрытия листов электротехнической стали, склеивания различных твердых электроизоляционных материалов и изделий и пр.

В последнее время для изоляции электрических машин и аппаратов широко применяют различные волокнистые материалы неорганического происхождения: стеклянное волокно и асбест. Основным преимуществом этих материалов перед органическими является их более высокая нагревостойкость. Стеклянное волокно изготавливают путем пропускания расплавленной стеклянной массы сквозь отверстия малого диаметра. В толстом слое стекло является хрупким и ломким материалом. Однако весьма тонкие волокна (диаметром 3—7 мк) имеют настолько большую гибкость, что могут обрабатываться приемами текстильной технологии. Из стеклянных нитей, скрученных из отдельных волокон, ткнут стеклянные ткани и ленты. Эти же нити используют для изоляции обмоточных проводов.

Для склеивания и пропитки материалов из стекловолокна применяют органические лаки и смолы повышенной нагреваемости или кремнийорганические лаки и смолы. Таким путем получают различные стеклолакоткани, стеклоленту, стеклотекстолит и пр.

Кремнийорганические смолы, как показывает их название, содержат, кроме углерода, характерного для органических веществ, также и кремний, являющийся одним из важнейших составных частей многих неорганических диэлектриков. Такие смолы обладают значительной нагревостойкостью, хорошими электроизолирующими свойствами и малой гигроскопичностью.

Для изоляции катушек тяговых двигателей применяют монолитную кремний-органическую изоляцию. Катушку заливают кремнийорганическим компаундом. После затвердевания она представляет собой единую монолитную конструкцию.

Асбестовое волокно также может обрабатываться методами текстильной и бумажной технологии: из него изготавливают ткани, ленту, бумагу и картон. В некоторых случаях в асбестовую пряжу для повышения прочности добавляют хлопчатобумажные волокна. Асбестовые изделия гигроскопичны и обладают невысокими изоляционными свойствами. Поэтому в изоляционной технике асбест применяется как вспомогательный теплостойкий материал и требует дополнительной обработки лаками или битумами.

## Вопросы для самоконтроля

1. Для изоляции электрических машин и аппаратов какие применяют материалы?
2. Из чего изготавливают текстильные материалы?
3. Какое применение для эмалей и лаков?

## Тема 8.6 Техническое использование пластмасс в электротехнических изделиях.

Свойства пластмасс определяются свойствами полимеров, составляющих их основу.

*По составу* пластмассы могут быть простыми (термопласты – химические полимеры линейной или разветвленной структуры) и сложными (которые помимо полимеров, содержат различные добавки: наполнители, красители, пластификаторы, отвердители и т.д.).

*Связующее вещество* является обязательным компонентом. Такие простые пластмассы, как полиэтилен, вообще состоят из одного связующего вещества.

*Наполнителями* служат твердые материалы органического и неорганического происхождения. Наполнители придают пластмассам прочность, твердость, теплостойкость, а также некоторые специальные свойства, например антифрикционные или наоборот фрикционные. Кроме того, наполнители снимают усадку при прессовании.

В зависимости от наполнителя различают пресс-порошковые, волокнистые и слоистые пластмассы, а также пенопласты, когда наполнитель применяется в виде газа (воздух или нейтральный газ).

*Пластификаторы* представляют собой нелетучие жидкости с низкой температурой замерзания. Растворяясь в полимере, пластификаторы повышают его способность к пластической деформации. Пластификаторы вводят для расширения температурной области высокоэластического состояния, снижения жесткости пластмасс и температуры хрупкости. В качестве пластификатора применяют сложные эфиры, низкомолекулярные полимеры и др. Пластификаторы должны оставаться стабильными в условиях эксплуатации. Их наличие улучшает морозостойкость и огнестойкость пластмасс.

В состав пластмасс могут также входить стабилизаторы, отвердители, красители и другие вещества.

*Стабилизаторы* вводят в пластмассы для повышения долговечности. Светостабилизаторы предотвращают фотоокисление, а антиокислители – термоокислительные реакции.

*Отвердители* изменяют структуру полимеров, влияя на свойства пластмасс. Чаще используют отвердители, ускоряющие полимеризацию. К ним относятся оксиды некоторых металлов, уротропин и др.

*Специальные химические добавки* вводят с различными целями; например, сильные органические яды – фунгициды – для предохранения пластмасс от плесени и поедания насекомыми в условиях тропиков.

*Смазывающие вещества* (стеарин, олеиновая кислота) применяют для предотвращения прилипания пластмассы к оборудованию при производстве и эксплуатации изделий.

*Красители и пигменты* придают пластмассам желаемую окраску.

Для пластмасс характерны следующие свойства:

- низкая плотность (обычно 1–1,8 г/см<sup>3</sup>, в некоторых случаях 0,02–0,04 г/см<sup>3</sup>);
- высокая коррозионная стойкость. Пластмассы не подвержены электрохимической коррозии, на них не действуют слабые кислоты и щелочи. Существуют пластмассы, стойкие к воздействию концентрированных кислот и щелочей. Большинство пластмасс безвредны в санитарном отношении;
- высокие диэлектрические свойства;
- хорошая окрашиваемость в любые цвета. Некоторые пластмассы могут быть изготовлены прозрачными, не уступающими по своим оптическим свойствам стеклам;
- механические свойства широкого диапазона. В зависимости от природы выбранных полимеров и наполнителей пластмассы могут быть твердыми и прочными или же гибкими и упругими. Ряд пластиков по своей механической прочности превосходит чугун и бронзу.

При одной и той же массе пластмассовая конструкция может по прочности соответствовать стальной;

- антифрикционные свойства. Пластмассы могут служить полноценными заменителями антифрикционных сплавов (оловянных бронз, баббитов и др.). Например, полиамидные подшипники скольжения длительное время могут работать без добавления смазочного материала;
- высокие теплоизоляционные свойства. Все пластмассы, как правило, плохо проводят теплоту, а теплопроводность таких теплоизоляторов, как пено- и поропласты, почти в 10 раз меньше, чем у обычных пластмасс;
- хорошие технологические свойства.

Изделия из пластмасс изготавливают способами безотходной технологии (без снятия стружки) – литьем, прессованием, формованием с применением невысоких давлений или в вакууме.

Недостатком большинства пластмасс является их невысокая теплостойкость (100–120 °С). В настоящее время верхний температурный предел для некоторых пластмасс поднялся до 300–400 °С. Пластмассы могут работать при умеренно низких температурах (до -70 °С), а в отдельных случаях – при криогенных температурах. Недостатками пластмасс также являются их низкая твердость, склонность к старению, ползучесть, нестойкость к большим статическим и динамическим нагрузкам. Однако достоинства пластмасс значительно превосходят их недостатки, что обуславливает высокие темпы роста их ежегодного производства.

Свойства пластмасс зависят от состава отдельных компонентов, их сочетания и количественного соотношения, что позволяет изменять характеристики пластиков в достаточно широких пределах.

По характеру связующего вещества пластмассы подразделяют на термопластичные (термопласты), получаемые на основе термопластичных полимеров, и термореактивные (реактопласты), получаемые на основе термореактивных смол. Термопласты удобны для переработки в изделия, дают незначительную усадку при формовании (1–3%). Материал отличается большой упругостью, малой хрупкостью и способностью к ориентации. Обычно термопласты изготавливают без наполнителя. В последние годы стали применять термопласты с наполнителями в виде минеральных и синтетических волокон (органопласты).

Термореактивные полимеры после отверждения и перехода связующего в термостабильное состояние хрупки, часто дают большую усадку (до 10–15%) при их переработке, поэтому в их состав вводят усиливающие наполнители.

По виду наполнителя пластмассы делят на порошковые (карболита) с наполнителями в виде древесной муки, графита, талька и др.; волокнистые с наполнителями в виде очесов хлопка и льна (волокниты), стеклянного волокна (стекловолокниты), асбеста (асбоволокниты); слоистые, содержащие листовые наполнители (листы бумаги в гетинаксе, хлопчатобумажные, стеклянные, асбестовые ткани в текстолите, стеклотекстолите и асботекстолите, древесный шпон в древеснослоистых пластиках); газонаполненные (наполнитель – воздух или нейтральные газы – пено- и поропласты).

По применению пластмассы можно подразделить на силовые (конструкционные, фрикционные и антифрикционные, электроизоляционные) и несиловые (оптически прозрачные, химически стойкие, электроизоляционные, теплоизоляционные, декоративные, уплотнительные, вспомогательные). Однако это деление условно, так как одна и та же пластмасса может обладать разными свойствами.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите классификацию пластмасс?
2. Из чего изготавливают пластмассы?
3. Какое применение пластмасс в электротехнических изделиях?

## Тема 8.7 Изоляционные материалы на основе слюды. Техническое использование слюды в электротехнических изделиях.

Слюда представляет собой порообразующий минерал, который широко применяется в промышленности. Самыми распространенными видами слюды являются мусковит и биотит. Данные виды слюды отличаются относительной легкостью добывания, так мусковит, как правило, можно найти в песчаниках и в других местах скопления обломочного материала. Мусковит отличается химической устойчивостью к различным видам воздействия. Биотит образуется путем взаимодействия гранита с магнезиальными известниками и доломитами.

Все материалы характеризуются спайностью, что придает им упругость. Слюда хорошо различается по цвету, так цвет мусковита варьируется от бесцветного до белого (иногда имеет желтоватый цвет), а цвет биотита наоборот варьируется от черного до зеленого.

К сожалению возможности применения слюды ограничены, это объясняется тем, что при нагреве слюды до 500 градусов, начинает выделяться кристаллизационная вода, что в свою очередь увеличивает её электропроводимость. Однако, за последние 20 лет сферы применения слюды расширились, так её стали использовать в эмульсионных красках, в изготовлении электрических панелей, и в каркасах чувствительных элементов. Кроме этого, слюда нашла свое применение в радиотехнике и электронике, так как слюда признана одним из лучших диэлектриков.

Помимо электроизоляционных свойств, слюда обладает теплостойкостью, влагостойкостью и, как отмечалось ранее, отличается стойкостью к воздействию химических реагентов. В большинстве случаев слюда используется в клеенном виде с сочетанием различных подложек, в качестве которых используют микалентную бумагу, либо стеклянные ткани. Все материалы, в основе которых лежит слюда, называются миканитовой электроизоляцией.

Изделия из слюды можно условно разделить на композитные материалы на основе натуральной слюды и на композитные материалы на основе слюдяных бумаг. Так миканит, микалента и стекломиканит относятся к композитным материалам на основе натуральной слюды, а пленкостеклослюдинит, слюдинит, слюдопласт, стеклопленкостлюдопласт, стеклослюдопласт к композитным материалам на основе слюдяных бумаг.

Миканит представляет собой электроизоляционный материал, который состоит из щипаной слюды. Данный материал обладает высокими изоляционными свойствами, так же обладает высокой влагостойкостью. В силу дороговизны материала применять его стоит только в том случае, если использование лакоткани недопустимо. Микалента представляет собой еще одну разновидность слюдосодержащего материала, который отличается электролизационными свойствами и имеет обклейку только с одной стороны, применяется в качестве электроизоляционного материала в электрических машинах и аппаратах. Стеклослюдинит так же применяется в данной сфере, но только в виде межпазовой и межвитковой изоляции, еще находит свое применение в газовой изоляции электромашин.

Пленкостеклослюдинит является электроизоляционным материалом, который состоит из слоев стеклоткани, слюдяной бумаги и полиэтилентерефталатной плёнки. Пленкостеклослюдинит применяется, как гибкий изоляционный материал в электромашинных и аппаратах нагревостойкостью, которых не превышает 180 °С. Пленкостеклослюдинит обладает высокими электроизоляционными свойствами, хорошей влагостойкостью и может полностью заменить применяемые гибкие слюдосодержащие материалы.

Слюдиниты представляют материалы, в основе изготовления которых лежит слюдинитовая и целлюлозная бумага. Слюдиниты применяют в качестве витковой и пазовой изоляции электрических машин взамен гибкого миканита. Слюдопласт же, почти аналогичен слюдиниту, только изготавливается он под воздействием определенной температуры и используется для изоляции нагревательных элементов при высокотемпературной эксплуатации.

Слюда представляет собой порообразующий минерал, который широко применяется в промышленности. Самыми распространенными видами слюды являются мусковит и биотит. Данные виды слюды отличаются относительной легкостью добывания, так мусковит, как правило, можно найти в песчаниках и в других местах скопления обломочного материала. Мусковит

отличается химической устойчивостью к различным видам воздействия. Биотит образуется путем взаимодействия гранита с магнезиальными известниками и доломитами.

Все материалы характеризуются спайностью, что придает им упругость. Слюда хорошо различается по цвету, так цвет мусковита варьируется от бесцветного до белого (иногда имеет желтоватый цвет), а цвет биотита наоборот варьируется от черного до зеленого.

К сожалению возможности применения слюды ограничены, это объясняется тем, что при нагреве слюды до 500 градусов, начинает выделяться кристаллизационная вода, что в свою очередь увеличивает её электропроводимость. Однако, за последние 20 лет сферы применения слюды расширились, так её стали использовать в эмульсионных красках, в изготовление электрических панелей, и в каркасах чувствительных элементов. Кроме этого, слюда нашла свое применение в радиотехнике и электронике, так как слюда признана одним из лучших диэлектриков.

Помимо электроизоляционных свойств, слюда обладает теплостойкостью, влагостойкостью и, как отмечалось ранее, отличается стойкостью к воздействию химических реагентов. В большинстве случаев слюда используется в клеенном виде с сочетанием различных подложек, в качестве которых используют микалентную бумагу, либо стеклянные ткани. Все материалы, в основе которых лежит слюда, называются миканитовой электроизоляцией.

Изделия из слюды можно условно разделить на композитные материалы на основе натуральной слюды и на композитные материалы на основе слюдяных бумаг. Так миканит, микалента и стекломиканит относятся к композитным материалам на основе натуральной слюды, а пленкостеклослюдинит, слюдинит, слюдопласт, стеклопленкослюдопласт, стеклослюдопласт к композитным материалам на основе слюдяных бумаг.

Миканит представляет собой электроизоляционный материал, который состоит из щипаной слюды. Данный материал обладает высокими изоляционными свойствами, так же обладает высокой влагостойкостью. В силу дороговизны материала применять его стоит только в том случае, если использование лакоткани недопустимо. Микалента представляет собой еще одну разновидность слюдосодержащего материала, который отличается электроизоляционными свойствами и имеет обклейку только с одной стороны, применяется в качестве электроизоляционного материала в электрических машинах и аппаратах. Стеклослюдопласт так же применяется в данной сфере, но только в виде межпазовой и межвитковой изоляции, еще находит свое применение в газовой изоляции электромашин.

Пленкостеклослюдинит является электроизоляционным материалом, который состоит из слоев стеклоткани, слюдяной бумаги и полиэтилентерефталатной плёнки. Пленкостеклослюдинит применяется, как гибкий изоляционный материал в электромашин и аппаратах нагревостойкость, которых не превышает 180 °С.. Пленкостеклослюдинит обладает высокими электроизоляционными свойствами, хорошей влагостойкостью и может полностью заменить применяемые гибкие слюдосодержащие материалы.

Слюдиниты представляют материалы, в основе изготовления которых лежит слюдинитовая и целлюлозная бумага. Слюдиниты применяют в качестве витковой и пазовой изоляции электрических машин взамен гибкого миканита. Слюдопласт же, почти аналогичен слюдиниту, только изготавливается он под воздействием определенной температуры и используется для изоляции нагревательных элементов при высокотемпературной эксплуатации.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите классификацию изоляционных материалов на основе слюды?
2. Из чего изготавливают слюду?
3. Какое применение слюды в электротехнических изделиях?

### **Тема 8.8 Электроизоляционные стекло и керамика.**

Керамическими называют неорганические материалы, полученные из неметаллических соединений методом спекания (обжига). Керамический материал представляет собой многофазовую систему, состоящую из кристаллической, аморфной (стекловидной) и газовой фаз. Основной является кристаллическая фаза, она определяет высокие изоляционные и другие

показатели изделия. Стекловидная фаза выполняет связующие функции, обеспечивает механическую прочность. Газовая фаза представляет собой поры и микротрещины, которые образуются в процессе обжига и снижают механические и электрические свойства материала.

Основные этапы получения керамических изделий:

- сортировка и очистка от примесей;
- помол и смешивание по заданной рецептуре с добавлением воды;
- формование деталей прессованием, штамповкой;
- сушка и обжиг в печах.

Достоинства: высокая нагревостойкость и механическая прочность, высокая радиационная стойкость, устойчивость против старения, получение заданных характеристик путём изменения состава массы, негигроскопичны и атмосферостойки.

Недостатки: невозможность получения тонких гибких изделий, трудность механической обработки (изделия можно только шлифовать), пористость.

По назначению делятся на три группы: изоляторная, конденсаторная и сегнетоэлектрическая керамика.

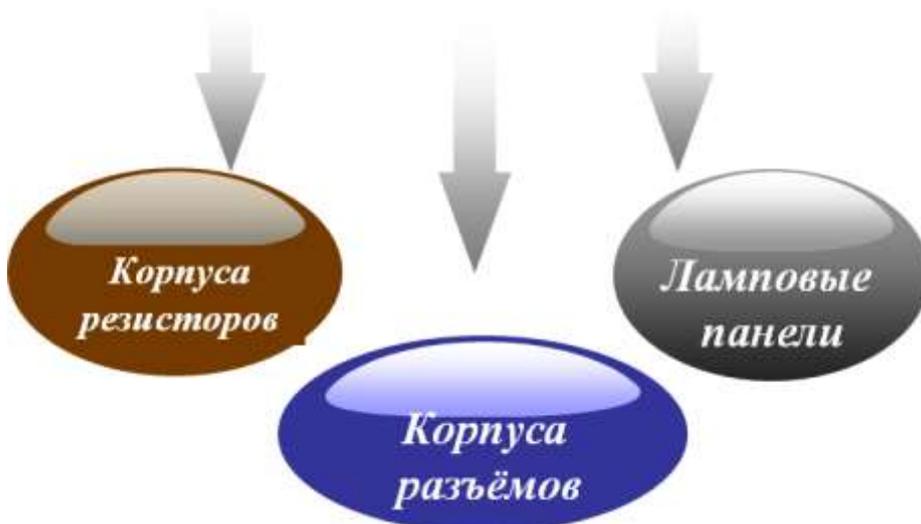
Фарфор – старейший вид керамики, используемый как изоляционный материал. Фарфор применяется на низких частотах, на низких напряжениях как изолирующий и конструкционный материал.

## Фарфор

*Исходным сырьём является*



*Из фарфора изготавливают:*



*На высоких напряжениях фарфор применяется для изготовления:*

*Выводов высоковольтной аппаратуры*

*Изоляторов воздушных линий*



Стеатит – отличается от фарфора повышенной механической прочностью и лучшими электрическими характеристиками.

*Стеатит – керамика, изготовленная на основе талька.*

*Достоинства стеатита*

*Малая усадка при обжиге*

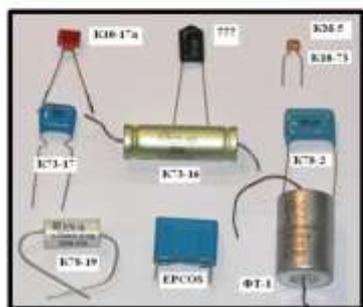
*Не нуждается в глазуровке*

*Может обрабатываться шлифовкой*

Стеатитовые электроизоляционные изделия могут работать при температурах до 250°C не изменяя своих электрических характеристик. ( у фарфоровых изделий ухудшаются при 100°C и выше). Из пластичной стеатитовой массы изготавливают стеатитовые изоляторы и электроизоляционные изделия методом прессования в гипсовых формах.

**Недостаток** – дорогой.

**Керамические конденсаторные материалы** отличаются от керамических изоляторных материалов большей диэлектрической проницаемостью, что позволяет изготавливать из них керамические конденсаторы большой ёмкости и сравнительно малых габаритов. Керамические конденсаторы не обладают гигроскопичностью и не нуждаются в защитных корпусах и оболочках, которые необходимы для бумажных и слюдяных конденсаторов. Керамические конденсаторы изготавливают методами керамической технологии – литьём в гипсовые или стальные формы, а затем обжигают в печах при температуре 1450-1700°.



**Сегнетокерамические материалы (сегнетокерамика)** – аномально большие значения диэлектрической проницаемости, что позволяет применять их в качестве датчиков температуры при изменении её электрическими методами. Большая диэлектрическая проницаемость сегнетодиэлектриков позволяет изготавливать из них миниатюрные электрические конденсаторы большой ёмкости. Диэлектрическая проницаемость сегнетодиэлектриков значительно возрастает с ростом приложенного к ним напряжения, чего не наблюдается у обычных диэлектриков. Это характерное свойство используют в диэлектрических усилителях. Все сегнетодиэлектрики обладают характерными свойствами только до определённой температуры. При превышении этих температур теряют свои свойства и становятся обычными диэлектриками.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Какие материалы называют керамическими?
2. Назовите основные этапы получения керамических изделий?
3. Какое применение электроизоляционного стекла и керамики в электротехнических изделиях?

## **Тема 8.9 Электроизоляционные резины.**

Резиновые материалы представляют собой сложную смесь разнообразных компонентов, основным из которых является продукт вулканизации каучука.

Свойства резиновых материалов:

- высокая эластичность в широких интервалах температур;
- хорошая вибростойкость;
- повышенная химическая стойкость;

- стойки к истиранию;
- хорошие диэлектрические свойства.

Недостатки резиновых материалов:

- невысокая бензо-и маслостойкость;
- относительно низкая тепло-и морозостойкость;
- склонность к старению под действием тепла, кислорода и света;
- содержит свободную серу, а она с течением времени выделяется и вызывает коррозию металлов, контактирующих с резиной.

Основными компонентами резин являются каучук, вулканизирующие вещества, ускорители вулканизации, наполнители, противостарители, мягчители, регенерат и красители.

Каучук – основа резиновых смесей, определяющая основные физико-химические и механические свойства резин.

*Вулканизация* – это физико-химический процесс взаимодействия каучука с вулканизирующим веществом, в результате которого происходит изменение свойств каучука: он теряет пластичность, становится эластичным, увеличивается прочность, стойкость к действию химических веществ. Важнейшим вулканизирующим веществом является сера.

Процесс вулканизации в смесях, содержащих одну серу, протекает медленно. Для сокращения времени вводят химические вещества, называемые ускорителями вулканизации (альтакс, каптакс, тиурам).

*Наполнители* – порошкообразные материалы: активные (сажи, каолин, цинковые белила) – повышают прочность при разрыве, сопротивление истиранию; неактивные (мел, тальк) – для удешевления резин.

*Мягчители* – вещества, предназначенные для облегчения перемешивания каучука с порошкообразными составляющими и придания резине мягкости (вазелиновое масло, парафин, стеарин, канифоль).

*Противостарители* применяют для предохранения резиновых изделий от старения (ароматические амины и диамины).

*Регенерат* – продукт переработки старых резиновых изделий, заменяет каучук, дешевле его.

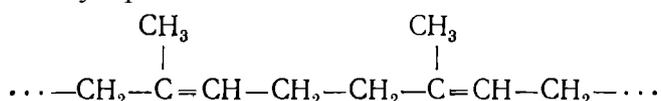
*Красители* служат для окраски резины (окись титана, сурик, ультрамарин).

Электротехнические резины включают электроизоляционные и электропроводящие резины. *Электроизоляционные резины*, применяемые для изоляции токопроводящей жилы проводов и кабелей, для специальных перчаток и обуви, изготавливают только на основе неполярных каучуков НК, СКБ; СКС, СКТ и бутилкаучука.

*Электропроводящие резины* для экранированных кабелей получают из каучуков НК, СКН, наирита, особенно из полярного каучука СКН-26 с введением в их состав углеродной сажи и графита (65-70 %).

Резину, *стойкую к воздействию гидравлических жидкостей*, используют для уплотнения подвижных и неподвижных соединений гидросистем, рукавов, диафрагм, насосов; для работы в масле применяют резину на основе каучука СКН, набухание которой в жидкости не превышает 1-4 %. Для кремнийорганических жидкостей применимы неполярные резины на основе каучуков НК, СКМС-10 и др.

Резины широко применяют в производстве электрических проводов и кабелей, где они выполняют роль электроизоляционных материалов (электроизоляционные резины) или защитных покрытий (шланговые резины). В последнем случае высокие электроизоляционные свойства резин необязательны. Назначение защитных (шланговых) резин — защищать изоляцию кабеля от возможных механических и химических воздействий, а также от проникновения в нее влаги. Основным сырьем для изготовления всех резин являются натуральные и синтетические каучуки. Натуральный каучук добывается из сока тропических каучуконосных растений (гевея). Каучук состоит из молекул изопрена C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>. Эти молекулы объединяются и образуют длинные молекулярные цепочки



Каучук обладает высокой эластичностью (растяжимостью) и принадлежит к группе материалов, называемых эластомерами. Так, удлинение каучука при разрыве составляет 500—700%. С повышением температуры каучук становится пластичным, т. е. течет. Пластичность каучука является свойством, необходимым для производства резин, так как способствует лучшей смешиваемости каучука с вулканизаторами, наполнителями, пластификаторами. На каучук действуют органические растворители, например бензин, бензол, минеральные масла, в которых он сначала набухает, затем постепенно растворяется. Каучук поглощает воду, так как в нем содержатся вещества, растворимые в воде. Эти недостатки не имеют места в резинах, представляющих собой эластичные материалы на основе каучуков. Для изготовления резин, применяемых в кабельной промышленности, используют также синтетические каучуки. Одним из широко применяемых синтетических каучуков является натрий-бутадиеновый СКБ. Основой его является бутадиен (или дивинил), имеющий формулу



Объединение этих молекул в длинную цепочку происходит в присутствии металлического натрия. По составу и структуре синтетический каучук СКБ очень близок к натуральному каучуку. Резиновые материалы представляют собой сложную смесь разнообразных компонентов, основным из которых является продукт вулканизации каучука.

Свойства резиновых материалов:

- высокая эластичность в широких интервалах температур;
- хорошая вибростойкость;
- повышенная химическая стойкость;
- стойки к истиранию;
- хорошие диэлектрические свойства.

Недостатки резиновых материалов:

- невысокая бензо-и маслостойкость;
- относительно низкая тепло-и морозостойкость;
- склонность к старению под действием тепла, кислорода и света;
- содержит свободную серу, а она с течением времени выделяется и вызывает коррозию металлов, контактирующих с резиной.

Основными компонентами резин являются каучук, вулканизирующие вещества, ускорители вулканизации, наполнители, противостарители, мягчители, регенерат и красители.

Каучук – основа резиновых смесей, определяющая основные физико-химические и механические свойства резин.

*Вулканизация* – это физико-химический процесс взаимодействия каучука с вулканизирующим веществом, в результате которого происходит изменение свойств каучука: он теряет пластичность, становится эластичным, увеличивается прочность, стойкость к действию химических веществ. Важнейшим вулканизирующим веществом является сера.

Процесс вулканизации в смесях, содержащих одну серу, протекает медленно. Для сокращения времени вводят химические вещества, называемые ускорителями вулканизации (альтакс, каптакс, тиурам).

*Наполнители* – порошкообразные материалы: активные (сажи, каолин, цинковые белила) – повышают прочность при разрыве, сопротивление истиранию; неактивные (мел, тальк) – для удешевления резин.

*Мягчители* – вещества, предназначенные для облегчения перемешивания каучука с порошкообразными составляющими и придания резине мягкости (вазелиновое масло, парафин, стеарин, канифоль).

*Противостарители* применяют для предохранения резиновых изделий от старения (ароматические амины и диамины).

*Регенерат* – продукт переработки старых резиновых изделий, заменяет каучук, дешевле его.

*Красители* служат для окраски резины (окись титана, сурик, ультрамарин).

Электротехнические резины включают электроизоляционные и электропроводящие резины. *Электроизоляционные резины*, применяемые для изоляции токопроводящей жилы проводов и кабелей, для специальных перчаток и обуви, изготавливают только на основе неполярных каучуков НК, СКБ; СКС, СКТ и бутилкаучука.

*Электропроводящие резины* для экранированных кабелей получают из каучуков НК, СКН, наирита, особенно из полярного каучука СКН-26 с введением в их состав углеродной сажи и графита (65-70 %).

Резину, *стойкую к воздействию гидравлических жидкостей*, используют для уплотнения подвижных и неподвижных соединений гидросистем, рукавов, диафрагм, насосов; для работы в масле применяют резину на основе каучука СКН, набухание которой в жидкости не превышает 1-4 %. Для кремнийорганических жидкостей применимы неполярные резины на основе каучуков НК, СКМС-10 и др.

При работе с электрическими сетями, которые находятся под высоким напряжением, очень важно использовать персональные защитные средства, которые снижают риск поражения током. Поэтому в арсенале профессионального монтера обязательно есть качественные перчатки, боты, галоши и коврики, обладающие диэлектрическими свойствами.

Для изготовления указанных изделий чаще всего используют специальную резину с повышенным электрическим сопротивлением. Этот материал отличается особым составом, который снижает его способность проводить ток, сохраняя высокие показатели прочности и эластичности. Благодаря этому резиновые изолирующие средства подходят для эксплуатации на электроустановках с напряжением свыше 1000 В.

Диэлектрическая резина также отличается высокой стойкостью к различным агрессивным веществам, перепадам температуры и механическому воздействию, что позволяет применять изделия из нее в разных условиях. При правильном хранении и должном уходе она способна прослужить не один год.

Применение диэлектрических ковров, ботов галош и перчаток позволяет напрямую контактировать с источником электрического напряжения с минимальным риском поражения током. При их использовании важно обязательно проводить тестирование на предмет повреждений и брака, а также учитывать требования к условиям эксплуатации.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие свойства у резиновых материалов?
2. Назовите основные компоненты резин?
3. Какое применение резины в электротехнических изделиях?

### **Тема 8.10 Компаунды, лаки и эмали.**



Лаки – это различные смолы, высыхающие масла или битумы, которые для получения необходимой консистенции разбавляются такими видами растворителей как бензол, толуол, спирт, ацетон и пр. Во время сушки лака – дополнительный компонент, в данном случае – растворитель, улетучивается, поэтому лаковая основа становится твердой, образуя прочную пленку. Лаковая пленка также может стать либо гибкой, либо хрупкой, что зависит от пленкообразующих веществ. Поэтому при создании лака высокого качества, специалисты выбирают несколько видов пленкообразующих веществ и растворителей. В состав лака иногда входят пластификаторы

(касторовое масло); сиккативы – чтобы ускорить процесс высыхания лака, различные красители для придания лаку необходимого оттенка, а также разжижители, чтобы добиться необходимой консистенции материала.

По своему назначению лаки можно разделить на три группы: покрывные, пропиточные, клеящие. Хотя по своим свойствам некоторые виды лаков выполняют одновременно все эти назначения.

Для удобства, как и прочие промышленные материалы, лаки и эмали маркируются буквенно-цифровыми обозначениями. Химическая природа основного компонента лака – обозначается буквой, первая цифра определяет основное назначение лака, последующие – порядковый номер лака в определенной группе. К примеру, обозначение ПЭ-993 расшифровывается так: ПЭ – полиэфирный лак, 9 — электроизоляционный, 93 – номер в группе полиэфирных лаков.

В промышленности для пропитки волокнистой или пористой изоляции, например, ткани или бумаги, используют так называемые пропиточные лаки. Пропитку в этом случае выполняют для повышения влагостойкости и улучшения теплопроводности, а также для нагревостойкости изоляции, увеличения электрической и механической прочности.

В разряд пропиточных лаков входят кремнийорганические лаки КО-921, которые широко применяются для пропитывания стеклянной обмотки кабелей и проводов. Кремнийорганические лаки КО-810 используются при производстве стеклотекстолита. А битумно-масляные лаки БТ987 и БТ-980 применяются в процессе изготовления различных лакотканей.

К пропиточным лакам выставляются определенные промышленные требования: должны быть соблюдены изоляционные, цементирующие и пропитывающие свойства; обязательное быстрое отверждение, а главное — правильное функционирование в диапазоне рабочих температур.

**Электроизоляционные эмали**

Электроизоляционные эмали – это одна из разновидностей покрывных лаков, в составе которых присутствует обязательный элемент — неорганический наполнитель или пигмент.

Пигменты призваны повышать теплопроводность, твердость и влагостойкость покрытий, а также придавать им соответствующий цвет либо оттенок. Применение эмалей в промышленности весьма широко. Их применяют для защиты покрытия поверхности различных деталей, некоторых элементов радиоэлектроники, в электрорадиотехнических приборах их используют в качестве декоративной отделки корпусов.

В качестве пигментов, при изготовлении эмалей, используют **железный сурик, двуокись титана** и пр. По способу сушки электроизоляционные эмали подразделяются на три группы: **эфирцеллюлозные, масляные, смоляные.**

**Компаунды полимерные**

Компаунды полимерные, литая изоляция, композиции на основе терморезистивных олигомеров или мономеров ; предназначены для пропитки (с целью изоляции) обмоток трансформаторов , дросселей электрических машин , изделий радиотехнической и электронной аппаратуры , а также для заполнения промежутков ( заливки ) между деталями радиотехнических и электронных устройств , в электрических машинах и аппаратах. Основное преимущество литой изоляции — возможность получения электротехнических изделий в виде малогабаритных блоков любой конфигурации, не требующих дополнительной обработки . К числу К . п. относят те , что также имеют ограниченное применение композиции на основе термопластических материалов ( битумов , масел , канифоли , церезина и др. .) эти К . п. являются твердые или воскообразные массы, перед употреблением переводят в жидкое состояние нагреванием.

**Электроизоляционные лаки.** Представляют собой диэлектрические материалы, предназначенные для защиты узлов и деталей электрической и радиоэлектронной аппаратуры от воздействия влаги, пыли, химических реагентов и т. д. Их наносят на поверхность изделий для создания электроизолирующей пленки.

Лаки — это коллоидные растворы пленкообразующих веществ (масел, полимеров, пластификаторов и др.) в летучих растворителях, например, бензоле, бензине, ацетоне, спирте. После испарения растворителя на поверхности остается пленка лака толщиной 50—70 мкм.

Электрические, механические и тепловые свойства лаков определяются природой пленкообразующего вещества. В таблице 8.10.1 приведены значения рабочих температур для некоторых лаковых покрытий.

Таблица 8.10.1  
Рабочие температуры для лаковых покрытий

Лаковые покрытия	Рабочие температуры, °С
Битумно-масляные, канифольно-масляные	105-120
Фенольно-масляные и полиуретановые	130-155
Эпоксидные	130
Кремнийорганические	180-200

При повышении температуры диэлектрические свойства лаков, как правило, снижаются. Высокую влагостойкость имеют кремнийорганические, битумно-масляные, эпоксидные, полиуретановые, фенолоалкидные, полиэфирные покрытия. Такие лаки, за исключением битумно-масляных, надежны также в тропических условиях.

Механические и адгезионные свойства наиболее высоки у эпоксидных покрытий. Хорошую адгезию к различным материалам имеют фенолоалкидные, полиуретановые, полиэфирные, алкидные и канифольно-масляные покрытия, низкую — кремнийорганические.

**Эмали.** Отличаются от лаков наличием пигментов, придающих им определенный цвет. Используются в качестве электроизоляционных и декоративных покрытий. Пигменты, как правило, уменьшают влагопроницаемость покрытий, но снижают диэлектрические характеристики.

Лаки и эмали наносят на изделия в 2—3 слоя. Для хорошей адгезии поверхности должны быть очищены от влаги, жиров, загрязнений, ржавчины. Покрытия сушат на воздухе или в печах, причем режим сушки влияет на их свойства: увеличение температуры и продолжительности сушки способствует получению пленки с более высокими электрическими и механическими свойствами. При нанесении и сушке покрытий следят за равномерностью их по толщине, сплошностью (число сквозных отверстий заданного размера на единицу площади поверхности), отсутствием пузырей.

**Компаунды.** Это композиции на основе полимеров или мономеров, предназначенные для заливки или пропитки изделий с целью их токовой гидроизоляции. По этому признаку компаунды подразделяют на заливочные и пропиточные.

Компаунды должны удовлетворять следующим требованиям:

- не содержать летучих компонентов;
- иметь минимальную усадку при отверждении и низкую вязкость, обеспечивающую заполнение пор и зазоров, т. е. хорошие пропиточные или заливочные свойства;
- после отверждения иметь высокие электроизоляционные и механические свойства (в том числе при повышенных температурах), а также нагрево- и влагостойкость.

Компаунды могут состоять из полимеров (эпоксидных, полиэфирных, кремнийорганических) или мономеров (исходных веществ для синтеза, например, полиметакрилатов и полиуретанов). Кроме того, в состав компаундов могут входить пластификаторы, наполнители, отвердители, пигменты и другие вещества.

В качестве наполнителей в компаундах применяют в пылевидном состоянии кварц, стекло, фарфор, слюду, оксиды металлов. Введение наполнителя уменьшает механические напряжения, температурный коэффициент линейного расширения и усадку при отверждении; увеличивает теплопроводность и нагревостойкость отвержденного компаунда.

Наиболее широко распространены эпоксидные компаунды благодаря высоким электрическим, тепловым и механическим свойствам, слабо изменяющимся при повышенной влажности, длительном нагревании (до 140 °С) и колебаниях температуры.

Аналогичные свойства полиэфирных компаундов несколько ниже, чем эпоксидных. Компаунды на основе полиэфиров применяются при температурах —60 + +120 °С. Метакрилатные компаунды используют в чистом виде или с наполнителями. Наиболее холодостойки полиуретановые компаунды, однако механическая прочность их низка, а диэлектрические характеристики резко ухудшаются при температурах 80—120 °С.

Кремнийорганические компаунды имеют высокие и практически не зависящие от температуры и влажности электрические характеристики, но низкую механическую прочность и плохую адгезию ко многим материалам. Используются при температурах —60 + +200 °С и выше.

Компаунды на основе термопластичных материалов (битумов, масел и др.) в силу низкой нагревостойкости имеют ограниченное применение.

Находят применение также пенокомпаунды на основе органических полимеров. В условиях высоких температур используют неорганические алюмофосфатные компаунды с термостойкостью до 600 °С.

### Вопросы для самоконтроля

1. Каким требованиям должны удовлетворять компаунды?
2. Назовите основные диэлектрические свойства компаундов, лаков и эмалей?
3. Какое применение компаундов, лаков и эмалей в электротехнических изделиях?

### Тема 8.11 Электроизоляционные бумаги и картоны.

Производство электроизоляционной бумаги, являющейся разновидностью волокнистых электроизоляционных материалов, осуществляется путем химической обработки сырья, естественного происхождения – хлопка, древесины хвойных пород.

Основой электроизоляционных бумаг обычно становится сульфатная целлюлоза, получаемая в результате щелочной варки древесной щепы в автоклавах. Данные работы можно назвать подготовительными – осуществляется заготовка целлюлозного сырья.

На первом этапе производства предусмотрен роспуск целлюлозного сырья, сочетающийся с последующим размолотом целлюлозной массы. Затем производится введение композиционной добавки, а завершающими работами становится заливка бумажного полотна.

**Бумага и картон** – листовой или рулонный материал коротко-волокнистого строения, состоящий в основном из **целлюлозы**. Бумага и картон – анизотропные материалы; анизотропия их свойств обусловлена специфическим расположением волокон в листе.

Самый тонкий и высококачественный вид: электроизоляционных бумаг – **конденсаторную бумагу** – применяют для изготовления диэлектрика конденсаторов, в котором она подвергается воздействию наиболее высоких напряженностей поля по сравнению с воздействием на бумагу в других электроизоляционных конструкциях. Конденсаторную бумагу изготавливают из сульфатной древесной целлюлозы и используют обычно в несколько слоев с применением различных пропиточных масс: неполярных и полярных, жидких, полужидких и твердых. Применение бумаги в несколько слоев обеспечивает надежное перекрытие сквозных отверстий и проводящих включений.

**Кабельная бумага** используется:

- для изоляции силовых кабелей и арматуры для них;
- для изоляции телефонных кабелей (**телефонная бумага**, используемая в непропитанном состоянии, так как отсутствует воздействие высоких напряжений, а емкость между жилами должна быть минимальной);
- для экранирования изоляции силовых высоковольтных кабелей (**кабельная полупроводящая бумага**).

В бумажной изоляции силового кабеля слабыми местами (очагами развития пробоя) являются зазоры между отдельными лентами бумаги в каждом повороте. В кабелях с вязкой пропиткой (например, масляно-канифольным компаундом) в эксплуатации после многократных последовательных нагревов и охлаждений кабеля часть зазоров, ближайших к жиле, оказывается не заполненной пропиточным компаундом. В этих зазорах возникает ионизация, разрушающая и

компаунд, и бумагу и способствующая постепенному прорастанию ветвистого разряда от жилы к свинцовой оболочке кабеля.

**Электротехническая бумага общего назначения** (марка ЭТОН-50) предназначена для межслоевой изоляции катушек трансформаторов, пускорегулирующей и контролирующей аппаратуры, изготовления жгутов для заполнения межфазовых пустот в силовых кабелях с бумажной пропитанной изоляцией и для других аналогичных целей.

В трансформаторостроении применяется несколько видов **трансформаторных бумаг**.

Электроизоляционная **пропиточная бумага** используется в основном в производстве обыкновенного и фольгированного гетинакса. Электроизоляционная **намоточная бумага** применяется для производства электроизоляционных бумажно-смоляных изделий (цилиндров, трубок), используемых в трансформаторах и электрических аппаратах всех классов напряжения.

**Микалентную бумагу** используют в качестве подложки при производстве микаленты и изготавливают из длинноволокнистого хлопка, а не из древесной целлюлозы, как другие виды бумаги.

**Крепированную бумагу** применяют для изоляции отдельных узлов маслonaполненного оборудования и для защитных покровов бронированных кабелей.

В настоящее время используется несколько методов модификации целлюлозы, позволяющих повысить нагревостойкость и снизить ее гигроскопичность. Получают **бумагу повышенной нагревостойкости** ацетилизацией (водород гидроксильных групп заменяется ацетильной группой  $\text{CH}_3\text{COO}$ —) и цианэтилизацией. В результате цианэтилирования получают бумагу, называемую **пермалекс**.

Многие синтетические волокна (из ароматических полиамидов, полиимидов, лавсановые, полиэтиленовый, полипропиленовые) обладают по сравнению с целлюлозными меньшей гигроскопичностью, повышенной нагрево- и биостойкостью, улучшенными электрическими свойствами и используются для производства электроизоляционных **синтетических бумаг**. Бумаги из синтетических волокон применяются при изготовлении электроизоляционных слоистых пластиков, подложек для слюдиногофольи, деталей прокладок для изоляции обмоток электродвигателей, пазовой изоляции высоковольтных электрических машин и др.

Широкое применение **электроизоляционного картона** объясняется не только его электроизоляционными свойствами, но и дешевизной и хорошими технологическими свойствами. Электрокартоны разделяют в соответствии с особенностями применения на два вида: работающие в воздушной среде и в электроизолирующей жидкости.

Картон, предназначенный для работы в жидкости, применяется в качестве основного твердого материала в силовых трансформаторах с жидкостным заполнением. Жидкий диэлектрик, пропитывая картон, улучшает его электроизолирующие свойства и, являясь теплоносителем, интенсифицирует охлаждение трансформатора. Подавляющее большинство силовых трансформаторов изготавливается с масляным заполнением. **Совтол-10** (90 % пентахлордифенила и 10 % трихлорбензола) применяется при изготовлении трансформаторов специального пожаробезопасного исполнения.

Электрокартон, предназначенный для работы в воздушной среде, применяется в производстве вращающихся электрических машин (для пазовой изоляции), изоляции магнитопроводов аппаратов, прокладок и подобных им деталей самого различного профиля и формы. Такой картон должен обладать большой плотностью и в то же время быть достаточно эластичным.

Для повышения эластичности в композицию картона вводят хлопковое волокно. С целью уменьшения гигроскопичности картон в системе изоляции пропитывают соответствующими лаками и компаундами, после чего на его поверхность наносится слой покрывного лака или эмали.

**Фибра** – материал, изготавливаемый пропиткой непроклеенной тряпичной (содержащей в равных количествах хлопковую и древесную облагороженную целлюлозу) тонкой бумаги концентрированным раствором хлорида цинка и последующим прессованием так, что отдельные слои прилипают друг к другу. Для повышения водостойкости фибра иногда пропитывается парафином или воском. Таким образом, фибра – многослойный пергаментированный картон. Фибра

– гигроскопичный материал. В трансформаторном масле фибра не размягчается, а становится более хрупкой.

Листовая и трубчатая фибра применяется в электромашине- и аппаратостроении преимущественно в качестве конструкционно-изоляционного материала, а также как дугогасящий материал. Применение фибры в качестве дугогасительных элементов электрических аппаратов обусловлено ее газогенерирующими свойствами (способностью под действием высокой температуры электрической дуги разлагаться с выделением большого количества газов:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ).

В настоящее время для дугогасительных элементов применяют также другие материалы: органическое стекло (полиметилметакрилат – *плексиглас* – прозрачный бесцветный материал, винипласт, фенолоформальдегидные смолы, которые обладают более высокой механической прочностью и лучше сохраняют свои электроизоляционные свойства при работе на открытом воздухе. Поэтому использование фибры сокращается.

### Вопросы для самоконтроля

1. Каким требованиям должны удовлетворять электроизоляционные бумаги и картоны?
2. Назовите основные диэлектрические свойства электроизоляционных бумаг и картонов?
3. Какое применение электроизоляционных бумаг и картонов в электротехнических изделиях?

### Практические работы.

#### Практическая работа №1

#### Проекция геометрических фигур и геометрических тел.

Форма деталей, встречающихся в технике, также представляет собой сочетание различных геометрических тел или их частей. Например, ось (рис. 1.1, а) образована в результате добавления к одному цилиндру другого цилиндра, меньшего по размерам, а втулка (рис. 1.1, б) получилась после того, как из цилиндра удалили другой цилиндр меньшего диаметра.

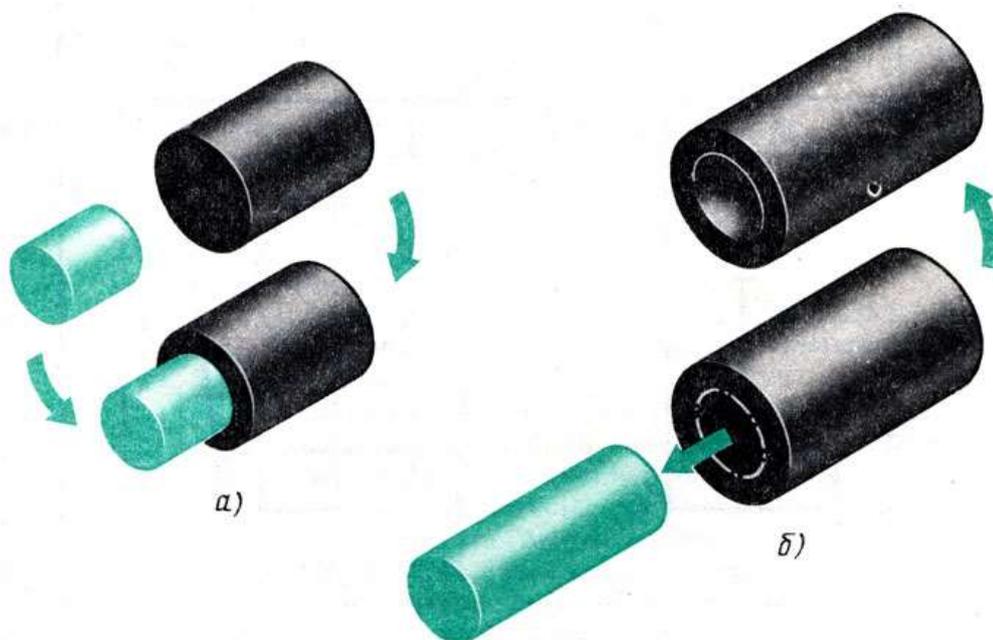


Рис. 1.1 Деталь как сумма или разность геометрических тел

Форма каждого геометрического тела и его изображений на чертеже имеет свои **характерные признаки**. Этим пользуются, чтобы облегчить чтение и выполнение чертежей.

Деталь мысленно расчлняют на отдельные составляющие ее части, имеющие изображения, характерные для известных нам геометрических тел.

Мысленное расчленение предмета на составляющие его геометрические тела называется **анализом геометрической формы**.

Из каких геометрических тел состоит деталь, изображенная на рис. 1.2?

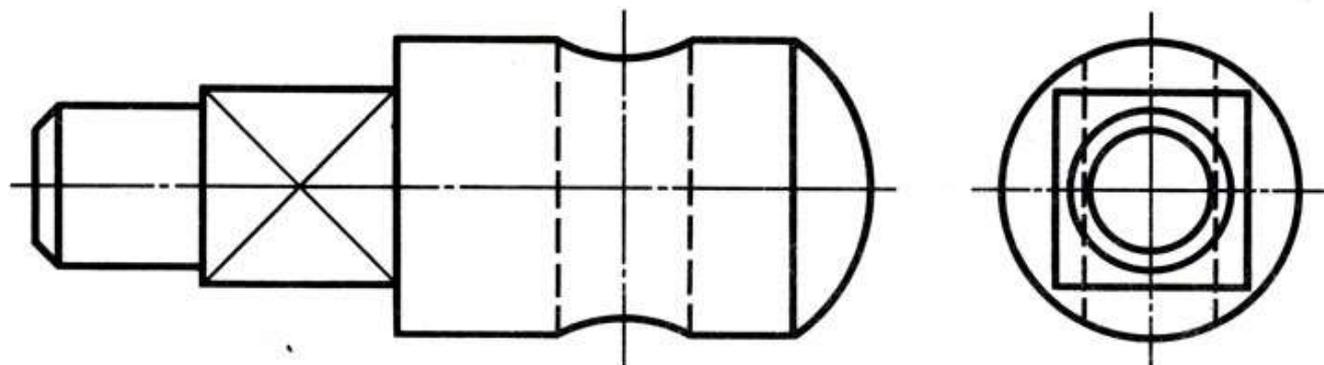


Рис. 1.2 Заготовка ключа

Форма детали состоит из усеченного конуса, цилиндра, куба, цилиндра, части шара (рис. 1.3, а). Из большого цилиндра удален элемент цилиндрической формы.

После такого анализа форму детали представить легче (рис. 1.3, б). Поэтому необходимо знать характерные особенности проекций геометрических тел.

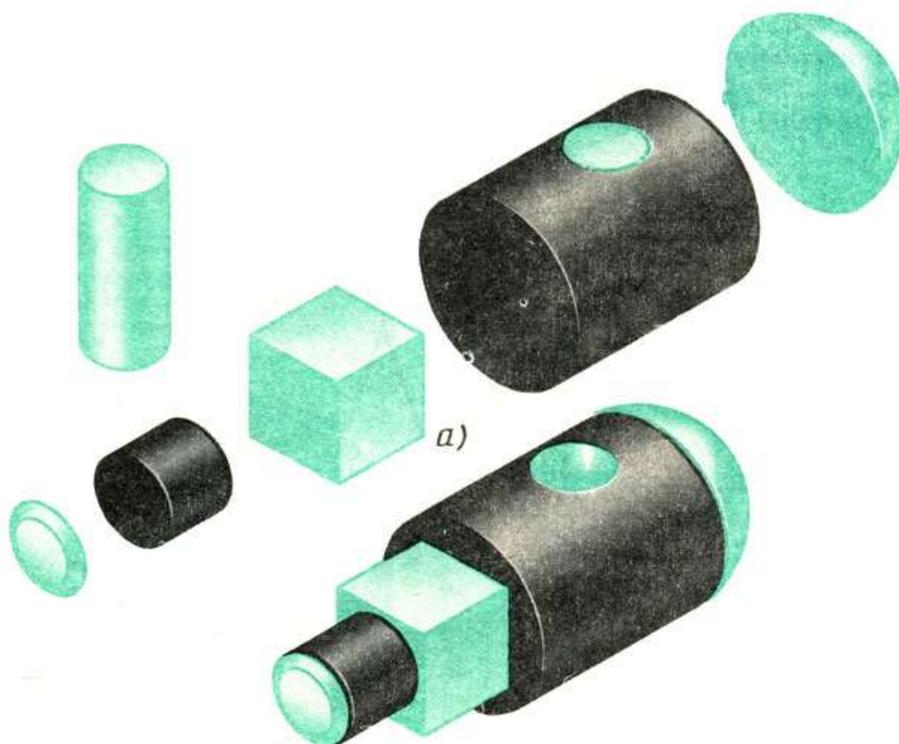


Рис. 1.3 Анализ геометрической формы заготовки ключа: а - элементы детали; б - общий вид детали

**Цилиндр и конус.** Проекция цилиндра и конуса показаны на рис. 1.4, а и б. Круги, лежащие в основаниях цилиндра и конуса, расположены параллельно горизонтальной плоскости проекций; проекции оснований на горизонтальную плоскость будут также кругами.

Фронтальная и профильная проекция цилиндра - прямоугольники, а конуса - равнобедренные треугольники.

На рис. 1.4 в, дан чертеж усеченного конуса, горизонтальная проекция которого представляет собой две окружности, а фронтальная проекция - равнобочную трапецию.

Выполнение чертежей цилиндра и конуса начинают с проведения осей симметрии.

Из рис. 1.4, а видно, что фронтальная и профильная проекции цилиндра одинаковы. То же можно сказать о проекциях конуса. Поэтому в данном случае профильные проекции на чертеже лишние. На рисунке они даны лишь для того, чтобы показать, какую форму имеют все три проекции цилиндра и конуса.

Размеры цилиндра и конуса определяются высотой  $h$  и диаметром основания  $d$ . Для усеченного конуса указывают высоту  $h$  и диаметры обоих оснований  $D$  и  $d$ .

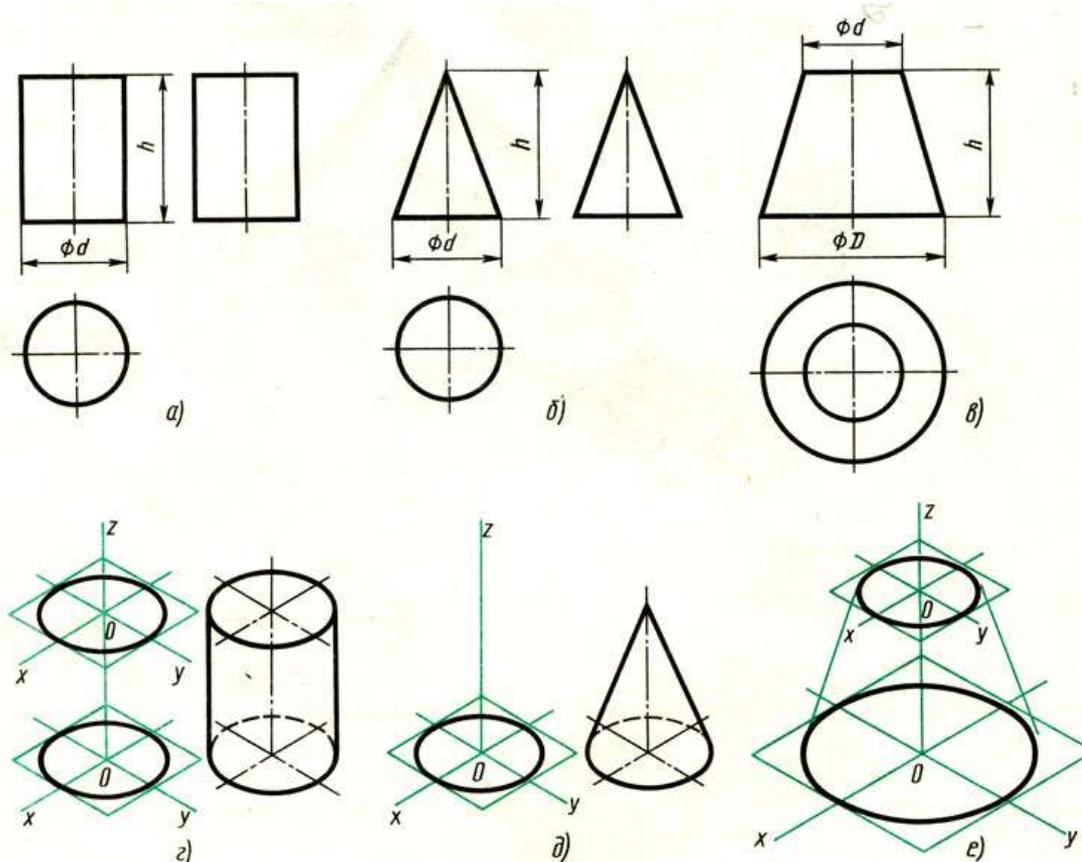


Рис. 1.4. Цилиндр и конус: а, б и в - комплексные чертежи; построения изометрической проекции; г, д и е - последовательность

Знак диаметра  $\phi$  позволяет определять форму предмета и по одной проекции (рис. 1.5).

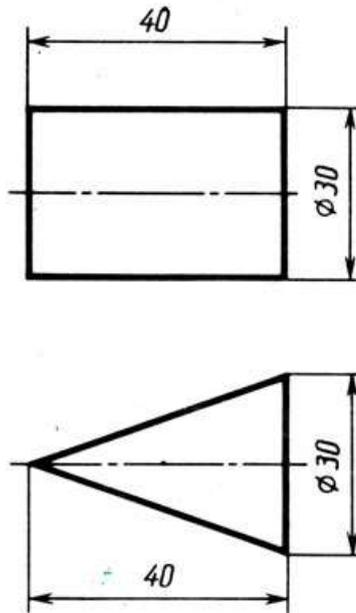


Рис. 1.5 Рациональное выполнение изображений цилиндра и конуса

Для построения изометрической проекции цилиндра и конуса (см. рис. 1.4, г и д) проводят оси  $x$  и  $y$ , на которых строят ромб со стороной, равной диаметру предмета, в ромб вписывают овал (построение овала см. рис. 9б); вдоль оси  $z$  откладывают высоту предмета. Для цилиндра и усеченного конуса строят второй овал и проводят касательные к овалам.

**Куб и прямоугольный параллелепипед.** При проецировании куб располагают так, чтобы его грани были параллельны плоскостям проекций. Тогда на параллельных плоскостях грани изобразятся в натуральную величину, т. е. квадратами, а на перпендикулярных плоскостях - прямыми линиями. Проекциями куба являются три равных квадрата (рис. 1.6, а).

Построение изометрической проекции куба показано на рис. 1.6, в.

Прямоугольный параллелепипед проецируется подобно кубу. На рис. 1.6, б приведены три его проекции - прямоугольники.

На чертеже куба и параллелепипеда проставляют три размера: длину, высоту и ширину.

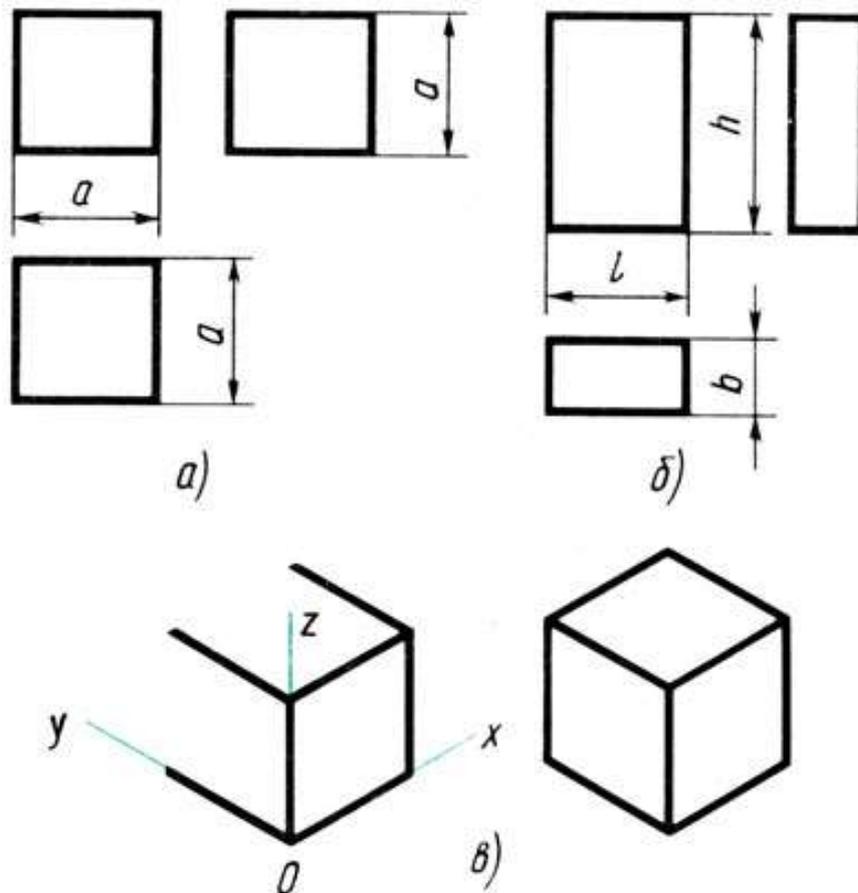


Рис. 1.6. Куб и прямоугольный параллелепипед: а и б - комплексные чертежи; в - последовательность построения изометрической проекции

На рис. 1.7, а приведено наглядное изображение детали, а на рис. 1.7, б дан ее чертеж. Деталь состоит из двух прямоугольных параллелепипедов, имеющих по две квадратные грани. Обратите внимание, как проставлены на чертеже размеры.

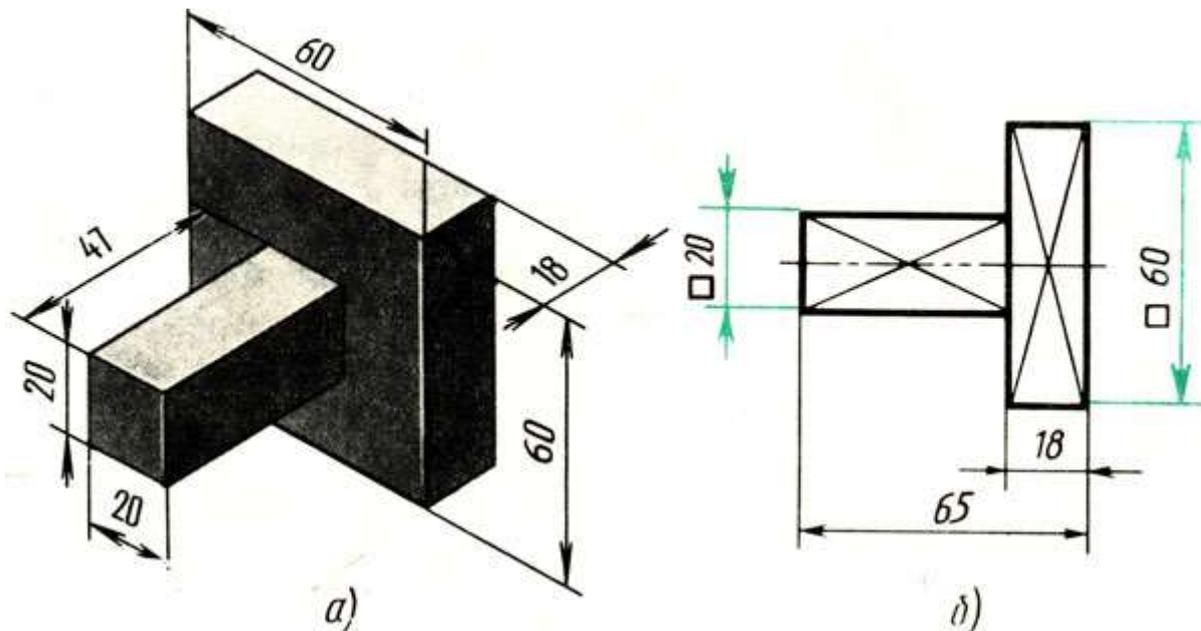


Рис. 1.7 Рациональное выполнение чертежа

Применение условного знака □ позволило вычертить деталь в одной проекции. Тонкие пересекающиеся линии на чертеже означают, что отмеченные ими поверхности - плоские.

(рис. 1.7, а и б). Грани, наклонные к плоскостям проекций, изображаются искаженными.

### Задание

Вычертите по три проекции и выполните технические рисунки следующих геометрических тел: цилиндра, конуса, куба и параллелепипеда. При выполнении чертежей не забудьте провести осевые и центровые линии. Правильно нанести размеры. Величину деталей определите обмериванием изображений на рисунках. Чертежи выполните в масштабе 5 : 1.

### Практическая работа №2

#### Сечение геометрических тел плоскостями и построение развертки их поверхности.

При пересечении геометрических тел плоскостью получается плоская фигура, называемая **сечением**. В общем случае сечение представляет собой замкнутую линию, все точки которой принадлежат как секущей плоскости, так и поверхности тела. При пересечении гранных поверхностей плоскостью в общем случае получается ломаная линия, состоящая из отдельных отрезков прямых линий, точки излома линии — точки пересечения ребер граниной поверхности плоскостью.

При пересечении кривых поверхностей линией сечения будет кривая линия, для построения которой необходимо определить характерные точки: точки, расположенные на очерковых образующих; точки, удаленные на экстремальные (минимальное и максимальное) расстояния от плоскости проекций; произвольные точки линии сечения.

Пересечение тел проецирующими плоскостями. Построение действительной величины фигуры сечения

#### Построение действительной величины фигуры сечения

При пересечении геометрических тел плоскостью частного (проецирующего) положения одна из проекций сечения изображается прямой линией, совпадающей с линейной (вырожденной) проекцией плоскости, а вторую проекцию определяют по соответствию.

#### Пересечение многогранников плоскостью

При пересечении многогранника плоскостью частного положения грани будут пересекаться по прямым линиям и линией пересечения будет замкнутая или незамкнутая ломанная линия. Для построения этой линии достаточно найти точки пересечения ребер с заданной плоскостью (опорные точки) и соединить их с учетом видимости.

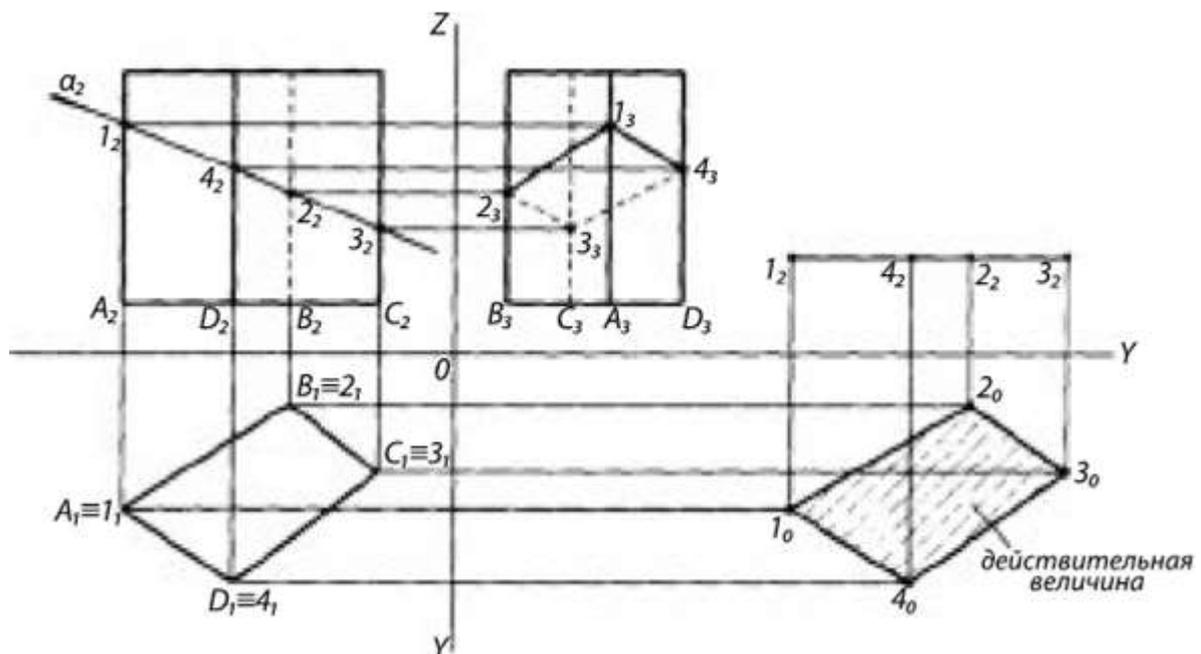


Рис. 2.1 Пересечение призмы

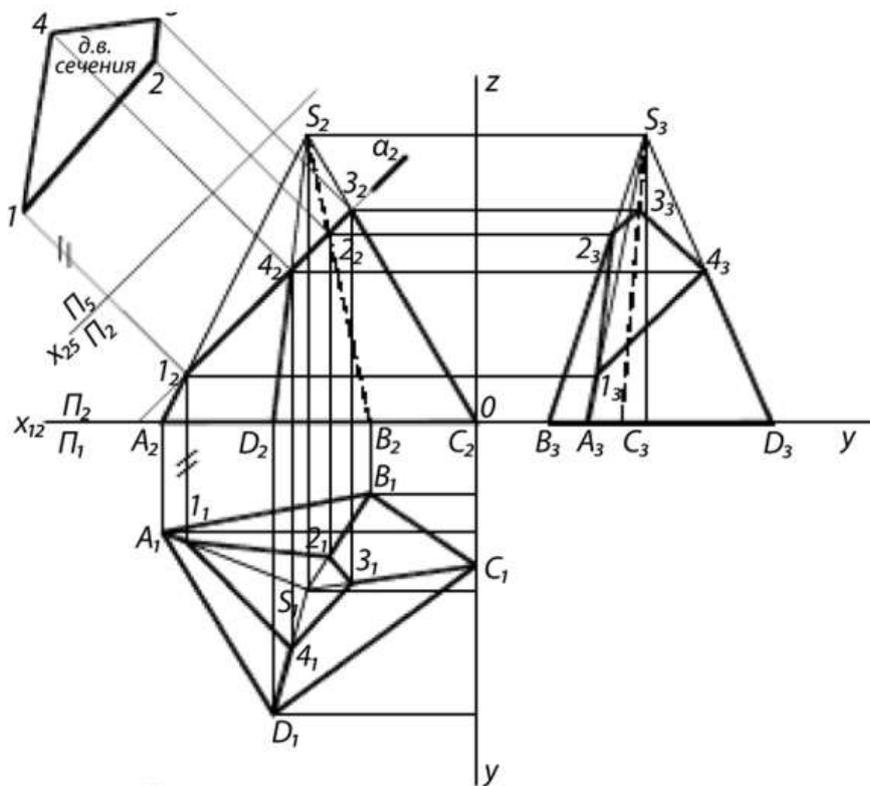


Рис. 2.2 Пересечение пирамиды

### Задача 2.1

Построить линию пересечения призмы  $ABCD$  плоскостью  $CL$  (рис. 2.1). Определить действительную величину сечения.

#### Решение.

Плоскость  $a$  является фронтально-проецирующей ( $a \perp \pi_2$ ).

Фронтальная проекция сечения вырождается в прямую  $1-2-3-4$ , совпадающую со следом  $a$ , секущей плоскости.

Горизонтальная проекция совпадает с горизонтальной проекцией основания  $ABCD$ . Профильная проекция строится по точкам.

Действительную величину сечения  $1_n-2_n-3_n-4_n$  определяют способом плоскопараллельного перемещения.

### Пересечение пирамиды

#### Задача 2.2

Построить линию пересечения пирамиды плоскостью  $a$  (рис. 2.2). Определить действительную величину сечения.

#### Решение.

Т. к. плоскость  $a$  фронтально-проецирующая ( $a \perp \pi_2$ ), то не требуется дополнительных построений. Фронтальный след плоскости совпадает с фронтальной проекцией сечения.

На пересечении ребер с фронтальным следом плоскости находим точки  $1, 2, 3, 4$ , линии сечения.

По точкам  $1, 2, 3$  и  $4$  на ребрах пирамиды строим горизонтальную и профильную линию сечения.

Действительную величину сечения  $1_n-2_n-3_n-4_n$  определяем способом замены плоскостей проекций.

На свободном поле проводим  $X_{/4}$  ( $\Pi_t // \Pi_4$ ) параллельно фронтальной проекции сечения 7,—4Г. От оси  $X_N$  откладываем координаты точек сечения, взятые по оси  $Y$  от оси  $OX$ . Фигура 1-4 и есть действительная величина сечения.

Выполняем третью проекцию по координатам точек вершин. Например, для точки 3 координата  $Y_j = Y_t$  и  $Z_c = Z_s$ . Соединив полученные точки прямыми линиями, получаем третью проекцию пирамиды с линией пересечения — 7,—4Г.

### Практическая работа №3 Резьбовые соединения.

**Резьбовое соединение** — крепёжное соединение в виде резьбы. Используется метрическая и дюймовая резьба различных профилей в зависимости от технологических задач соединения.

Среди разъемных соединений наибольшее распространение получили резьбовые. К ним относятся болтовое, шпильчное и винтовое соединения, показанные на рисунке 209. Детали этих соединений — болты, винты, шпильки, гайки и шайбы — имеют установленные стандартом форму, размеры и условные обозначения. Пользуясь этими обозначениями, можно отыскать размеры крепежных деталей в соответствующих таблицах стандартов. Как это делать, было показано на примере выполнения чертежа болта.

С изображением крепежных деталей приходится встречаться в основном на сборочных чертежах. На этих чертежах болтовое, шпильчное и винтовое соединения вычерчивают по относительным размерам. Это значит, что величину отдельных элементов определяют в зависимости от наружного диаметра  $d$  резьбы. В результате ускоряется работа по выполнению чертежа.

Размеры крепежных деталей на сборочных чертежах не наносят. Но как же в таком случае определить, какой болт или шпилька входит в соединение?

Необходимые данные записывают в спецификации. Рассмотрим изображения основных резьбовых соединений.

**Изображение болтовых соединений.** Это соединение показано на рисунке 216. В деталях, которые нужно соединить (дет. 1 и дет. 2), просверливают отверстия немного большего диаметра, чем диаметр болта.

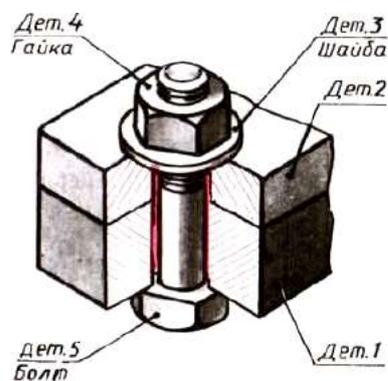


Рис. 3.1 Болтовое соединение

Чертежи крепежных соединений рекомендуется вычерчивать упрощенно (рис. 3,2, г). Это заключается в следующем. Фаски на шестигранных и квадратных головках болтов и гаек, а также на стержне не изображают. Допускается не показывать зазор между стержнем болта и отверстием в соединяемых деталях.

Чтобы чертеж, представленный на рисунке 3.2, г, легче было понять, покажем поэтапно образование болтового соединения. Сначала изображен болт и над ним две соединяемые детали (рис. 3.2, а). Затем болт показан в отверстиях этих деталей, а над ним шайба (рис. 3.2, б). На рисунке 3.2, в шайба надета на болт, а над ней показана гайка. Законченный чертеж болтового соединения приведен на рисунке 3.2, г.

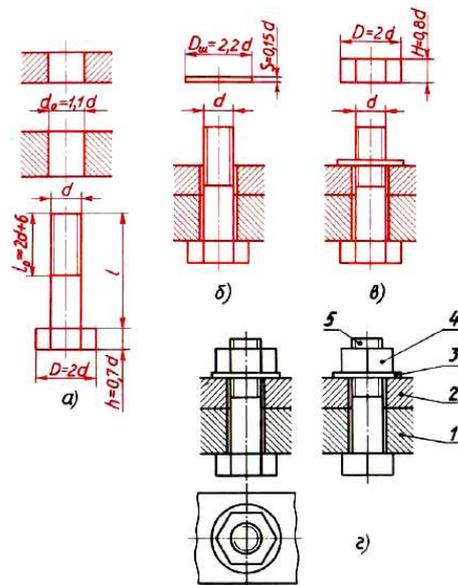


Рис. 3.2 Упрощенное изображение болтового соединения

Обратите внимание, что соединяемые детали (1 и 2) заштрихованы в разные стороны.

Болты в сборочном чертеже показывают нерассеченными, если секущая плоскость направлена вдоль их оси. Гайки и шайбы изображают также нерассеченными.

В спецификации для болтов указывают диаметр и тип резьбы, длину стержня и номер стандарта. Запись Болт М12х1,25х60 означает: болт с метрической резьбой 0 12 мм, шаг 1,25 мм (мелкий), длина стержня 60 мм.

Для гайки указывают диаметр и тип резьбы. Запись Гайка М16 означает: гайка с метрической резьбой, имеющая диаметр 16 мм, шаг резьбы крупный. Для шайб указывают диаметр болта. Запись Шайба 12 означает: шайба для болта диаметром 12 мм.

Нужно вычертить элементы болтового соединения по относительным размерам. Их определяют в зависимости от наружного диаметра резьбы по соотношениям, приведенным на рисунке 217. Рассмотрим пример определения относительных размеров для болтового соединения с резьбой М20 ( $d = 20$  мм):

**Изображение шпилечных соединений.** Шпилька представляет собой стержень, имеющий резьбу на обоих концах. Одним концом шпилька на всю длину резьбы ввинчивается в глухое (несквозное) отверстие с резьбой в детали 1 (рис. 3.3). На другой конец навинчивают гайку, под которую подкладывают шайбу. Таким образом прижимают друг к другу скрепляемые детали (дет. 1 и 2). Отверстие в детали 2 имеет немного больший диаметр, чем шпилька (рис. 3.3).

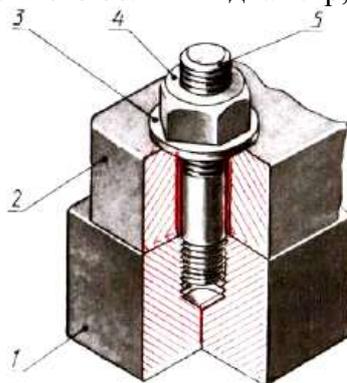


Рис. 3.3 Шпилечное соединение

Покажем поэтапно образование шпилечного соединения, приведенного на рисунке 3.4, ж.

Сначала в детали показано отверстие под резьбу и над ним сверло (рис. 3.4, а), а затем отверстие с резьбой и сверху метчик, с помощью которого нарезана резьба (рис. 3.4, б). Над отверстием (рис. 3.4, в) показана шпилька, которая ввернута в отверстие (рис. 3.4, г), а сверху

изображена соединяемая деталь. На рисунке 3.4, е шайба надета на шпильку, выше изображена гайка. И наконец (рис. 3.4, ж), показан чертеж шпилечного соединения.

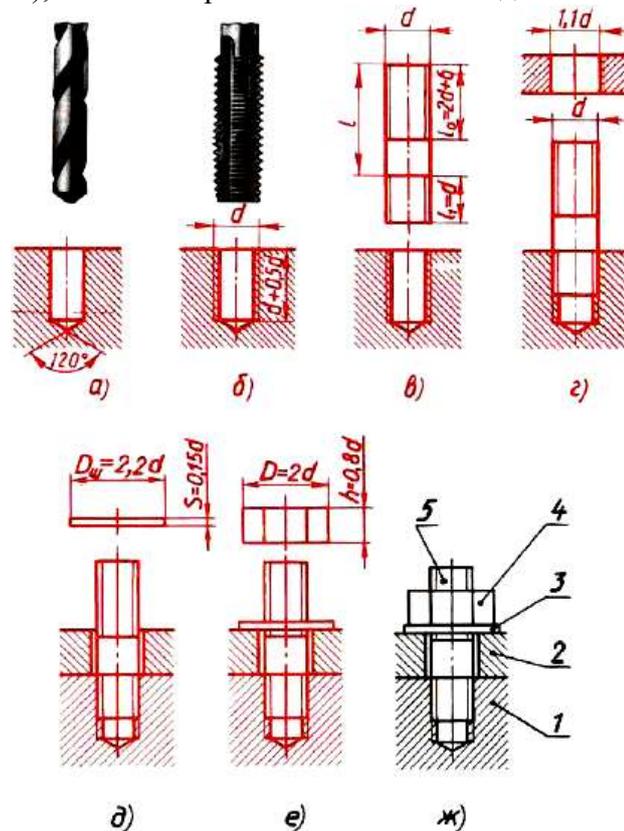


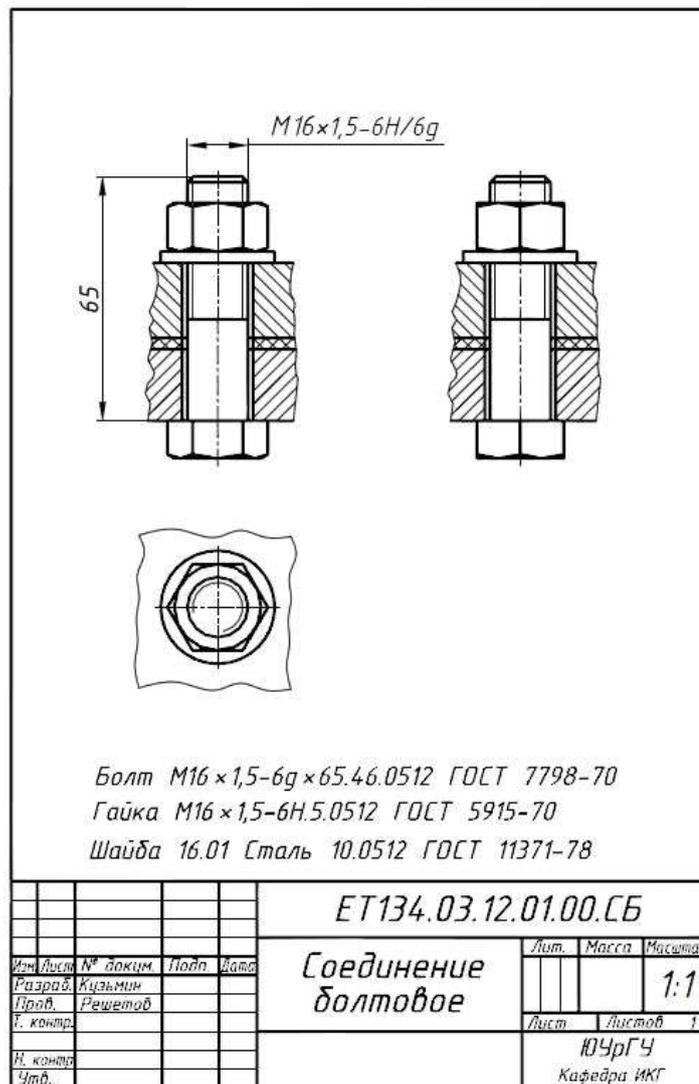
Рис. 3.4. Упрощенное изображение шпилечного соединения

Гайку и шайбу, как и в болтовом соединении, изображают упрощенно, т. е. без фасок. На шпильке фаски тоже не показывают.

Линию, определяющую границу резьбы на нижнем конце шпильки, всегда проводят на уровне поверхности детали, в которую ввернута шпилька (дет. 1).

### Задание

В рабочей тетради, используя чертежные инструменты и приспособления, оформить чертеж болтового соединения на формате А4.



**Практическая работа №4**  
**Чертежи разъемных и неразъемных соединений.**

*Неразъемными* называют соединения, которые невозможно разобрать без нарушения или повреждения деталей. К ним относятся заклепочные, сварные, клеевые соединения, соединения, полученные пайкой, а также условно посадки с натягом.

К неразъемным соединениям относят: соединения заклепками (заклепочные соединения), сварные, паяные, клеевые, соединения.

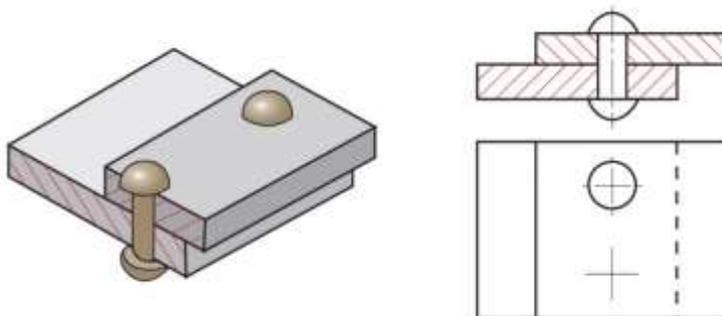


Рис.4.1 Заклепочное соединение.

Это соединение выполняют при помощи заклепок — металлических стержней с головками, которые вставляют в отверстия соединяемых деталей. На чертежах показывают два изображения: фронтального разреза на месте главного вида и вида сверху (или слева). Показывают все элементы соединяемых деталей и заклепок с указанием размеров соединения. Типы заклепок стандартизированы. В условное обозначение заклепки входит название этой детали, ее диаметр и длина, например, «Заклепка 8x20».

### Сварное соединение.

В сварном соединении жесткая связь между деталями возникает в результате плавления металла. На чертежах изображения сварного соединения обозначают специальным знаком — односторонней стрелкой.

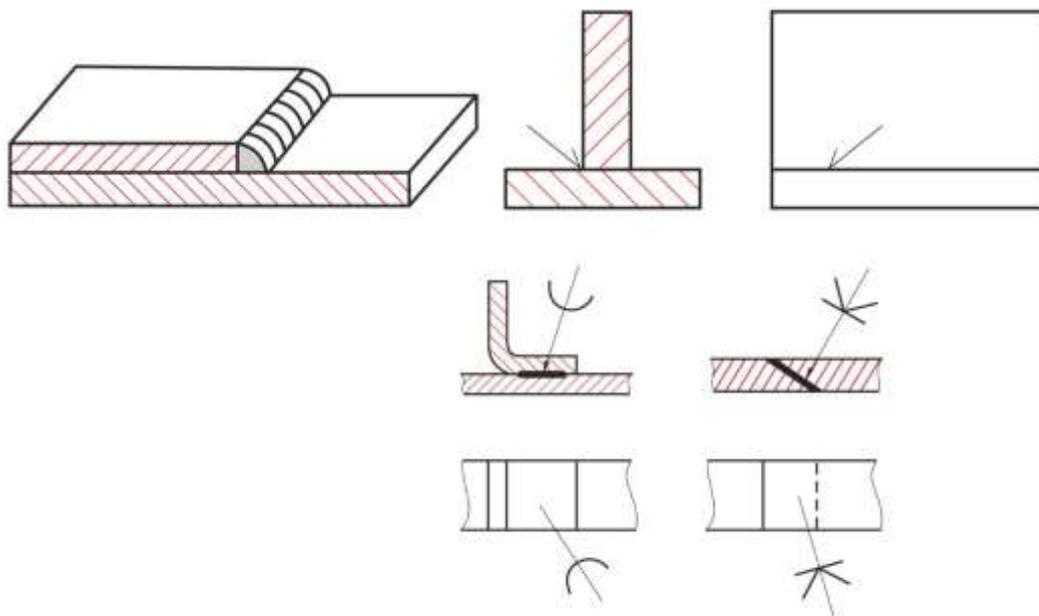


Рис.4.2 Паяное и клеевое соединения.

При соединении пайкой детали в нагретом состоянии соединяются между собой при помощи дополнительного легкоплавкого сплава (припоя). Клеевые соединения образуются при помощи тонкого пласта быстротвердеющего клея. Для обозначения паяного шва применяют условный знак в виде полукруга (а), клеювого шва — знак, похожий на букву К (б).

**Разъемные соединения** — это те, при помощи которых возможно, как правило, неоднократно произвести сборку и разборку узлов механизма. Примеры разъемных соединений — это резьбовые, шплинтовые, штифтовые, зубчатые и пр. В свою очередь, они могут быть как подвижными, так и неподвижными.

**Разъемные соединения** получили широкое применение там, где необходима периодическая замена одной детали на другую в связи с регламентным обслуживанием или ремонтом механизма, смены какого-либо рабочего элемента машины (приспособление, инструмент), для постоянной или временной фиксации детали, периодическим взаимодействием деталей механизмов друг на друга в процессе их работы и т.д. Такие соединения образуются при помощи крепежных резьбовых элементов (**болты, резьбовые шпильки, различные гайки, винты**), ходовых винтов (червячных, шнековых), шлицов (зубьев) сопрягаемых деталей, шпонок, штифтов, шплинтов, клиньев, а также комбинацией нескольких таких элементов. Возможно разъемное соединение способом сочленения специальных выступов на скрепляемых деталях.

**Резьбовое соединение** — самое распространенное из разъемных соединений. Широко применяется оно из-за простоты и легкости монтажа и демонтажа, а также относительно низкой стоимости изготовления крепежных элементов. Резьба представляет собой ряд равномерно расположенных друг от друга выступов постоянного сечения различной формы, образованных на боковой поверхности прямого кругового стержня или конуса. Она бывает метрической (наиболее используемая в крепеже) и дюймовой (применяется в трубных соединениях). Также по различным признакам резьба может классифицироваться как цилиндрическая и коническая, трапецидальная,

круглая, упорная, ходовая, одно- и многозаходная. Могут изготавливаться нестандартные и специальные резьбы.

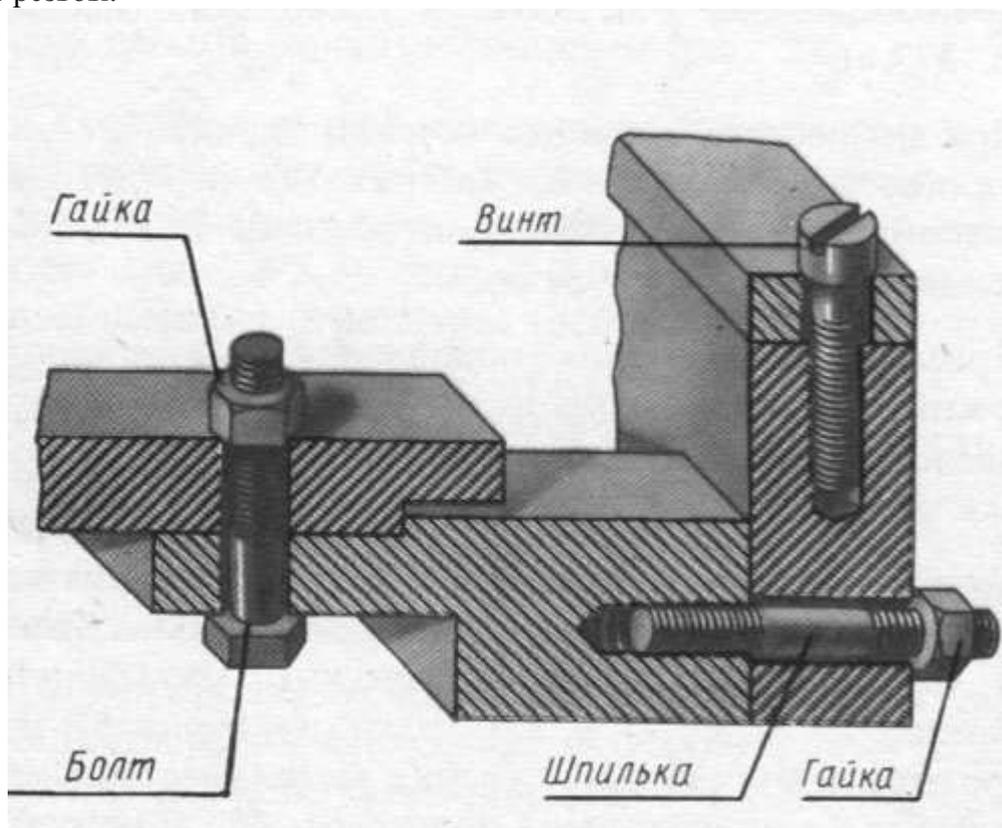


Рис.4.3 Резьбовое соединение.

**Шпоночное соединение** используется для фиксации одной вращающейся ведомой детали на другой – ведущей. Так при помощи шпонки крепится колесо, шкив на валу для передачи крутящего момента. Для более точной фиксации вместо шпонок используется **штифтовое соединение**.

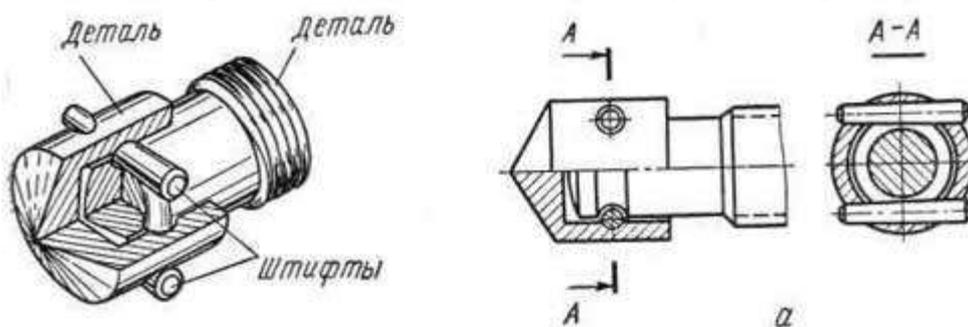


Рис.4.4 Штифтовое соединение

**Шплинты** применяются в основном для стопорения прорезных и корончатых гаек.

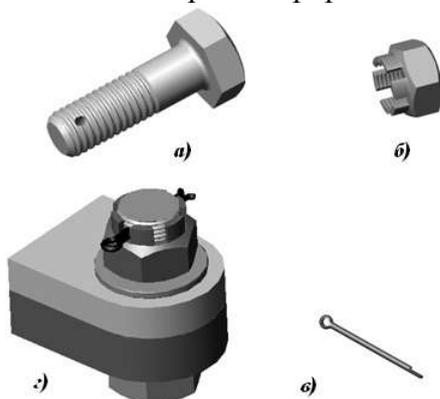
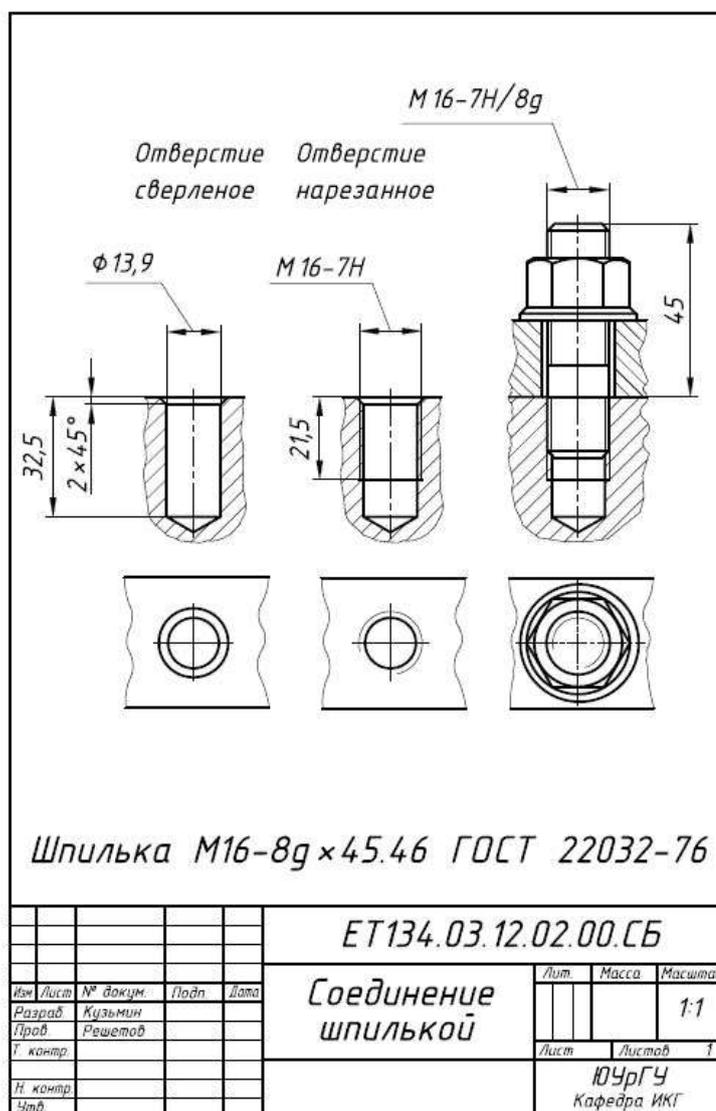


Рис.4.5 Шплинтовое соединение

## Задание



В рабочей тетради, используя чертежные инструменты и приспособления, оформить чертеж шпилечного соединения на формате А4.

### Практическая работа №5 Чертежи сборочных единиц.

Сборочный чертеж – это конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы;
- необходимые размеры;
- номера позиций;
- технические требования;
- техническую характеристику изделия (при необходимости).

Количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным для представления расположения и взаимной связи составных частей и обеспечивающим возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

Сборочные чертежи выполняют, как правило, с упрощениями, соответствующим требованиям стандартов ЕСКД.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

- а) фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и другие мелкие элементы;
  - б) зазоры между стержнем и отверстием,
  - в) крышки, кожухи и т.п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия.
- При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: «Крышка поз. 3 не показана»;
- г) изделия из прозрачного материала показывают как непрозрачные;
  - д) при вычерчивании винтовой пружины с числом витков более 4-х показывают с каждого конца 1-2 витка, кроме опорных, и проводят осевые линии (рис. 10.6).
- Если диаметр проволоки пружины 2 мм и менее, то пружину изображают линиями толщиной 0,6 – 1,5 мм (рис. 10.7);

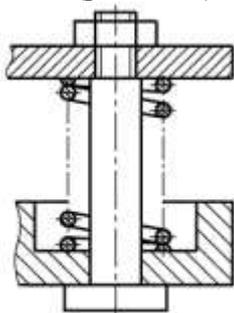


Рис. 10.6

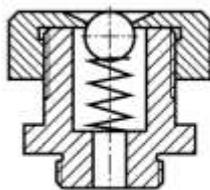


Рис. 10.7

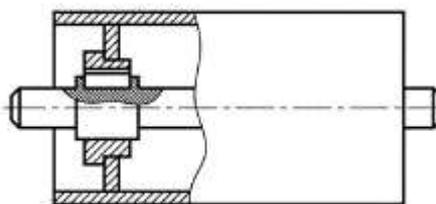


Рис. 10.8

е) изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков (см. рис.10.6);

ж) сварное, паяное, клееное и тому подобное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями изделия сплошными основными линиями (рис.10.8).

### Размеры на сборочном чертеже

На сборочном чертеже должны быть указаны:

- габаритные размеры изделия (размеры, определяющие внешние очертания изделия);
- установочные и присоединительные размеры (размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию);
- размеры и другие параметры, выполняемые или контролируемые по данному чертежу (например, размеры на рис. 10.9);
- размеры, определяющие положение составных частей изделия относительно друг друга (например, при сварке, клейке, пайке);
- другие необходимые справочные размеры.

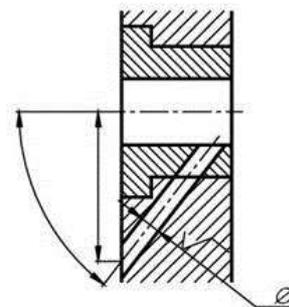


Рис. 10.9

Справочные размеры – это размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом. Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «\*», а в технических требованиях записывают: «\*Размеры для справок».

К справочным размерам на сборочном чертеже относятся:

- размеры, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных;
- габаритные размеры, перенесенные с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей.

## Номера позиций

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей, и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии (рис. 10.10). Линии-выноски заканчиваются на изображении видимой точкой (или стрелкой, если деталь зачернена). Линии-выноски не должны пересекаться между собой и быть параллельными линиям штриховки, не должны пересекать, по возможности, размерные линии и элементы изображений. Разрешается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы деталей с отчетливо выраженной и исключаяющей различное понимание взаимосвязью (рис. 10.11). При этом на верхней полке указывают номер позиции той детали, на изображении которой линия-выноска начинается точкой или стрелкой. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

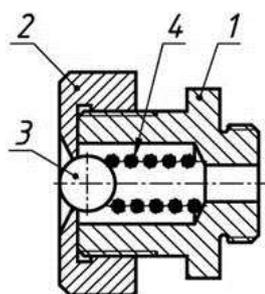


Рис. 10.10

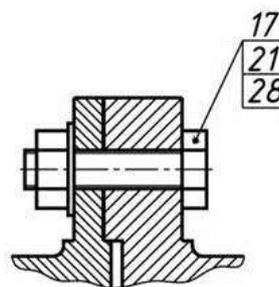


Рис. 10.11

## Технические требования

Технические требования, излагаемые на чертеже, группируют по однородности (например, по качеству изделия, условиям и методам испытания, правилам транспортировки и хранения, особым условиям эксплуатации т.п.). Технические требования располагают над основной надписью в колонку, ширина которой не должна превышать 185 мм (см. рис. 10.13).

На листах формата более А4 допускается размещение текста в две и более колонки с шириной каждой не более 185 мм. Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технических требований записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» пишут только в случае размещения на чертеже еще и технической характеристики.

## Техническая характеристика

В случае если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований, с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика».

## ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Код документа	Лист	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
			<i>Документация</i>		
A4		XX.XXX.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
			<i>Сборочные единицы</i>		
A3	1	XX.XXX.01.00	Корпус	1	
			<i>Детали</i>		
A4	2	XX.XXX.00.01	Пластика аткидная	1	
A4	3	XX.XXX.00.02	Прижим	1	
A4	4	XX.XXX.00.03	Упор	1	
A4	5	XX.XXX.00.04	Винт специальный	1	
			<i>Стандартные изделия</i>		
	6		Болт 7002-0502 ГОСТ 14724-69	1	
	7		Винт 7006-1210 ГОСТ 9052-69	1	
	8		Втулка 7051-4115 ГОСТ 18433-73	1	
	9		Втулка 7051-4661/06000 ГОСТ 18432-73	1	
	10		Гайка 7003-0260 ГОСТ 14726-69	1	
	11		Штифты ГОСТ 3128-70 в × 40	2	
	12		Штифты ГОСТ 3128-70 в × 80	1	
XX.XXX.00.00			<b>Кондуктор</b>		
Исполн.	Провер.	Утвер.	Дата		

Рис. 10.12

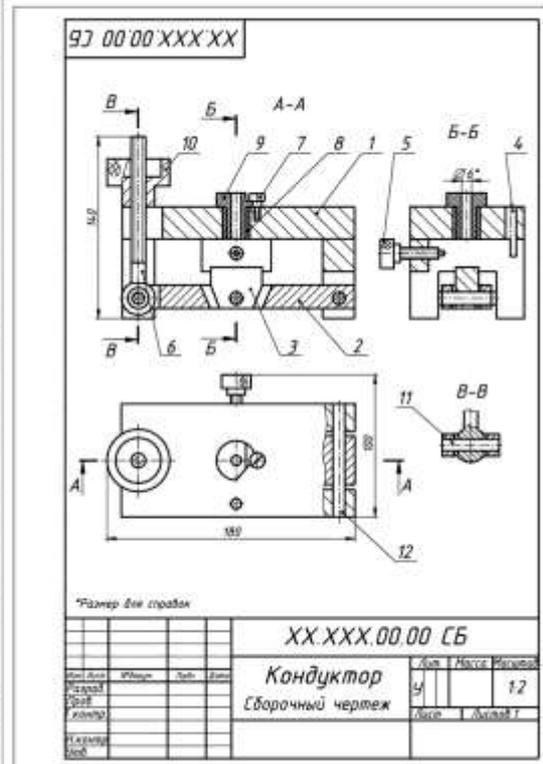


Рис. 10.13

Код документа	Лист	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
			<i>Документация</i>		
A4		XX.XXX.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
			<i>Детали</i>		
A3	1	XX.XXX.00.01	Корпус	1	
A4	2	XX.XXX.00.02	Штупель	1	
A4	3	XX.XXX.00.03	Гайка накидная	1	
A4	4	XX.XXX.00.04	Крышка	1	
A4	5	XX.XXX.00.05	Втулка сальниковая	1	
A4	6	XX.XXX.00.06	Кольцо поднабивочное	1	
A4	7	XX.XXX.00.07	Золотник	1	
A4	8	XX.XXX.00.08	Прокладка	1	
A4	9	XX.XXX.00.09	Прокладка	1	
A4	10	XX.XXX.00.10	Маховик	1	
			<i>Стандартные изделия</i>		
	11		Гайка М8 × 125 ГОСТ 5915-70	1	
	12		Шайба в ГОСТ 11371-78	1	
			<i>Материалы</i>		
	13		Шнур пеньковый	0,05 кг	
XX.XXX.00.00			<b>Вентиль</b>		
Исполн.	Провер.	Утвер.	Дата		

Рис. 10.14

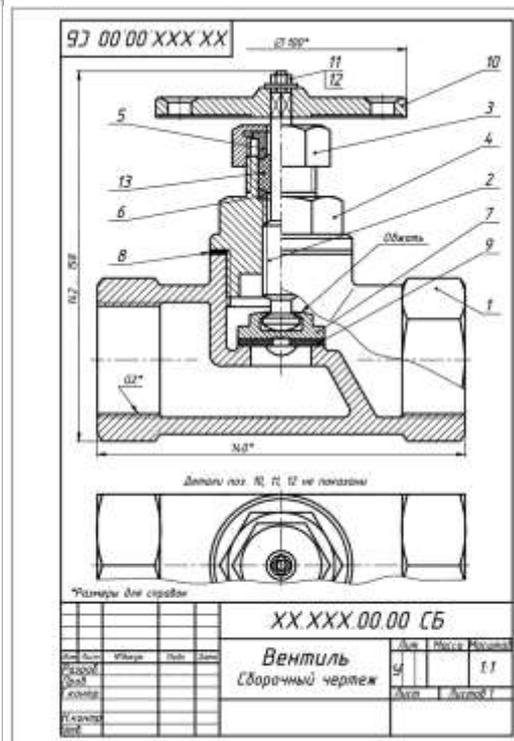


Рис. 10.15

## Производственное обучение

### Раздел 9. Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.

#### Тема 9.1 Вводный инструктаж по технике безопасности. Организация рабочего места.

##### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды инструктажей по технике безопасности. Знают как организовать свое рабочее место.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует основные виды инструктажей по технике безопасности.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	технологические карты.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Вводный инструктаж

Для профессий, работа которых сопряжена с вредными условиями труда, вводный инструктаж проводится по предъявлению ими приемной записки с отметкой о результатах предварительного медицинского осмотра.

Вводный инструктаж проводится работником службы охраны труда, имеющим специальное техническое образование и производственный опыт, по программе, утвержденной руководителем организации.

Для проведения вводного инструктажа по вопросам производственной санитарии и пожарной охраны целесообразно привлекать соответствующих специалистов.

Вводный инструктаж содержит общие положения по охране труда и требования безопасности и производственной санитарии, соблюдение которых исключает возможность воздействия на работника опасных и вредных производственных факторов на территории предприятия (организации) и в структурных подразделениях.

Вводный инструктаж проводится в кабинете охраны труда или в специально оборудованном помещении с использованием наглядных пособий (инструкций, плакатов, натуральных экспонатов, кинофильмов, диапозитивов, диафильмов, макетов и других технических средств обучения, отвечающих достижениям современной науки и техники применительно к специфике данного производства), а также с разбором характерных несчастных случаев, имевшихся на производстве.



## Требования безопасности перед началом работы.

Надеть исправную спецодежду, проверить исправность средств индивидуальной защиты. Проверить наличие: ключей от электрощитов, пультов управления, оперативной документации. Проверить исправность инструментов, приспособлений, средств коллективной и индивидуальной защиты.

Для переноски инструмента используется специальная сумка или переносный ящик. Переноска инструмента в карманах запрещается.

Убедиться в достаточном освещении рабочего места, отсутствии электрического напряжения на ремонтируемом оборудовании.

Выполнение работ повышенной опасности производится по наряду-допуску после прохождения целевого инструктажа.

Удалить из зоны проведения работ посторонних лиц и освободить рабочее место от посторонних материалов и других предметов, огородить рабочую зону и установить знаки безопасности.

При обнаружении неисправности оборудования, инструмента, приспособлений, средств индивидуальной или коллективной защиты, рабочего места, как перед началом работы, так и во время работы, сообщить руководителю и до устранения неполадок к работе не приступать.

Пользоваться неисправными, с истекшим сроком испытания инструментами, приспособлениями, средствами индивидуальной или коллективной защиты запрещается.

Для выполнения совместной работы несколькими лицами должен назначаться старший работник, обеспечивающий согласованность действий и соблюдение требований безопасности.

## Тема 9.2 Технический осмотр электрического и электромеханического оборудования.

### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды технического осмотра электрического и электромеханического оборудования.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует основные виды технического осмотра электрического и электромеханического оборудования.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Техническая документация, плакаты, схемы
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Требования безопасности перед началом работы.

Обслуживание электрического оборудования во время эксплуатации включает в себя регулярные осмотры электрических машин и трансформаторов и технические мероприятия в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя, проводимые по специальному графику и программе. В состав технического обслуживания входят также ремонты, различающиеся по своему объему. Поскольку ТО за исключением внешних осмотров проводится на неработающем оборудовании при снятом напряжении, то графики проведения ТО должны быть согласованы с графиками работы основного технологического оборудования.

Электрическое и электромеханическое оборудование по своему функциональному назначению делится на основное и вспомогательное.

К основному относится оборудование, без которого невозможно проведение нормального технологического процесса по выпуску продукции. К вспомогательному относится оборудование, служащее для улучшения условий труда и повышения его производительности, а также для соблюдения экологических или иных нормативов производства. Его отказ не приводит к перерывам в основном технологическом процессе.

Основная цель 10, как указывалось ранее, заключается в обеспечении надежной работы, исключающей поломки и отказы оборудования. Однако аварии могут происходить не только из-за плохой эксплуатации, но и по причине нарушения стандартов качества электрической энергии, установленных ГОСТ 13109 — 97. Аварии и отказы приводят к материальному и экономическому ущербу на производстве. Поэтому выявление причин отказов и аварий также является задачей эксплуатации. Для этого необходимо проводить мониторинг качества электроэнергии, чтобы энергоснабжающие компании несли свою долю ответственности за нарушение условий договора энергоснабжения.

Поскольку стоимость ТО входит в себестоимость готовой продукции, то вопрос о необходимом объеме 10 в настоящее время является в большинстве случаев чисто экономическим. Существует три вида ТО:

первый — практически без обслуживания (по принципу «не трогай, пока не сломается»);

второй — планово-предупредительная система обслуживания и ремонта (ППР);

третий — обслуживание с ремонтом по мере необходимости. Первый вид ТО характерен для вспомогательного электрооборудования — освещения, вентиляции и электронагревательных устройств. Стоимость такого оборудования, как правило, невелика что позволяет иметь на предприятии его необходимый резерв и проводить в случае необходимости быструю замену.

Второй вид ТО является основным и применяется для основного и большей части вспомогательного оборудования. ППР предусматривает плановые (по графику) осмотры и ремонт электрического и электромеханического оборудования. При этом контроль за текущей нагрузкой, качеством электроэнергии и другими режимными параметрами не предусматривается. Функции контроля за отклонением режимных параметров от расчетных возлагаются на системы защиты оборудования.

Основным недостатком системы ППР является возможность отправки в ремонт исправного оборудования, поскольку оценка его износа осуществляется косвенным путем по количественным показателям. Так, для коммутационных аппаратов критерием износа служит количество отключений (включений) без учета токов отключения, которые и определяют их износ. Для электрических машин и трансформаторов основным критерием является время работы без учета реальной нагрузки и т.д. А поскольку стоимость ТО входит в себестоимость продукции, то стремление к уменьшению издержек производства приводит к стремлению уменьшить стоимость ТО за счет рационализации ремонта.

В этой связи в начале 90-х годов прошлого столетия в мировую практику начал внедряться третий вид ТО, который обеспечивает необходимый уровень надежности работы оборудования при минимальной стоимости обслуживания. Применение этого вида ТО требует контроля режимов работы оборудования и условий окружающей среды. Контроль осуществляется с помощью датчиков, связанных с информационно-измерительной системой предприятия или с системой диагностики работы оборудования. Эти системы с помощью математических моделей надежности обрабатывают полученную информацию и выдают данные по уровню надежности и необходимости ремонта оборудования.

К достоинствам этого вида ТО относится выведение из эксплуатации только того оборудования, ремонт которого объективно необходим. В первую очередь этот вид ТО распространяется на наиболее ответственное и дорогостоящее оборудование.

Система ППР - наиболее распространенная в настоящее время.

## Тема 9.3 Кабели и провода. Монтаж кабельных линий и проводов.

### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды кабелей и проводов. Знают виды монтажа кабельных линий и проводов.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Определяет технические характеристики и данные кабельно - проводниковой продукции.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться с устройством проводов и кабелей. Произвести монтаж кабельных линий и проводов. Контроль работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструменты, оборудование, технологические карты. <a href="https://youtu.be/bOVAfPtl0e8">https://youtu.be/bOVAfPtl0e8</a> <b>видеоурок</b>
<b>Перечень расходных материалов</b>	Провода, кабели

### Кабели и провода. Монтаж кабельных линий и проводов.

Современная промышленность, выпускающая электротехническую продукцию, готова предложить потребителю огромный ассортиментный кабельной продукции. Каждый вид электрического кабеля или тип провода используется для решения конкретной профессиональной задачи электрификации объекта. Любой человек, решивший выполнить монтаж электропроводки на личном дачном участке, в собственной городской квартире или частном доме вскоре поймет, что для таких работ чаще всего используются медные проводники и намного реже алюминиевые. Других вариантов просто не существует, хотя металлов с низким сопротивлением току достаточно много.



Почему медь и алюминий? Да все очень просто! Это самые дешевые цветные металлы, оптимально подходящие для производства проводов по своим техническим и конструктивным характеристикам. Конечно, вполне можно изготовить кабель из золота, но цена этого продукта будет запредельной!

Кабельные изделия и провода для монтажа электрической проводки в жилых и других объектах делятся на несколько типов и видов: мощные силовые кабели, специальные самонесущие кабели, электрические провода для скрытой и открытой проводки, монтажные проводники и так далее.

Спектр основных характеристик таких электротехнических изделий разнообразен. Вся кабельная электротехническая продукция делится на категории не только по своему назначению, но и по типу изоляционного слоя, структуре токоведущих проводников и металлу, из которого они изготовлены, конструктивным особенностям и другим параметрам. В этой статье будут рассмотрены основные типы и виды, технические параметры и другие характеристики электрических проводов и кабелей, которые применяются при выполнении работ по монтажу электропроводки и подключению к сетям электропередач частных домов, квартир, дач и других объектов недвижимости.

**Внимание!** Правильный выбор электрического кабеля или провода — это очень ответственное дело, от которого зависит безопасность вашей недвижимости и собственное здоровье. Поэтому для тех, кто не хочет столкнуться с такими катастрофическими событиями, как короткое замыкание, пожар или поражение электрическим током, рекомендуем тщательно выбирать электротехническую продукцию, соответствующую требованиям ПЭУ (правилам устройства электроустановок).

### Силовые кабели

Мощный кабель для силовых линий — это одножильное или многожильное электротехническое изделие, предназначенное для снабжения электрической энергией стационарных потребителей, таких как частный дом, квартира, дача или передвижное оборудование. Силовой кабель соединяет главный распределительный щит или линию электропередач с конечным пользователем. Независимо от области использования и технических характеристик, его конструкция состоит из следующих обязательных элементов, являющихся его основой:

- одной или нескольких металлических жил, предназначенных для передачи тока;
- изоляционного слоя, обеспечивающего защиту токоведущих элементов;
- внешней оболочки, служащей для защиты всей конструкции кабеля в целом.



Кроме этих главных конструктивных частей силовых кабельных изделий, они могут включать в себя разнообразные дополнительные элементы, такие как поясная внешняя изоляция, экранирующий слой, броню с подушкой под нее. Конструкция силового кабеля зависит от его назначения, сферы использования и условий эксплуатации. Все эти факторы отражены в цветовой маркировке и названии изделий.

**Важно!** При выборе силового кабеля необходимо учитывать многие факторы: условия эксплуатации, тип и вид монтажа, а также соответствие нормам ПЭУ. Это обусловлено тем, что различные марки кабельной продукции имеют как достоинства, так и недостатки, которые нужно брать в расчет при покупке.

Силовой кабель — особенности маркировки

Номер знака в маркировке силового кабеля	Назначение символа	Расшифровка символа
--	--------------------	---------------------

1	Материал токоведущих жил	А — алюминий Знак отсутствует — медь
2	Материал изоляционного слоя	В — поливинилхлорид Ц — пропитанная бумага НР — негорючая резина П — термопластичный полиэтилен
3	Тип внешней оболочки жил	С — свинцовый сплав А — алюминиевый сплав О — отдельная оболочка для каждой жилы П — полиэтилен или полимер В — поливинилхлорид
4	Броневая защита	Б — две ленты из стали с покрытием Бн — то же с негорючим покрытием БбГ — профилированная лента из стали К — круглая оцинкованная проволока П — то же с плоской проволокой
5	Экранировка	Э — медная по изолированной жиле Эо — общий медный для трех жил г — набухающей в воде лентой га — полимерно-алюминиевой лентой
6	Дополнительные характеристики	нг — не горит нг LS — не горит, низкое дымовыделение Г — гибкий кабель

Свойства и конструктивные особенности силовых кабелей, а также сферы применения определяются маркировкой кабельной продукции. На сегодняшний день существует два вида маркировки таких изделий: цветом или буквами. В Российской Федерации используется буквенная, где каждый символ и его расположение имеет определенное значение. Первый знак обозначает материал жилы и если это «А», то она изготовлена из алюминия, а если буква отсутствует, то из меди. В нижеприведенной таблице представлена очередность знаков маркировки, их буквенное обозначение и расшифровка.

Если в маркировке отсутствует какой-либо из элементов, значит, его просто нет на силовом кабеле. Допустим, вы не видите обозначения брони, значит она отсутствует. Представленная буквенная маркировка актуальна не только для силовых кабелей, но и других видов проводов, с небольшими изменениями и дополнениями. Ниже мы рассмотрим основные и самые популярные марки силовых кабелей, которые выпускает электротехническая промышленность.

#### Кабель ВВГ

Основное назначение силового кабеля ВВГ — это электрификация объектов с напряжением в сети до 1 тыс. вольт. Эта марка особенно популярна для выполнения внутреннего монтажа электропроводки. Если обратиться к маркировочной таблице, представленной выше, то ВВГ — это медный кабель с изоляцией жил поливинилхлоридом, и внешней изоляцией в виде кембрика из того же материала, а буква «Г» говорит о том, что он гибкий. Количество жил изделия может быть от двух единиц до пяти. Срок службы данной продукции может достигать свыше 30 лет.



Силовой кабель ВВГ выпускается в разных исполнениях: АВВГ — с токоведущими проводниками из чистого алюминия, ВВГнг — в защитном кожухе из огнеупорного материала, ВВГп — изделие плоского вида и другие. Цвет внешней изоляции у большинства изделий черный, а для каждой жилы предусмотрена собственная цветовая гамма, соответствующая маркировке по стандарту: желтая с зеленой полосой для проводников РЕ, для жил N синяя или белая с синей полосой, а для фазовых жил абсолютно белая. Силовой кабель ВВГ почти полностью соответствует своему импортному аналогу, выпускаемому по зарубежному стандарту DIN, технические параметры которого представлены нижеследующем разделе.

#### Кабель NYM

Силовой кабель NYM используется для монтажных работ при прокладке сетей освещения и силовых электросетей как в жилых, так и промышленных помещениях. Максимальное значение напряжения, при котором можно применять данное изделие, не должно превышать 660 вольт. Кабель можно эксплуатировать на открытом пространстве, но следует учитывать, что его изоляция подвергается разрушению под воздействием солнечных лучей. Поэтому кабель NYM необходимо защищать специальной гофрой или другой защитной оболочкой. Главной особенностью этого изделия является то, что оно снабжено специальным наполнителем внутри внешней оболочки, который обеспечивает полную герметизацию жил.



В отличие от силового кабеля отечественной разработки ВВГ, провод NYM выпускается только в круглом исполнении с монолитными медными жилами. Этот факт дает ему преимущество при обычном электромонтаже, но его очень неудобно укладывать в штробы скрытой разводки. Во всем остальном кабель NYM является полным аналогом ВВГ. Внешняя и внутренняя изоляция изделия изготовлена из термостойкого ПВХ (поливинилхлорида). Ее цвет для внешней оболочки в основном черный, а изоляция токоведущих жил имеет следующую расцветку: черную, желтую с зеленой полосой, коричневую, а также серую и синюю. На русском языке изделие не имеет буквенного обозначения.

#### Кабель СИП

Силовой кабель СИП — это самонесущий электрический провод с надежной изоляцией жил, само название которого говорит о его специфических свойствах. Главной его особенностью является то, что он может выдерживать большие механические нагрузки. К тому же изоляционный слой изделия изготовлен из прошитого полиэтилена, который стойко переносит воздействие солнечных лучей и повышенной влажности. Исходя из этих свойств, СИП великолепно подходит для монтажа ЛЭП на открытом пространстве и ответвлений от них при электрификации различных объектов как жилых, а также небольших промышленных и торговых. Этот тип кабельной продукции постепенно вытесняет с рынка алюминиевые провода без изоляции марок «А» и «АС», которые повсеместно использовались для прокладки воздушных линий электропередач в недалеком прошлом.



Кабель СИП выпускается только с жилами из чистого алюминия, которые не имеют дополнительного общего изолирующего слоя. Площадь сечения проводников изделия может быть от 16 до 150 кв. мм. Маркировка этого кабеля не привязана напрямую к количеству токоведущих жил. К примеру, СИП-1 — это трехжильный кабель, нулевой токоведущий проводник которого является одновременно несущим. В обозначенном номере изделия зашифрована вся информация о продукции. Силовой кабель СИП довольно специфичная кабельная продукция. При его монтаже необходимо использовать специальную арматуру: анкерные специализированные кронштейны, особые зажимы для соединения и так далее. Без этих дополнительных элементов невозможно выполнить монтажные работы.



#### Виды электрических проводов и шнуров

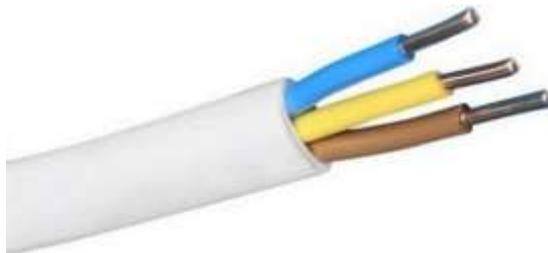
Для многих потребителей термины кабель и провод являются синонимами, но это не совсем так. Кабель — это сложное электротехническое изделие, как правило, с несколькими слоями изоляции и отдельной оболочкой для токоведущих жил. Электрические провода и шнуры намного проще по своим конструктивным характеристикам. Чаще всего они имеют один слой изоляции, редко два, а иногда выпускаются и вовсе без изоляционного слоя. Назначение у этих двух видов продукции тоже разное. Кабель предназначен для передачи тока большой мощности. Провода используются в сетях и устройствах с напряжением не более 380 В, хотя они могут выдерживать и более высокие значения.

Среди всего разнообразия такой продукции наибольшую популярность у потребителя завоевали следующие марки: ПБПП, ПБППг, АПУНП, ППВ, АПВ, ПВС и ШВВП. Эти электрические провода используются для различных целей: монтажа внутренних электрических сетей, подключения приборов и оборудования, заземления и во многих других случаях. Ниже мы рассмотрим конструктивные особенности и области применения этих самых востребованных на сегодняшний день марок электротехнической продукции.

#### Провод ПБПП

Это плоский электрический провод с двумя или тремя монолитными жилами из меди. Внешний защитный слой и изоляция проводников изготовлена из ПВХ. Площадь сечения проводников от 1,5 до 6 кв. мм. Температура эксплуатации изделия от  $-15$  до  $+50$  °С с напряжением в сети до 250 В. Электрический провод ПБПП (ПУНП) используется при монтаже систем освещения и питания розеток. Существуют модификации этого изделия: ПБППг и АПУНП. Буква «г» в

маркировке означает, что этот провод гибкий и его токоведущие проводники многопроволочные. Модификация с первой буквой «А» — это провод с алюминиевыми жилами.

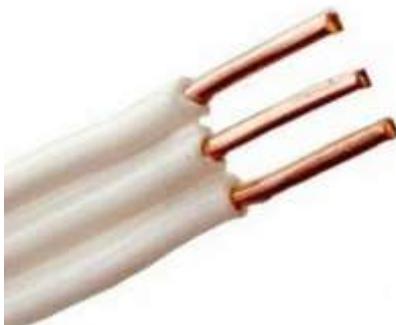


Провод ПБПП получил очень широкое распространение, так как он отлично подходит для подключения освещения, монтажа электрических розеток и выключателей, а также для решения других электротехнических задач. Это изделие поистине универсальный проводник электрического тока, который пользуется высокой популярностью за счет своего отличного качества. Провод ПБПП рекомендован для использования при проведении электромонтажных работ в частном доме, квартире или на даче.

В основном провода марки ПБПП всех модификаций применяются в домашних и бытовых сетях. Они отлично подходят для монтажа внутренней проводки, но все же не следует их использовать как замену силовым кабелям. При покупке этой продукции будьте осторожны, так как достаточно часто встречается неправильная маркировка проводов этих марок!

#### Провод ППВ и АПВ

Провод ППВ — это плоское электротехническое изделие с монолитными жилами из меди в ПВХ изоляции с перемычками между проводниками. Количество токоведущих проводников два или три с площадью сечения от 0.75 до 6.0 кв. мм. Температурный диапазон эксплуатации изделия от  $-50$  до  $+70$  °С с напряжением в сети до 450 В и влажностью воздуха до 100%. Провод можно использовать в сетях освещения, а также в силовых линиях. Модификацией этого электротехнического изделия является провод электрический АППВ с жилами из алюминия.



#### Контактные соединения проводов, кабелей и шин.

Современный монтаж – это работа по установке электрооборудования, соединения этого электрооборудования в единую систему и подключение его к внешним сетям, т.е. осуществление контактных соединений.

Электрический контакт – это соприкосновение деталей, обеспечивающий непрерывность эл. цепи.

Контактное соединение – конструктивный узел, образующий не размыкающий контакт.

Различают:

1. Неразборные соединения - не могут быть разобраны без разрушения одной из деталей (сварка, пайка)

2. Разборные (болтовые, винтовые)

3. Разъемные (разъемы, штепсельные вилки, розетки)

Надежность электрической установки в значительной степени определяется качеством электрического контакта.

В месте соприкосновения двух проводников возникает переходное сопротивление электрического контакта. Его величина зависит от:

- физических свойств соприкасающихся материалов
- силы сжатия в месте контакта
- площади соприкосновения
- состояние контактных поверхностей (загрязненности, окисления)
- температуры нагрева и т.д.

Под воздействием окружающей среды поверхность всех металлов покрывается окисными пленками

Медь на воздухе покрывается видимой окисной пленкой плохо проводящей электрический ток

Олово – покрывается тонкой неустойчивой окисной пленкой легко разрушается при сжатии контакта. Поэтому по условиям технологии монтажа для медных контактов обычно вводится предварительное лужение.

Особенно неблагоприятной с точки зрения надежности электрического контакта является поверхность алюминия

- тугоплавкая окисная пленка с высоким электрическим сопротивлением, температура плавления алюминия 570 С его окисной пленки 2000С

- низкий предел текучести: сильно затянутый болтами контактное соединение алюминиевых поверхностей с течением времени ослабевает, так как алюминий под действием высокого давления вытесняется в соседнюю зону.

- При соединении с медью и некоторыми другими металлами алюминий образует гальваническую пару, являясь в ней отрицательным электродом. В месте контакта возникает электрохимический процесс, при котором алюминий разрушается.

#### **Основные требования к электрическим контактам**

1.Механическая прочность. Смонтированные соединения, не работающие на растяжение, должны выдерживать осевые статические нагрузки не менее 30 % временного сопротивления разрыву целого проводника.

2.Электрическое сопротивление смонтированного соединения не должно превышать сопротивление целого участка соединяемых проводников, длина которого равна длине контактного соединения.

3.Устойчивость к электромеханической коррозии. Контактные поверхности покрывают третьим металлом, лаком или специальной защитной смазкой (кварцево-вазелиновая паста)

#### **Способы соединения и оконцевания проводов, кабельных жил и шин.**

- опрессовка
- болтовые, винтовые сжимы
- сварка
- пайка

В основу метода опрессовки медных и алюминиевых жил положен принцип местного взаимодействия трубчатой части наконечника или гильзы в тело проводящей жилы. Опрессовку ведут в специальных пресс-формах, которые приводятся в действие ручными клещами, механическими, гидравлическими или пиротехническими прессами.

Опрессовка может производиться двумя способами: местным выдавливанием и сложным обжатием.

Местное выдавливание производится 1,2 или 4-мя выдавливаниями в зависимости от материала жилы.

Надежность электрического контакта, выполняемого опрессовкой зависит от следующих факторов:

- правильного выбора инструмента, гильз, наконечников, размера самого контакта
- степени обжатия. Сильное обжатие вызывает «вытекания» металла и переходное сопротивление увеличивается. В многожильных проводах снижается механическая прочность соединения. При слабом обжатии контактное соединение имеет большое переходное сопротивление.

Медь

Многопроволочные жилы сечением до 2,5 мм<sup>2</sup> опрессовываются 2-мя способами:

- в кольцевых медных наконечниках
- в обойме из медной или латунной ленты (фольги)

Опрессовка однопроволочных или многопроволочных, жилы сечением 4 – 240 мм<sup>2</sup> производится в медных наконечниках (Т) или гильзах (ГМ).

Последовательность операций также, что и для алюминиевых, но здесь не требуется смазки кварцевазелиновой пастой.

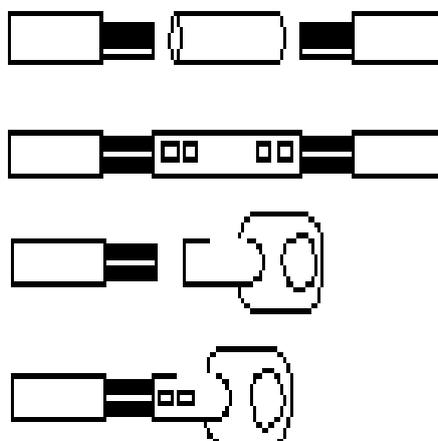
Алюминий

Алюминиевые жилы сечением до 10 мм<sup>2</sup> – опрессовываются алюминиевыми гильзами (ГАО)

Однопроволочные жилы сечением 25 – 120 мм<sup>2</sup> имеющие секторную форму перед опрессовкой предварительно скругляют с помощью специальных прессов.

При опрессовке соединений жил кабелей 6-10 кВ применяют меры для выравнивания электрического поля, симметрия которого нарушается в местах продавливания жил. Зоны сгущения линий электрического поля - очаги возникновения местных разрядов – пробой изоляции.

На гильзу накладывают экран из одного слоя полупроводящей бумаги, а лунки заполняют специальной массой.



### Болтовые и винтовые соединения

Эти соединения несколько дороже соединений опрессовкой, сваркой и пайкой и требуют постоянного контроля и периодического подтягивания в процессе эксплуатации.

В тоже время их выполнение не требует специальной аппаратуры и инструмента.

Используются:

- при подключении осветительной аппаратуры
- при выполнении ответвлений алюминиевых и медных проводов от магистрали
- при выполнении присоединений к контактным выводам электрооборудования
- контактные соединения шин (в настоящее время производятся как правило сваркой, особенно алюминиевые шины)

Для обеспечения надежности контакта при болтовых и винтовых соединениях загибают конец провода или жилы в виде кольца или используются алюминиевые или медноалюминиевые наконечники. Применяют пружинные шайбы, предохраняющие от выдавливания провода из-под головки винта или гайки (шайбы звездочки, п – образные шайбы). Контактные поверхности защищают (смазывают пастами- алюминий, или облуживают – медь).

### Сварка

Является одним из самых высокопроизводительных и экономичных видов механизации электромонтажных операций.

Сварка – это процесс получения неразъемного соединения твердых металлов осуществляемый за счет использования межатомных сил сцепления. Межатомное сцепление происходит при расплавлении металлов и последующем остывании (сварка плавлением), а также при сдавливании свариваемых элементов (сварка давлением)

Сварка применяется для оконцевания и соединения алюминиевых жил проводов и кабелей всех сечений. Для соединения алюминиевых жил с медными при сечении жил не более 10 мм<sup>2</sup>.

При электромонтажных работах применяют 3 вида сварки:

1. Электросварка контактным разогревом с помощью угольного электрода.
2. термитную сварку
3. газовую сварку

Первый вид используется для сварки жил сечением  $2,5 - 10 \text{ мм}^2$ . Используется понижающие трансформаторы с напряжением  $9 - 12 \text{ В}$  мощностью не менее  $2 \text{ кВА}$ . Жилы зачищают до металлического блеска и скручивают. После сварки - дорабатывают напильником, покрывают лаком и изолируют.

Многопроволочные алюминиевые жилы сечением  $16 - 240 \text{ мм}^2$  соединяют в 2 приема: сначала соединяют концы отдельных проволок в монолитный стержень а затем сваривают стержни между собой. Для сварки используют флюсы для защиты алюминия от окисления в процессе сварки. Флюс выпускают в виде порошков – перед использованием размешивают с водой до сметанообразной пасты и покрывают полученным раствором алюминий тонким слоем. Изоляцию жил от перегрева и обгорания защищают охладителями и асбестовой подмоткой.

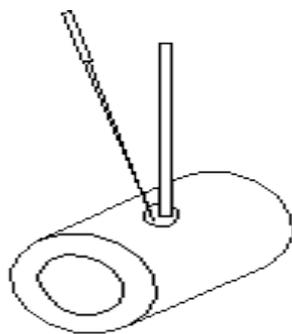
Термитная сварка. Применяется в тех случаях. Когда невозможно использовать электросварку из-за отсутствия электрической энергии. Чаще всего используют для соединения алюминиевых и стале алюминиевых проводов воздушных линий, для соединения жил кабелей в соединительных муфтах.

Для термитной сварки используют специальные термические патроны. Которые подбирают в зависимости от сечения свариваемых жил. Жилы зачищают обезжиривают, покрывают флюсом.

На концы жил насаживают специальные колпачки или втулки (для предохранения жилы от непосредственного контакта с патроном). Внутри поверхности цоколя покрывают мелом, устанавливают охладители и экраны.

Термитный муфель поджигается термитной спичкой и горит при температуре  $2800\text{C}$  обеспечивая расплавление алюминиевой жилы.

Газовая сварка производится в пропано - ацетилено или бензинокислородном пламени. Применяется для стыкового соединения и оконцевание жил сечением  $16-1500 \text{ мм}^2$



### **Пайка**

Пайку токопроводящих жил осуществляют расплавленным припоем, температура плавления которого ниже, чем у меди или алюминия.

Для пайки медных жил используют оловяно-свинцовый припой.

Для пайки алюминиевых жил используют цинково-алюминиевый припой.

Пайку производят с помощью пропан-бутановой горелки или бензиновой паяльной лампы. Пайку однопроволочных жил  $2,5 - 10 \text{ мм}^2$  можно выполнить с помощью паяльника.

Многопроволочные и однопроволочных жилы силовых кабелей  $1-35 \text{ кВ}$  сечением  $16-240 \text{ мм}^2$  соединяют поливом предварительно расплавленным припоем.

Для оконцевания жил используют такие же наконечники, что и при сварке, но их сечение выбирают на одну ступень больше, чем сечение жилы для лучшего прикосновения припоя.

### **Контактные соединения шин**

В электромонтажных производствах в различных конструкциях токопроводов применяют шины разнообразных профилей – прямоугольные, коробчатые, швеллерные, двутавровые, труб и т.д.

В качестве материала для шин используют: алюминий, алюминиевый сплав АД31, медь, сталь. Существует 2 способа соединений и ответвлений шин: сварка и различные болтовые соединения. (там где требуется по условиям монтажа разъемные соединения)

### Монтаж кабельных линий

Кабели применяются для передачи электрической энергии (силовые кабели), для проводной связи и сигнализации (кабели связи).

Силовые кабели изготавливаются на напряжение от 110 В до 220 кВ

Конструкции кабелей

1.Токопроводящие жилы (1,2,3,4,5-жильные)

Разделяются однопроволочные

многопроволочные

крупной, секторной, сегментной формы

2.Изоляция – обеспечивает электрическую прочность токопроводящей жилы относительно друг друга и заземленной оболочке

3.Экраны – для защиты внешних цепей от влияния электро магнитных полей токов проходящих по кабелю, для обеспечения симметрии электрического поля вокруг жил кабеля. Алюминиевая или медная фольга, полупроводящая бумага.

4.Оболочки – предохраняют внутренние элементы кабеля от разрушения влагой, кислотами и т.д. (в качестве материала используют алюминий, свинец, пластмасса, негорючая резина)

5.Защитные покровы – существуют трех видов: подушка, бронепокров, наружный покров.

Подушка – защита оболочки или экрана от коррозии и от повреждения лентами брони (битум, кабельная пряжа и т.д.)

Броня – ленточная или проволочная – защита от механических повреждений.

Наружный покров – защищает броню от коррозии (кабельная или стеклянная пряжа, битумный состав, полиэтиленовые шланги)

### Тема 9.4 Монтаж осветительной аппаратуры.

#### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды монтажа осветительной аппаратуры.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует основные виды монтажа осветительной аппаратуры.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться с устройством осветительной аппаратуры, принципом работы и схемой подключения. Произвести монтаж светильников. Контроль работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструменты, оборудование, технологические карты.
<b>Перечень расходных материалов</b>	Провода, светильники, лампы.

### Монтаж осветительной аппаратуры.

В состав работ по монтажу осветительных электроустановок входят выбор и разметка трасс электропроводок и мест установки светильников и установочных изделий, пробивные работы, крепежные работы, выполнение контактных соединений, испытания и сдача в эксплуатацию.

Пробивка борозд и сквозных отверстий в строительных конструкциях, устройство гнезд для щитов и установочных изделий, соединение жил проводов и кабелей должны выполняться специальным электроинструментом: бороздофрезами, электросверлами и др.

Для изгиба стальных труб применяют ручные трубогибы: механические (ТРТ-24) для труб диаметром до 24 мм и гидравлические (РТГ-2) для труб диаметром до 50 мм.

Соединение проводов и жил кабелей в гильзах и оконцевание наконечниками производится различными механическими, гидравлическими и электродвигательными прессующими механизмами. Наиболее широко применяют ручной механический пресс РМП-7М, гидравлические (ПГР-20, РГП-7М) и ручные (ПК-3М) клещи.

При электромонтаже широко используют электросверлилки для сквозных и глухих отверстий, клещи КСИ-2М для надрезания и снятия жильной изоляции с проводов, а также перекусывания жил.

Для повышения производительности труда при монтаже электропроводок применяют многооперационные инструменты.

#### Монтаж осветительных шинопроводов

Для четырехпроводной системы освещения напряжением 380/220 В на ток 25 А выпускается комплектный шинопровод ШОС-67. В комплект шинопровода входят прямые секции длиной 0,5; 1,5; 3 м, гибкие секции длиной 1 и 1,6 м для поворотов и изменения направления, вводная секция, штепсельные токоъемники и набор деталей для крепления шинопровода к конструкциям.

Монтаж состоит в соединении секций с помощью штепсельной розетки на одном конце секции и голых концов проводов, скрепленных в четырехполюсную вилку, — на другом.

Светильники присоединяются к шинопроводу с помощью ответвительных двухполюсных штепсельных соединений с заземляющим контактом.

#### Монтаж светильников

Монтаж светильников заключается в его укреплении и подсоединении проводов к питающей линии. Светильники массой до 10 кг навешиваются на крюк или шпильку с помощью кольца или скобы. Во взрывоопасных помещениях корпус светильника навинчивается на стальную трубу с помощью резьбы (с подмоткой на нее пеньки, смазанной олифой, суриком или белилами для герметизации соединения).

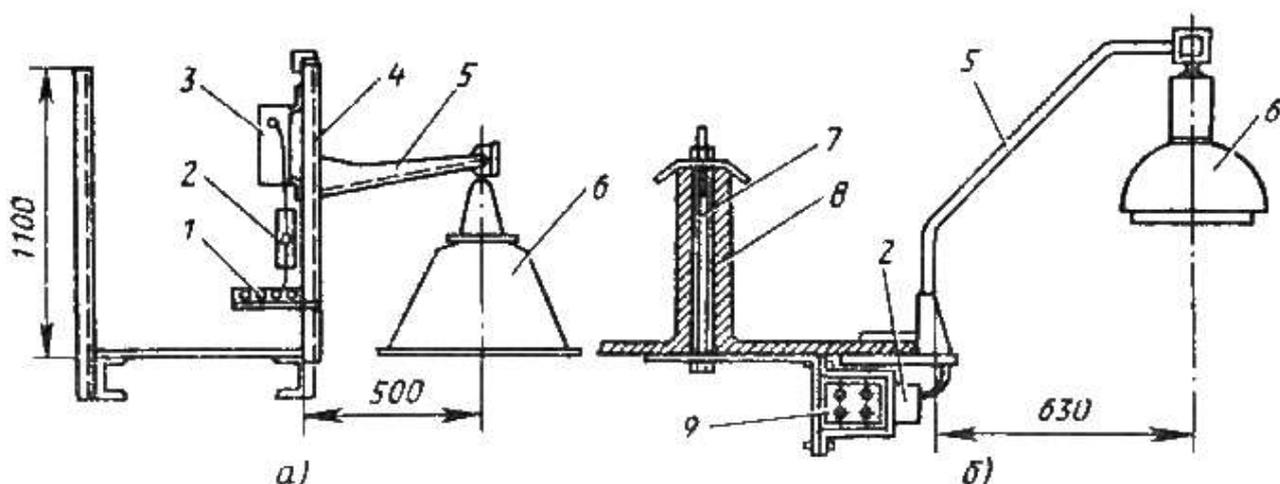


Рис. 1. Установка светильников на ограждении мостика (а) и на металлической ферме (б): 1 — кабели на лотке; 2 — штепсельный разъем; 3 - ПРА; 4 — ограждение мостика; 5 — кронштейн; 6 — светильник; 7 — подвеска К475; 8 — ферма; 9 — шинопровод ШОС.

При расположении светильника на стене, колонне и ферме его крепят с помощью кронштейнов заводского изготовления (рис. 1, а). Кронштейны снабжены штепсельным разъемом, розетка которого подсоединена к сети. На металлических и железобетонных фермах светильники

крепятся трубчатыми кронштейнами с вылетом 630 мм и подвесом различной длины с резьбой 3/4 (рис. 54,6).

При кабельной проводке светильник крепится на монтажном профиле двумя винтами М6, а при монтаже проводок в коробах используют специальные держатели, позволяющие подвешивать светильник в любом месте короба.

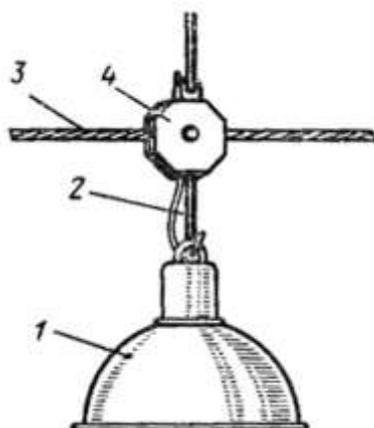


Рис. 2. Крепление светильника к тросовому проводу:

1 — светильник; 2 — крюк для подвеса; 3 — тросовый провод; 4 — ответвительная коробка У245.

При монтаже проводок на тросах светильники крепят с помощью крюка с ответвительной коробкой (рис. 2). Светильники наружного освещения подвешивают с помощью крюка или резьбы на кронштейнах из труб с вылетом до 3 м.

Корпусы светильников при открытой проводке заземляют с помощью гибких перемычек между нулевым проводом и заземляющим контактом светильника, а при прокладке защищенных изолированных проводов, кабелей, в трубах, введенных в корпус светильника, — соединением корпуса светильника с нулевым проводом непосредственно в светильнике (рис. 3).

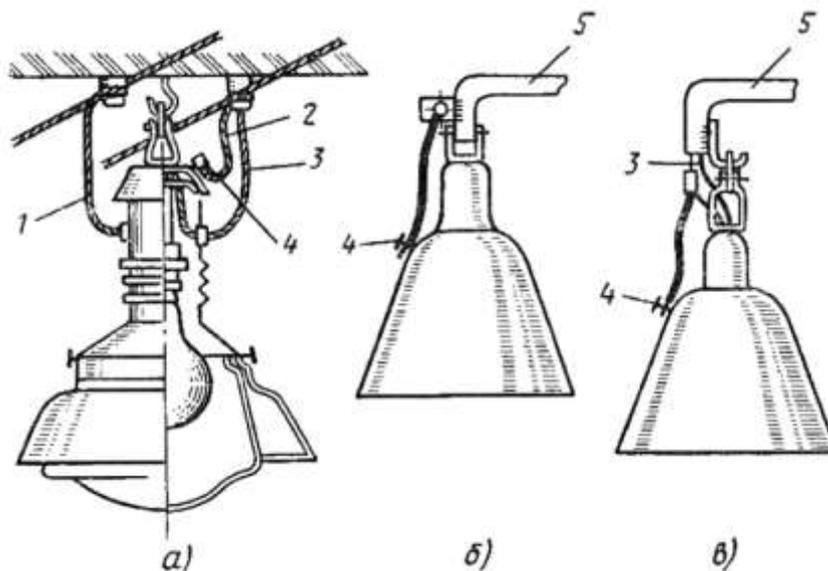


Рис. 3. Заземление арматуры светильников при открытой прокладке проводов в сетях с заземленной нейтралью (а), через стальную трубу (б), путем присоединения к нулевому проводу сети (в):

1 — фазный провод; 2 — заземляющий проводник; 3 — нулевой провод; 4 — винт заземления; 5 — стальная труба.

## Тема 9.5 Монтаж силового электрооборудования.

### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды монтажа силового электрооборудования.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует основные виды монтажа силового электрооборудования.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться с устройством силового электрооборудования, принципом работы и схемой подключения. Произвести монтаж силового электрооборудования. Контроль работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Техническая документация, принципиальные схемы, электромонтажный инструмент, мультиметр, средства индивидуальной защиты
<b>Перечень расходных материалов</b>	Соединительные провода, изоляционные изделия, крепежные материалы

### Монтаж силового электрооборудования.

Силовое электрооборудование представляет собой низко- и высоковольтные устройства, линии и вспомогательные изделия, предназначенные для производства, трансформации, передачи, распределения и преобразования электрической энергии в необходимый вид энергии. По назначению силовые установки бывают бытовые и промышленные. Характеризуют их и по напряжению – до 1000 В и выше. Они могут быть стационарной установки и мобильные. По конструкции они могут быть комплектными и индивидуальными. По месту расположения – отдельно стоящие и встроенные. Все они представляют при неумелом обращении опасность для человека. Их монтаж должен выполняться с учетом особых требований. Они могут монтироваться на существующих объектах, вновь строящихся, находящихся на ремонте.

Монтаж силового электрооборудования должен выполняться только электромонтажниками, специализирующимися на конкретном виде монтажа. Перечень работ, осуществляемый ими довольно обширный:

- монтаж силовых линий;
- установка внутренних систем электроснабжения;
- монтаж этажных и индивидуальных щитов, вводно-распределительных устройств, пунктов распределения;
- монтаж изделий и оборудования электроосвещения в помещениях и на улице;
- установка трансформаторных подстанций;
- установка резервных источников питания;
- подключение различного оборудования к электрическим сетям энергопередающих компаний.



Электропроводки делят на силовые и осветительные, магистральные и распределительные. Для ускорения процесса монтажа жгуты проводов для однотипных изделий изготавливают отдельно от устройств.

Жгут — это пучок проводов, уложенных и связанных между собой, оконцованных наконечниками для подсоединения к элементам схемы или изделия. В жгут объединяют прямые и обратные проводники с токами промышленной частоты согласно его схеме. Провода, используемые в высокочастотных устройствах, не объединяют в жгуты, так как при этом увеличивается емкость между проводниками.

Жгуты изготавливают с оболочкой для крепления и экранирования, а также без оболочки. Провода жгутов скрепляют биндом из хлопчатобумажных ниток, а для работы электросхемы в условиях повышенной температуры — стеклянными нитками с последующей пропиткой бинда воском или парафином, иногда их скрепляют лаком или клеем. Оболочки могут быть трубчатыми, ленточными, полосовыми и плетеными. Трубчатые оболочки могут быть мягкими и жесткими. Для мягких оболочек используются хлорвиниловые трубки, для жестких — алюминиевые, которые обеспечивают сохранность при значительных механических нагрузках. Кроме того, они выполняют функции электрического экранирования.

Изготовление жгутов включает следующие операции:

- подготовку проводов по типу, расцветке и сечению;
- отрезку проводов;
- укладку проводов в требуемом сочетании по шаблону;
- скрепление проводов вязкой или одеванием оболочки, прозвонку и маркирование, оконцевание проводов и контроль жгута.

При установке внутри и снаружи зданий и сооружений осветительные и силовые электропроводки напряжением до 1000 В выполняют изолированными проводами различных марок и сечений, а также небронированными кабелями с резиновой изоляцией сечением до 16 м<sup>2</sup>.

Требования к монтажу электропроводки:

- 1) в помещениях без повышенной опасности поражения электрическим током провода должны располагаться на высоте не менее 2 м, а в помещениях с повышенной или особой опасностью — не менее 2,5 м от пола;
- 2) провода прокладывают по верхней части стены на расстоянии 150—200 мм от потолка, а провода к светильникам общего освещения — по потолку;
- 3) если высота помещения не позволяет выдержать указанные размеры, то провода прокладывают в трубах или скрыто в толще стен помещения. Указанное требование не распространяется на спуски проводов к выключателям освещения и розеткам в помещениях без повышенной опасности поражения электрическим током.

Правила монтажа:

- 1) в одной трубе (коробе или лотке), замкнутом канале строительной конструкции запрещается совместная прокладка взаиморезервируемых цепей, цепей аварийного и рабочего освещения, цепей освещения и силовых, осветительных цепей напряжением до 42 В с цепями напряжения выше 42 В;

2) в сухих и влажных помещениях при несгораемых конструкциях допускаются все виды проводок. В пыльных, сырых и особо сырых помещениях не допускается проводка на роликах;

3) в особо сырых помещениях и в помещениях с химически активной средой нельзя прокладывать провода в пластмассовых трубах, под штукатуркой и на роликах;

4) в пожароопасных помещениях не допускается прокладывать провода в пластмассовых трубах, на тросах и тросовым проводом, на роликах, а при сгораемых конструкциях — под штукатуркой и в винилпластовых трубах;

5) все жилы гибких проводов и кабелей (включая заземляющую) должны быть в общей оболочке, оплетке или иметь общую изоляцию. Изоляция проводов и кабелей должна соответствовать номинальному напряжению сети;

6) при выборе проводов для электропроводок учитывают их механическую прочность. Например, для алюминиевых проводов приняты наименьшие сечения для вводов к потребителям и проводки к электросчетчикам — 4 мм<sup>2</sup>, для проводов на изоляторах, расстояния между которыми до 6 м — 4 мм<sup>2</sup>, до 12 м — 10, до 25 м — 16 мм<sup>2</sup>;

7) в местах, где возможны механические повреждения электропроводки, открыто проложенные провода и кабели должны быть защищены оболочками или трубами, коробами, ограждениями.

Монтаж электропроводок производят строго по проектной документации, в которой расписаны марки проводов и кабелей, места установки электрооборудования и светильников, пусковые и выключающие аппараты, места проходов через перекрытия или стены, трасса проводки и т.д.

Монтаж электропроводки предполагает выполнение следующих операций:

- 1) разметка;
- 2) установка роликов, изоляторов, скоб;
- 3) пробивка борозд и т.д.;
- 4) прокладка проводов;
- 5) соединение проводов;
- 6) монтаж электроустановочных изделий, квартирных щитков, светильников и т.д.;
- 7) оконцевание проводов и присоединение их к электроприемникам;
- 8) выполнение измерений;
- 9) сдача в эксплуатацию.

После окончания монтажных работ собирают всю схему электропроводки, проверяют правильность соединений, полностью испытывают собранные схемы управления и сигнализации. Измерения и опробование электропроводки, произведенные персоналом монтажных организаций в процессе монтажа, а также наладочным персоналом непосредственно перед вводом в эксплуатацию, оформляются соответствующими актами и протоколами. Рассмотрим по порядку каждую из вышеназванных операций. Разметку выполняют до начала производства штукатурных, окрасочных и других отделочных работ. При этом учитывается удобство пользования и обслуживания проводки во время эксплуатации при соблюдении правил электро- и пожарной безопасности.

Разметка трассы и основных осей размещения электрооборудования и светильников производится следующим образом: на полу или потолке наносят отметки в виде черной полосы шириной 10—12 мм и длиной 120—150 мм.

Разметку производят с помощью рулеток, а линии отбивают шнуром, окрашенным синькой или сухой охрой. Натянутый шнур оттягивают и резко отпускают для удара по поверхности. Место расположения крепежных деталей отмечают поперечными рисками на отбитой линии. Трасса для открытых электропроводок должна быть параллельна линиям строительных конструкций.

При разметке определяют места размещения переходных коробок, крепления электропроводок, отверстий для проводов, кабелей, труб и ниш для щитков. После этого уточняют размеры элементов электропроводки и их конфигурацию. На заготовительном участке в соответствии с натурными замерами трасс проводят раскрой проводов для каждого участка трассы.

Концы проводов и кабелей нужно подготовить для соединений, ответвлений и присоединений к оборудованию (светильникам): их очищают от изоляции, проверяют схемы соединений и

маркируют электропроводку. Подготовленные участки электропроводок монтируют на месте прокладки с помощью различных креплений.

Для того чтобы защитить провода от механических повреждений, в отверстия для их прохода сквозь деревянные или кирпичные внутренние стены дома и межэтажные перекрытия (см. рис.) закладывают отрезки металлических или изоляционных труб соответственно.

Концы труб должны выступать на 10 мм из стен и потолков, а верхний конец трубы, проложенной сквозь перекрытие, должен возвышаться не менее чем на 1,5 м над полом второго этажа.

Концы труб с обеих сторон оформляют фарфоровыми или пластмассовыми втулками. В них закладывают трубку из хлорвинила или полутвердой резины диаметром около 15 мм и такой длины, чтобы ее концы выступали из втулок на 10 мм. Затем сквозь трубку прокладывают провод.

При этом соединения и ответвления проводов разрешается выполнять только внутри ответвительных коробок. Трассы прокладывают по кратчайшему расстоянию между соединяемыми приборами, параллельно и перпендикулярно стенам, перекрытиям и колоннам, с минимальным количеством поворотов, пересечений с технологическими коммуникациями и наименьшим числом разъемных соединений труб; подальше от технологического оборудования, подвергаемого частым разборкам, от мест, опасных для обслуживающего персонала, где возможны нагрев до температуры свыше 60 градусов и механические и химические повреждения; в местах, удобных для монтажа, обслуживания и ремонта.

Трассы прокладки пластмассовых труб и небронированных кабелей на открытых конструкциях и наружных установках выбирают с учетом защиты их элементами зданий, эстакад от действия прямых солнечных лучей. Когда направления трубных проводок и других электрических сетей совпадают, рекомендуется выполнять их совмещенными, если это допустимо по условиям совместной прокладки, в общих каналах, тоннелях и на эстакадах.

Радиусы изгиба труб должны быть не менее 10 наружных диаметров кабеля при температуре до  $-40^{\circ}\text{C}$ , для районов с пониженными температурами до  $-50^{\circ}\text{C}$  допустимый радиус изгиба должен быть не менее 20 наружных диаметров кабеля. При совместной прокладке технологических труб и электрических проводок по установленным сборным конструкциям кабеля располагают ниже труб.

Расстояние между коробами и трубопроводами с горячими жидкостями или газами должно быть: при параллельной прокладке — до трубопроводов, проходящих с любой стороны, не менее 250 мм; при пересечении — до трубопроводов, проходящих под коробами или с их боков, не менее 100 мм; над ними — не менее 250 мм.

По стенам, колоннам, перекрытиям наносят линию трассы, затем размечают места крепления и установки поддерживающих конструкций и других элементов трассы, проверяют правильность разбивки трассы на соответствие ее проекту.

В качестве межэтажных перекрытий в жилых и гражданских зданиях применяют многопустотные железобетонные панели. Пустоты этих панелей часто используются для прокладки в них проводок. В местах, где требуется вывод проводов к светильнику, и для его крепления на нижнем этаже пробивают проходы. Отверстия размечают так, чтобы они по возможности приходились по центру пустот панели. Для этого надо ознакомиться с размерами конструкций, имея в виду, что панели стандартные. В каждом отдельном случае необходимо предварительно проверить эти расстояния на панелях, примененных на данном объекте, после чего приступить к разметке.

Борозды для скрытой электропроводки пробивают в кирпичных, бетонных и гипсолитовых строительных конструкциях. Пробивка борозд в железобетоне, как правило, недопустима. Для образования борозд шириной 8 мм и глубиной 20 мм в гипсолите или кирпиче применяют бороздодел, в котором рабочим инструментом служит дисковая фреза — стальной диск с пластинами из твердого сплава, расположенными радиально в виде зубьев. Каждая пластинка имеет задний угол резания  $15^{\circ}$ . К работе приступают после выполнения разметки борозд, проверки исправности бороздодела опробованием его работы вхолостую. При работе ручку включения удерживают правой рукой. По мере наполнения пылесборника его очищают. Большого поперечного размера борозды пробивают электрическим или пневматическим молотком или ручным перфоратором. Для получения борозд правильной формы после предварительной разметки

бороздоделом намечают контурные линии, а затем пробивают среднюю часть молотком или ручным перфоратором.

## Тема 9.6 Монтаж заземляющих устройств.

### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды монтажа заземляющих устройств.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует основные виды монтажа заземляющих устройств.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться с устройством заземляющих устройств, принципом работы и схемой подключения. Произвести монтаж заземляющих устройств. Контроль работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Техническая документация, принципиальные схемы, электромонтажный инструмент, мультиметр, средства индивидуальной защиты
<b>Перечень расходных материалов</b>	Соединительные провода, изоляционные изделия, крепежные материалы

### Монтаж заземляющих устройств.

Защитное заземление - это преднамеренное соединение с землей металлических частей электроустановки, не находящихся под напряжением (рукояток приводов разъединителей, кожухов трансформаторов, фланцев опорных изоляторов, корпусов измерительных трансформаторов и т.п.).

Монтаж заземляющих устройств состоит из следующих операций: установки заземлителей, прокладки заземляющих проводников, соединения заземляющих проводников друг с другом присоединения заземляющих проводников к заземлителям и электрооборудованию.

Вертикальные заземлители из угловой стали и отбракovaných труб погружают в грунт забивкой или вдавливанием, из круглой стали — ввертыванием или вдавливанием. Эти работы выполняют с помощью механизмов и приспособлений, например: копра (забивка в грунт), приспособления к сверлилке (ввертывание в грунт стержневых электродов), механизма ПЗД-12 (ввертывание в грунт электродов заземления).

Для устройства заземления наиболее распространены электрозаглубители, имеющие стандартную электросверлилку и редуктор, понижающий частоту вращения ниже 100 об/мин и соответственно увеличивающий крутящий момент на ввертываемом электроде. При пользовании этими заглубителями к концу электрода приваривают наконечник-забурник, обеспечивающий рыхление грунта и облегчающий погружение электрода. Выпускаемый промышленностью наконечник представляет собой заостренную на конце и изогнутую по винтовой линии стальную полосу шириной 16 мм. В монтажной практике применяются и другие типы наконечников для электродов.

При устройстве заземления вертикальные заземлители должны закладываться на глубину 0,5 - 0,6 м от уровня планировочной отметки земли и выступать от дна траншеи на 0,1 - 0,2 м. Расстояние между электродами 2,5 - 3 м. Горизонтальные заземлители и соединительные полосы между вертикальными заземлителями укладывают в траншеи глубиной 0,6 - 0,7 м от уровня планировочной отметки земли.

Все соединения в цепях заземлителей выполняют сваркой внахлестку; места сварки покрывают битумом во избежание коррозии. Траншеею роют обычно шириной 0,5 и глубиной 0,7 м. Устройство внешнего заземляющего контура и прокладку внутренней заземляющей сети производят по рабочим чертежам проекта электроустановки.

Вводы в здание заземляющих проводников выполняют не менее чем в двух местах. После монтажа заземлителей составляют акт на скрытые работы, указывая на чертежах привязки заземляющих устройств к стационарным ориентирам.

Заземляющие магистральные проводники прокладывают по стенам на расстоянии 0,5—0,10 м от поверхностей на высоте 0,4—0,6 м от уровня пола. Расстояние между точками крепления 0,6—1,0 м. В сухих помещениях и при отсутствии химически активной среды допускается прокладка заземляющих проводников вплотную к стене.

Заземляющие полосы к стенам крепят дюбелями, которые пристреливают строительным монтажным пистолетом либо непосредственно к стене, либо через промежуточные детали. Широко применяют также закладные детали, к которым приваривают полосы заземления. Пистолетом типа ПЦ можно пристреливать детали из листовой или полосовой стали толщиной до 6 мм в основания из бетона (марки до 400), кирпича и др.

В сырых, особо сырых помещениях и в помещениях с едкими испарениями (с агрессивной средой) заземляющие проводники приваривают к опорам, закрепленным дюбелями-гвоздями. Для создания зазора между заземляющим проводником и основанием в таких помещениях используют штампованный держатель из полосовой стали шириной 25 - 30 и толщиной 4 мм, а также кронштейн для прокладки круглых заземляющих проводников диаметром 12 - 19 мм. Длина нахлестки при сварке должна быть равна двойной ширине полосы для прямо угольных полос или шести диаметрам для круглой стали.

К трубопроводам заземляющие проводники присоединяют при наличии на трубах задвижек или болтовых фланцевых соединений выполняют обходные перемычки.

Части электроустановок, подлежащие заземлению, присоединяют к заземляющим магистралям отдельными ответвлениями. Стальные заземляющие проводники присоединяют к металлоконструкциям сваркой, к оборудованию - под возможно, сваркой. заземляющий болт или, где проводники присоединяют к медными проводниками с креплением проволочным бандажом и пайкой. Вокруг подстанции обычно делают общий заземляющий контур, к которому приваривают заземляющие проводники внутренней части подстанции. Отдельные элементы электрооборудования присоединяют к заземляющим проводникам параллельно, а не последовательно, иначе при обрыве заземляющего проводника часть оборудования может оказаться незаземленной.

На подстанциях заземляют все элементы электрооборудования и металлические конструкции. Силовые трансформаторы заземляют гибкой перемычкой, изготовленной из стального троса. Перемычку с одной стороны приваривают к заземляющему проводнику, с другой - присоединяют к трансформатору с помощью болтового соединения. Разъединители заземляют через раму, плиту привода и опорный подшипник; корпус вспомогательных контактов — присоединением к шине заземления.

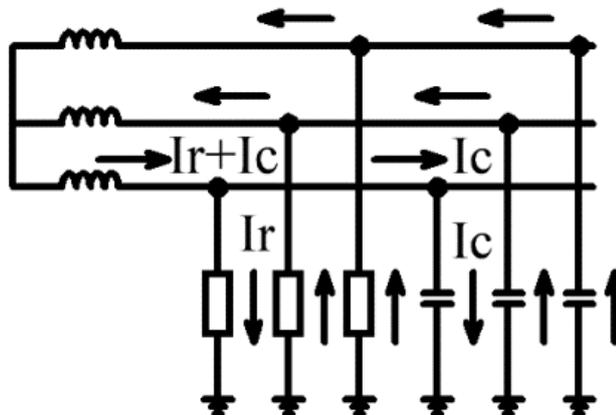
Если разъединители и приводы смонтированы на металлических конструкциях, то заземление выполняют путем приваривания к ним заземляющего проводника.

Предохранители на 6 - 10 кВ заземляют путем присоединения заземляющего проводника к фланцам опорных изоляторов, раме или металлической конструкции, на которой они установлены.

#### Заземление силового оборудования и цеховых сетей

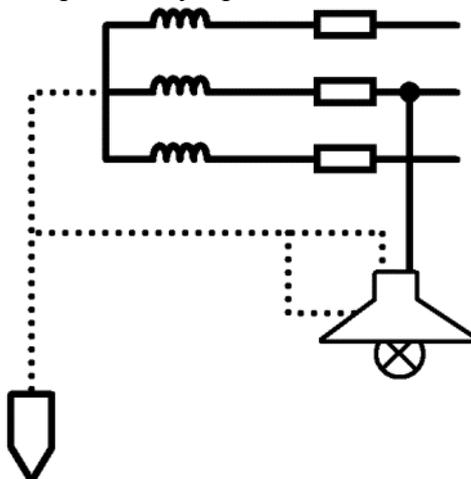
Для чего заземляются электроустановки, какую опасность для людей представляют не заземленные цепи, и наконец, в каких случаях и как в промышленности выполняется заземление? На эти и другие вопросы даст ответ наша статья. Вы узнаете, каким образом устанавливаются заземлители, как прокладываются для них проводники в различных условиях; что запрещено, а что разрешено использовать для устройства защитного заземления. Мы поговорим о нюансах заземления оболочек кабелей, и том как выполняется прокладка проводников в сухих и сырых помещениях.

Несмотря на то, что проводники электрических сетей изолированы электрически между собой и от земли, емкостным токам изоляция проводников препятствовать не может, ведь электросеть и земля образуют собой обкладки протяженного конденсатора, между которыми неизбежно протекает емкостный ток. То есть всегда имеет место паразитная электрическая цепь, которая через эту емкость замкнута на землю. Поэтому, при случайном контакте, при прикосновении даже к изолированному проводнику, человек подвергается опасности поражения током.

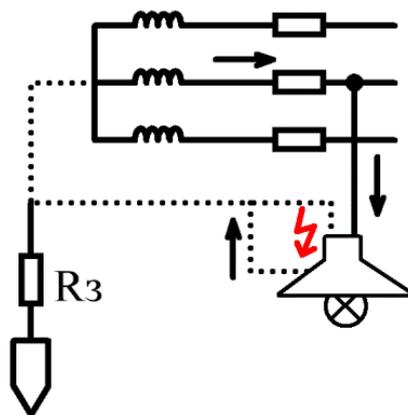


Безусловно, повреждения проводов, находящихся под высоким переменным потенциалом, представляют для людей гораздо большую опасность, однако для предохранения от последствий замыкания на токопроводные корпуса оборудования, сами эти кожухи предварительно соединяются с землей при помощи заземлителей.

В различных промышленных электрических установках на напряжение до 1000 вольт с глухозаземленным нулем однофазного источника, либо с заземленной нейтралью, так же как и в потребителях постоянного тока с глухозаземленной нулевой точкой, выполняют зануление, чтобы в случае аварии размыкание происходило бы автоматически и при том максимально быстро. Скорость срабатывания зависит от выбранного устройства защиты.



С этой целью части оборудования, которые случайно могут попасть под высокое напряжение в аварийной ситуации, зануляют, соединяют с заземленным нулевым проводником сети. Например если на корпус осветительного прибора произойдет замыкание, и корпус при этом занулен, то автоматически сработают предохранители, и напряжение с цепи будет мгновенно снято. ПУЭ предписывают выполнять монтаж большинства установок на 380 и 220 вольт с глухозаземленной нейтралью (непосредственно присоединенной к заземляющему устройству).



В электрических установках с рабочим напряжением до 1000 вольт с изолированной нейтралью, и всегда, когда рабочее напряжение выше 1000 вольт, выполняют заземление, смысл которого — снизить ток, могущий протечь через человека, до ничтожно малой величины. Это достигается заземлением частей оборудования, причем заземляющее устройство обязано иметь сопротивление значительно меньшее, чем у организма человека, который обладает в свою очередь сопротивлением в диапазоне 800 Ом - 100 кОм, что зависит от множества факторов, физиологических в том числе (состояние здоровья, обувь, одежда и т.д).

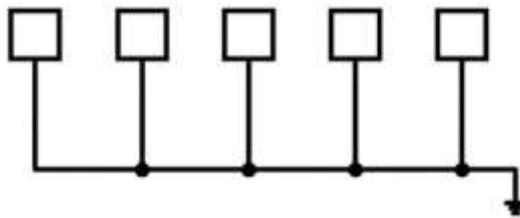
В электрооборудовании с изолированной нейтралью и классом не превышающим 1000 вольт, сопротивление цепи заземления не должно превышать 4 Ома, а для установок с заземленной нейтралью: для 660 В — не более 2 Ом, для 380 В — не более 4 Ом, и для 220 В — не более 8 Ом. Для высоковольтного оборудования, номиналом от 3000 до 35000 вольт, сопротивление устройств заземления рассчитывается по формуле  $125/(\text{ток в землю при замыкании})$ , при этом нормирован максимум в 10 Ом.

Если заземление выступает общим для оборудования различного класса напряжения, то его сопротивление должно быть меньше или равно крайним верхним значениям, иначе защита не даст требуемого эффекта в плане безопасности в силу существенного падения напряжения на элементах оборудования.

Электроустановки переменного трехфазного тока на 380 и более вольт; оборудование постоянного тока на 440 и более вольт, всегда выполняются с занулением или заземлением. В цехах особой опасности, а также в открыто стоящих установках переменного напряжения от 42 вольт, и в оборудовании постоянного напряжения от 110 вольт, — тоже всегда делают зануление или заземление. Взрывоопасное оборудование без вариантов зануляются или заземляются, независимо от уровня рабочего напряжения, поскольку любая случайно возникшая искра или нагрев могут привести к трагедии.

Зануляют или заземляют внешние элементы трансформаторов, двигателей и генераторов, осветительных приборов, различных аппаратов, а также приводы, измерительные обмотки токовых трансформаторов, внешние оболочки щитов, подвижные и съемные элементы конструкций с установленным внутри них электрическим оборудованием, муфты кабелей и другие кабельные конструкции, проводящие оплетки как проводов, так и кабелей, проводящие трубы для защиты электропроводки, каркасы шинпроводов, тросы и т. п. Это касается как стационарного, так и мобильного электрического оборудования, и то и другое встречается в промышленности.

Но есть случаи, когда заземление не обязательно. Так, не делают зануления и не заземляют корпуса оснащенные дополнительной изоляцией, и корпуса тех электрических потребителей, которые имеют подключение к сети не напрямую, а через изолирующий трансформатор. Допускается не делать вообще зануление и не заземлять корпуса, установленные непосредственно на уже зануленных или заземленных проводящих конструкциях при надежном между ними контакте. Это не предмет данной статьи, но подобные меры защиты при косвенном прикосновении призваны защитить электроустановки.



Каждый из зануляемых или заземляемых элементов составного электроприемника соединяется с сетью зануления или заземления своим персональным отводом. Запрещено включать части защищаемой установки последовательно между собой и затем в защитный нулевой или в заземляющий проводник.

Тем не менее несколько различных конструкций, например обрамлений кранов и рельсов, можно подключить последовательно, если они непосредственно используются в роли нулевых защитных или заземляющих шин, либо если сами являются зануляющими или заземляющими магистралями. Каждый болт зануляющей или заземляющей магистрали фиксирует, тем не менее, один индивидуальный проводник.

Когда человек работает с электроинструментом, он все равно касается проводящего корпуса, и при проблемах с изоляцией, корпус иногда может попасть под сетевое напряжение, представляющее опасность для рабочего. Монтажный электроинструмент нередко запитывают от щитка, где в качестве устройств защиты выступают плавкие вставки, срабатывающие, однако, лишь при значительном токе. Но сопротивление провода в петле замыкания играет против нас, и срабатывание защиты может занять более секунды, а это уже опасно для человеческого организма.

Чтобы избежать риска, применяют автоматические устройства защитного отключения, которые успевают срабатывать не более чем за 210 мс после момента замыкания на землю или на корпус.

Защитные устройства данного рода бывают разных видов: для контроля непрерывности заземляющей цепи, для контроля изоляции фаз (от земли), для защиты от попадания фазного тока на корпус, для защиты от двухфазных или однофазных замыканий с землей, для защиты от прямого прикосновения к уязвимым для тока элементам корпуса. Устройства с контролем ТНП типа С-901 и ИЭ-9807, обладают чувствительностью в 10 мА, а время их срабатывания менее 51 мс. Такие устройства не дают току успеть причинить вред человеку.

С целью заземления электроустановок прежде всего применяют естественные заземлители, у которых сопротивление растеканию удовлетворяет ПУЭ. Это может быть железобетонный фундамент здания, закопанная труба водопровода, обсадная труба и т.п. Заземлять электрическое оборудование о трубопроводы с транспортируемым по ним горючим, о чугунные трубы, о временные трубопроводы запрещено.

В первую очередь в качестве нулевых и заземляющих проводников функционируют стандартные рабочие нулевые проводники; проводники специального назначения; проводящие конструкции зданий и части сооружений производственного профиля, например шахты лифтов, рельсы под кранами и т.п., разнообразные трубопроводы, оболочки мощных кабелей, коробка электропроводок.

Запрещено использовать как заземляющие проводники: оболочки изолирующих трубок, гофры, несущие тросы, оболочки свинцовые и защитную броню проводов и кабелей, ведь они сами должны грамотно заземляться. Электроустановки и проводящие элементы строительной инфраструктуры, а также всевозможные трубопроводы, подключают к сети зануления или заземления чтобы выравнивать их потенциал. Хватает естественного контакта металлов в соединениях.

Если все же требуется искусственный заземлитель, то применяют заглубленные, горизонтальные и вертикальные промышленные заземлители. Для их изготовления типично применяют круглого сечения сталь, от 10 до 16 мм в диаметре, чаще полосовую сталь 40 на 4 мм, либо угловую 50 на 50 на 5 мм. Вертикальные имеют длину от 2,5 до 5 метров, их ввинчивают (до 5 метров) или забивают (до 3 метров) вглубь грунта вручную или при помощи электрического или иного специального инструмента.

Электроустановки, связанные с землей, обладающей удельным сопротивлением превышающим 200 Ом-м, заземляют углубленным заземлителем или дополнительно обрабатывают землю с целью повысить электропроводность — для вертикальных заземлителей укладывают попеременными слоями  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  или  $\text{NaNO}_3$  и землю, и диаметр такой обработки составляет пол метра на одну треть высоты стержня в верхней его части. По завершении укладки каждого из слоев, их поливают поочередно водой.

Если поблизости есть участки земли с более высокой проводимостью, прибегают к выносным заземлителям с использованием дополнительных кабелей или проводов. В условиях вечной мерзлоты заземлители устанавливают в талых зонах, водоемах, а также в буровых скважинах по типу артезианских.

В качестве материала стационарных проводников для заземления традиционно служит сталь, если конечно для этого не используется четвертый нулевой проводник трехфазной системы (медный). В таблице приведены минимальные размеры для нулевых и заземляющих проводников, включая стальные заземлители. При напряжении электроустановки с изолированной нейтралью от 1000 вольт, сопротивление заземляющих проводников не может, согласно ПУЭ, превышать сопротивления фазных более чем в 3 раза. Минимально разрешенные значения сечений указаны в таблицах.

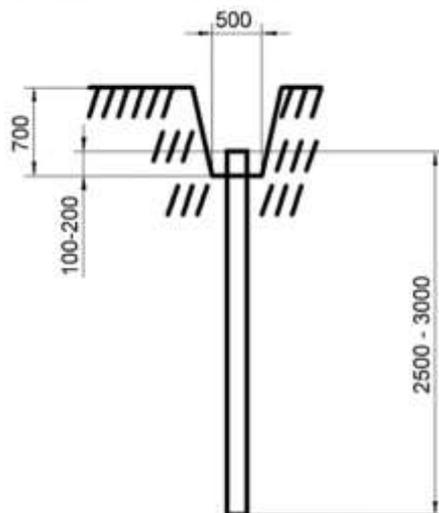
Для электроустановок напряжением до 1000 вольт, в промышленных помещениях, в цехах, применяют магистраль заземления, стальную шину сечением не меньше 100 кв.мм, а при напряжении более 1000 вольт, минимальное сечение для нее составляет 120 кв.мм. Использовать металлоконструкции, трубопроводы, оборудование, как рабочий нулевой проводник запрещено.

Мобильные электроустановки для зануления или заземления используют индивидуальный проводник в виде жилы в составе кабеля, в одной оболочке, общей и для фазных проводников, того же сечения, что и фазные жилы.

Для заземления и в качестве защитных нулевых проводников на взрывоопасном оборудовании, на опасных производствах, применяют специализированные проводники. Использовать можно и металлоконструкции, стальные трубы, оболочки кабелей и т. д., но только как вспомогательную меру, прежде всего должен присутствовать специальный заземляющий проводник.

Для взрывоопасных установок с глухозаземленной нейтралью при напряжении до 1000 вольт, зануление силовых сетей выполняется дополнительно проложенным проводником: четвертым — для трехфазных сетей, и третьим — для двухфазных и однофазных сетей. Даже осветительные однофазные сети во взрывоопасных зонах класса В-1 оснащены третьим защитным проводником.

Когда естественные конструкции не удовлетворяют требованиям ПУЭ, не остается другого выхода, кроме как возводить искусственные заземлители.



Углубленные заземлители монтируют, укладывая их на дно котлована еще при начале монтажа фундамента сооружения, на этапе строительства. Вертикальные заземлители забивают или просто вдавливают, загоняя в грунт при помощи специальных приспособлений, таких как автоматические коперы или гидропрессы. Закладка верха делается на отметке от 0,6 до 0,7 метров

ниже уровня отметки земли, а высота выступа от дна котлована — 0,1 — 0,2 метра. Это делается для того, чтобы затем было удобно приваривать соединительные проводники в виде полос или цилиндрические стержни.

Соединяются проводники в цепях заземлителей путем сварки внахлестку. Если грунт агрессивен и может привести к коррозии металла, то сечение заземлителей увеличивают, применяют как стойкую к коррозии альтернативу омедненные или оцинкованные заземлители, а для большей надежности добавляют антикоррозийную электрическую (катодную) защиту.

Защита асбестовыми трубами добавляется к горизонтальным заземлителям, если они пересекают подземные коммуникации, железнодорожные пути и другие сооружения, могущие способствовать причинению механических повреждений какой-нибудь из пересекающихся конструкций. Когда монтаж окончен, и котлован готов к окончательной засыпке, составляется обязательный акт, где юридически фиксируется, что осуществлена скрытая прокладка.

Нулевые защитные и заземляющие проводники должны по возможности быть легко доступными для диагностики и осмотра. Это, конечно же, не касается жил и оболочек кабелей, труб скрытой проводки и металлических конструкций, которые изначально находятся в фундаментах и в земле, нулевых и заземляющих проводников, смонтированных в скрытых необслуживаемых и несменяемых трубах.

Если помещение сухое, то заземляющие проводники прокладывают прямо по кирпичному или бетонному основанию, проводящие полосы шин крепятся к нему дюбелями. В сырых же помещениях необходимы прокладки или держатели, чтобы проводник располагался на расстоянии в 1 см от основания или более.

На прямых поверхностях основания проводники закрепляют на расстоянии 60 — 100 см между крепежными элементами, а на поворотах — с отступом в 100 см от угла и от мест ответвлений, на расстоянии 40 — 60 см от пола, и не менее 5 см от съемных канальных перекрытий. Чтобы проложить заземляющий проводник сквозь стену, применяют гильзы или монтажные проемы, а в местах пересечения температурных швов добавляют компенсаторы.

К металлическим элементам установок заземляющие проводники приваривают, исключением являются разъемы, служащие для измерений. Нахлестку при сварке делают по длине равной шестикратному диаметру круглого проводника или равной приблизительно ширине полосы.

Корпусы машин традиционно имеют специальный болт для фиксации заземляющего проводника, а установленные на салазках станки заземляются присоединением проводника прямо к салазкам. Если оборудование вибрирует при работе, то дополнительно устанавливают контргайку. Прежде чем соединить контактные поверхности, их до блеска зачищают и наносят тонким слоем немного вазелина.

Трубопроводы, примененные как заземлители, иногда оснащены задвижками, встречаются на них и водомеры, и фланцы, в таких местах нужны обходные перемычки площадью сечения от 100 кв.мм, которые приваривают или устанавливают при помощи хомутов.



Нулевые защитные и заземляющие проводники, смонтированные открыто, специально маркируются, чтобы можно было их отличить от других коммуникаций, - желтая полоса на зеленом фоне. Места для присоединения переносных заземлителей не окрашивают.

Броню контрольных и силовых кабелей, их металлические оплетки, заземляют. Заземляют также концевые и соединительные муфты кабелей, проводящие кабельные сборки, короба, лотки и тросы крепления кабелей. Стальные трубы, внутри которых в зданиях прокладывают кабели, - тоже заземляются.

Гибкими многопроволочными медными проводниками обеспечивают контакт оболочки и брони с концевыми и соединительными муфтами. На концах линий эти проводники соединяют с магистралями заземления. Сечения гибких проводников, в соответствии с сечением проводящей

жилы кабеля, принимаются равными: 6 кв.мм для сечения жилы кабеля до 10 кв.мм, 10 кв.мм для кабеля 16-35 кв.мм., 16 кв.мм для 50-120 кв.мм и 25 кв.мм для 150-240 кв.мм.

Для обеспечения непрерывности заземляющей цепи кабелей, на местах стыковки соединительными свинцовыми муфтами, применяют пайку: с одного конца кабеля к броне припаивается проводник заземления, затем проводник заземления припаивается к центру муфты, далее - к броне конца следующего куска кабеля. Для заземления проводящих коробов и лотков монтаж осуществляют аналогичным образом, - минимум в паре мест с обоих концов линии делают припайки.

Если кабель проложен на тросах, то все проводящие части, включая и сам трос, заземляются. Применяемые для заземления стальные трубы надежно соединяются с нулевым проводом либо с заземляющим устройством.

Для сохранения в безопасности людей, выполняющих обслуживание, а также для защиты свинцовой или алюминиевой оболочки кабеля, на случай пробоя изоляции на землю, заземляют всю металлическую оболочку и броню кабеля, проводящие корпуса муфт и опорных конструкций.

## Тема 9.7 Контроль за исправностью и безопасным состоянием электрооборудования.

### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды контроля за исправностью и безопасным состоянием электрооборудования.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует основные виды монтажа заземляющих устройств. Комплектует материал и оборудование для выполнения электромонтажных работ.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться с алгоритмом контроля за исправностью и безопасным состоянием электрооборудования. Произвести контроль безопасного состояния электрооборудования.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Техническая документация, принципиальные схемы, электромонтажный инструмент, мультиметр, средства индивидуальной защиты
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Контроль за исправностью и безопасным состоянием электрооборудования.

В объем технического осмотра электрооборудования входят следующие работы:

1. Осмотры электрооборудования, закрепленного за персоналом участков, проводящиеся не реже 1 раза в месяц. Для энергетического оборудования, отнесенного к категории основного, а также для оборудования, работающего в условиях повышенной опасности, агрессивных сред, осмотры проводятся не реже 2 раз в месяц.

2. Ежедневный осмотр оперативным персоналом закрепленных за бригадами подстанций. При этом следует особо обращать внимание:

- на состояние схемы электроснабжения электроустановки;
- на положение ключей (АВР, сигнализации);
- на положение блинкеров;
- на состояние автоматов управления;
- на отсутствие запаха гари и задымленности;

- на любые другие проявления ненормальной работы оборудования (дребезжание и т.д.);
- режимы работы оборудования, в частности, нагрузки.

3 Не менее одного раза в месяц проводить технический осмотр стационарных систем технического диагностирования.

### **Требования к осмотрам**

В объем осмотров, производимых, как в порядке технического осмотра, так и по графику, как самостоятельные операции, входят следующие работы:

Контроль за показаниями термометров, манометров, вакуумметров, за уровнем масла в маслonaполненных вводах и расширителях, контроль нагрузок электрооборудования, контроль систем мониторинга, показаний приборов контроля, регистрация климатических показателей. 2.

Контроль за состоянием кожухов, уплотнителей, кранов; проверка отсутствия течи масла, состояния термосифонных фильтров и влагопоглощающих патронов, маслосборных устройств. Визуальная проверка состояния изоляторов, отсутствие пыли, трещин, сколов, разрядов и т.д.; осмотр крепления изоляторов. 2.1.

Проверка наличия неисправности и соответствия требованиям ПТЭЭП и МПОТ ограждений, предупредительных плакатов и надписей, средств защиты и сроки их испытаний, противопожарных средств.

Проверка плотности и пломб счетчиков и реле, проверка работы счетчиков.

Проверка состояния ошиновки, кабелей, отсутствия нагрева контактных соединений, проверка отсутствия свечения и подгаров контактов, изменения цвета красок и пленок.

Тщательная проверка состояния сети заземления, в том числе мест наложения переносных заземлений, проверка надежности заземления проверяемого оборудования.

Проверка исправности сигнализации, положения ключей, указателей, состояния пробивных предохранителей, проверка положения автоматов.

Дефекты, обнаруженные во время осмотров, записываются в дефектную ведомость

Диспетчер на ежедневном оперативном совещании (а в случае необходимости в срочном устранении неисправности – незамедлительно) сообщает ИТР о неполадках, обнаруженных на закрепленном за ними оборудовании. После устранения дефекта в дефектной ведомости делается соответствующая отметка.

После завершения технического осмотра заполняется журнал технических осмотров для каждой единицы осмотренного электрооборудования. Журнал технических осмотров и дефектная ведомость хранится в информационной системе.

#### **Реакторы токоограничивающие**

При осмотре реакторов токоограничивающих проверяются:

- бетонные колонки на отсутствие в них трещин, сколов;
- прочность вмазки в бетон крепежных болтов и контактных зажимов;
- целостность лакового покрытия бетонных колонок;
- исправность изоляции витков;
- отсутствие деформации витков и замыкания их между собой;
- отсутствие повреждения опорных изоляторов и надежность их креплений к бетонным колонкам.

Осмотры реакторов без их отключения производится 1 раз в месяц. Внеочередные осмотры производятся: после неблагоприятных погодных воздействий (резкое изменение температуры); при отключении защитой.

#### **Масляные выключатели, выключатели нагрузки и разъединители**

При осмотре масляных выключателей, выключателей нагрузки и разъединителей проверяются:

- состояние контактов;
- состояние приводного механизма;
- состояние буферов;
- состояние отключающих пружин;
- состояние указателей уровня масла;
- состояние ножей;

- отсутствие течи масла;
  - состояние изоляции (запыленность, наличие трещин, разрядов);
  - крепление разъемов вторичных цепей;
  - давление воздуха в системе приводов;
  - отсутствие утечки воздуха.
  - исправность и правильность показаний указателей положения и блокировочных устройств.
- Осмотры масляных выключателей без их отключения производится 1 раз в месяц и всегда при вводе в работу.

#### Трансформаторы тока и напряжения

При осмотре трансформаторов тока и напряжения проверяются:

- отсутствие следов перегрева токоведущих частей и магнитопроводов;
- отсутствие изоляционной массы; исправность вторичных цепей.

Осмотр трансформаторов тока и напряжения выполняется при вводе их в работу и при осмотре РУ.

#### Силовые трансформаторы

Осмотр силовых трансформаторов без их отключения производится в следующие сроки:

- ПГВ–110/6 кВ – 1 раз в сутки;
- на трансформаторных пунктах – не реже 1 раза в месяц.

В объем осмотров силовых трансформаторов входит:

- контроль нагрузки трансформатора;
- контроль за показаниями термометров, манометров, вакуумметров, за уровнем масла в баках и расширителях;
- контроль за состоянием кожухов и уплотнения кранов;
- проверка на отсутствие течи масла, а также состояния маслосборных устройств;
- визуальная проверка состояния изоляторов, отсутствия пыли, трещин, сколов, разрядов и т.д.;
- проверка наличия и исправности заземления, ограждения, надписей;
- контроль цвета индикаторного силикогеля;
- контроль за работой охладителя и циркуляционных насосов.

Внеочередные осмотры трансформаторов проводятся:

- после срабатывания газовой защиты;
- после короткого замыкания в сети 0,4 кВ;
- перед включением в работу.

Аварийный вывод трансформаторов из работы необходим при:

- сильном неравномерном шуме и потрескивании внутри трансформатора;
- ненормальном и постоянно возрастающем нагреве трансформатора при нормальной нагрузке;
- выбросе масла из расширителя или выхлопной трубы;
- течи масла с понижением его уровня ниже уровня масломерного стекла;
- по результатам тепловизионной диагностики.

#### Распределительные устройства

При осмотре распределительных устройств необходимо проверить:

- состояние помещения;
- исправность дверей и замков;
- исправность жалюзи на окнах;
- отсутствие течи в кровле и межэтажных перекрытиях;
- исправность отопления;
- исправность освещения и сети заземления;
- плотность закрытия шкафов;
- работу систем сигнализации и связи;
- комплектность защитных и противопожарных средств, сроки их испытаний;
- наличие однолинейных схем РУ.

Уборка помещения должна производиться влажным способом. На всех ключах, кнопках, рукоятках управления должны быть надписи, указывающие операцию, для которой они предназначены. На дверях РУ, воротах трансформаторных камер должны быть вывешены или нанесены предупреждающие плакаты, знаки и надписи установленного образца.

У предохранителей присоединений должны быть надписи, указывающие номинальный ток плавкой вставки и наименование привода.

## Тема 9.8 Обслуживание и ремонт осветительных электроустановок.

### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды ремонта осветительных электроустановок.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует основные виды ремонта осветительных электроустановок. Комплекует материал и оборудование для выполнения электромонтажных работ.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться с обслуживанием осветительных электроустановок, принципом работы и схемой подключения. Произвести ремонт осветительных электроустановок. Контроль работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Техническая документация, принципиальные схемы, электромонтажный инструмент, мультиметр, средства индивидуальной защиты
<b>Перечень расходных материалов</b>	Соединительные провода, лампы, светильники, патроны, выключатели

### Обслуживание и ремонт осветительных электроустановок.

Обслуживание осветительных электроустановок заключается в постоянном надзоре, периодической проверке и своевременном ремонте элементов осветительных устройств. Сроки проведения проверок, осмотров и ремонтов устанавливаются в соответствии с Правилами технической эксплуатации в зависимости от условий эксплуатации осветительных электроустановок. Исправность системы аварийного освещения проверяют не реже 1 раза в 3 месяца; состояние электропроводок, плавких вставок предохранителей и оборудования рабочего и аварийного освещения — 1 раза в год.

Испытание и измерение сопротивления изоляции проводов и кабелей проводят не реже 1 раза в 3 года; измерение нагрузок и напряжения в отдельных точках электросети — 1 раза в год; испытание изоляции трансформаторов с вторичным напряжением 12 — 42 В — 1 раза в год, а переносных трансформаторов — 1 раза в месяц.

Во время осмотра осветительных сетей проверяют состояние открыто проложенных кабелей и проводов, концевых заделок кабелей, целостность заземляющих проводников, качество соединений и ответвлений проводов, отсутствие нагрева в соединениях. При осмотре групповых и магистральных щитков проверяется соответствие плавких вставок предохранителей рабочим токам цепей, исправность выключателей, автоматов, штепсельных розеток и их контактных частей. При осмотре светильников обращают внимание на состояние арматуры и ее деталей, прочность крепления стеклянного колпака, исправность и нагрев патрона, соответствие мощности ламп типу

светильника, прочность крепления светильника, целостность заземляющего проводника, исправность стартерных и дроссельных устройств у газоразрядных ламп, состояние тросовых подвесок и прочность их крепления.

Все неисправности, выявленные при осмотре, должны устраняться немедленно. При большом объеме необходимых работ дефекты записывают в журнал осмотров и устраняют при текущем ремонте.

Частота чистки светильников зависит от многих факторов и, в первую очередь, от среды освещаемого помещения. Так, в производственных помещениях, где имеется пыль, дым и копоть в количестве более  $10 \text{ мг/м}^3$  — чистку светильников проводят 2 раза в месяц; при загрязнении от 5 до  $10 \text{ мг/м}^3$  — 1 раз в месяц; при содержании их не более  $5 \text{ мг/м}^3$ , а также в помещениях с нормальной воздушной средой — 1 раз в 3 месяца. На современных крупных промышленных комплексах, в которых установлены тысячи различных светильников, чистка, как правило, проводится в мастерской на специальном оборудовании с применением необходимых моющих средств. В этой же мастерской выполняются профилактический и текущий ремонты осветительных приборов, проверка источников света, аппаратов включения и т. д.

На срок службы ламп накаливания в значительной мере влияет уровень напряжения. При повышении напряжения на 10% срок службы ламп составляет всего 14% срока службы при номинальном напряжении. Таким образом, одним из основных требований, предъявляемых к эксплуатации осветительных установок с лампами накаливания, является необходимость поддержания напряжения в допустимых пределах. Длительное повышение напряжения на лампах не должно быть более 2,5 %, а кратковременное — 5 % номинального напряжения сети. Контроль уровня напряжения в сети проводят ежегодно во время замеров освещенности в контрольных точках осветительной установки специальными приборами.

Лампа накаливания после перегорания заменяется новой (индивидуальный метод). Для газоразрядных источников света, которые по истечении срока службы продолжают работать еще длительное время со значительно сниженным световым потоком, применяется групповой метод замены ламп: они заменяются через установленный промежуток времени (обычно после 70 — 80% номинального срока службы).

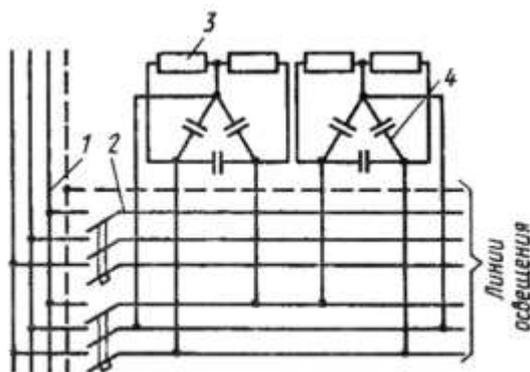


Рис. Схема включения конденсаторов в групповые линии с ДРЛ:

1 — шины РП; 2 — контактный зажим; 3 — разрядный резистор; 4 — конденсатор.

С целью увеличения коэффициента мощности в осветительных электроустановках для люминесцентных ламп выпускаются пускорегулирующие автоматы (ПРА) типов УБК и АБК с встроенными конденсаторами, повышающими коэффициент мощности до 0,95 и более. Для осветительных электроустановок с газоразрядными лампами для увеличения коэффициента мощности в групповые линии присоединяются конденсаторы. Конденсаторные установки (УК) выпускаются на 380 и 415 В и мощностью, соответственно, 25 и 20 квар (в схеме соединений УК предусматриваются так называемые разрядные резисторы, которые обеспечивают снижение напряжения на конденсаторах до 50 В за время не более 1 мин после их отключения).

## Тема 9.9 Обслуживание, ремонт и замена двигателей.

### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают способы пуска и регулирования частоты вращения асинхронного двигателя. Владеют навыками построения характеристик, чтения схем.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует способы пуска и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя, осуществляет построение характеристик. Осуществляет чтение схемы, комплектует материал и оборудование для выполнения электромонтажных работ.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться с обслуживанием двигателей, принципом работы и схемой подключения. Произвести ремонт и замену двигателей. Контроль работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Техническая документация, принципиальные схемы, электромонтажный инструмент, мультиметр, средства индивидуальной защиты
<b>Перечень расходных материалов</b>	Соединительные провода, комплектующие электродвигателей, магнитные пускатели, рубильники, автоматы.

### Обслуживание, ремонт и замена двигателей.

Текущий ремонт выполняется для обеспечения и восстановления работоспособности электродвигателя. Он заключается в замене или восстановлении отдельных частей. Проводится на месте установки машины или в мастерской.

Периодичность выполнения текущего ремонта электродвигателей определяется системой ППР. Она зависит от места установки двигателя, типа станка или машины, в составе которой он используется, а также от продолжительности работы в сутки. Электродвигатели подвергаются текущему ремонту в основном 1 раз в 24 месяца.

При проведении текущего ремонта выполняются следующие операции: очистка, демонтаж, разборка и дефектация электродвигателя, замена подшипников, ремонт выводов, клеммной коробки, поврежденных участков лобовых частей обмотки, сборка электродвигателя, покраска, испытание на холостом ходу и под нагрузкой. У машин постоянного тока и электродвигателей с фазным ротором дополнительно выполняется ремонт щеточно-коллекторного механизма.

Таблица 1 Возможные неисправности электродвигателей и причины их вызывающие

Неисправность	Причины
Электродвигатель не запускается	Обрыв в питающей сети или в обмотках статора
Электродвигатель при пуске не проворачивается, гудит, нагревается	Отсутствует напряжение в одной из фаз, оборвана фаза, электродвигатель перегружен, оборваны стержни ротора
Пониженная частота вращения и гул	Износ подшипников, перекос подшипниковых щитов, изгиб вала

Электродвигатель останавливается при увеличении нагрузки	Пониженное напряжение сети, неправильное соединение обмоток, обрыв одной из фаз статора, межвитковое замыкание, перегрузка двигателя, обрыв обмотки ротора (у двигателя с фазным ротором)
При пуске электродвигатель сильно шумит	Погнут кожух вентилятора или в него попали посторонние предметы
Электродвигатель при работе перегревается, соединение обмоток правильное, шум равномерный	Повышенное или пониженное напряжение сети, электродвигатель перегружен, повышена температура окружающей среды, неисправен или засорен вентилятор, засорена поверхность двигателя
Работающий двигатель остановился	Перерыв в подаче электроэнергии, длительное понижение напряжения, заклинивание механизма
Пониженное сопротивление обмотки статора (ротора)	Загрязнена или отсырела обмотка
Чрезмерный нагрев подшипников электродвигателя	Нарушена центровка, неисправны подшипники
Повышенный перегрев обмотки статора	Оборвана фаза, повышено или понижено-питающее напряжение, машина перегружена, межвитковое замыкание, замыкание между фазами обмотки
При включении электродвигателя срабатывает защита	Неправильно соединены обмотки статора, замыкание обмоток на корпус или между собой

Текущий ремонт проводится в определенной технологической последовательности. До начала ремонта необходимо просмотреть документацию, определить наработку подшипников электродвигателя, установить наличие неустранимых дефектов. Для проведения работ назначается бригадир, готовятся необходимые инструменты, материалы, приспособления, в частности, подъемные механизмы.

Перед началом демонтажа электродвигатель отключается от сети, принимаются меры по исключению случайной подачи напряжения. Подлежащая ремонту машина очищается от пыли и грязи щетками, обдувается сжатым воздухом от компрессора. Отворачивают винты крепления крышки коробки выводов, снимают крышку и отсоединяют кабель (провода), подводящий питание к двигателю. Кабель отводят, соблюдая необходимый радиус изгиба, чтобы не повредить его. Болты и другие мелкие детали складывают в ящик, который входит в набор инструментов и приспособлений.



При демонтаже электродвигателя необходимо нанести керном метки, чтобы зафиксировать положение полумуфт относительно друг друга, а также отметить, в какое отверстие полумуфты входит палец. Прокладки под лапами следует связать и разметить, чтобы после ремонта каждую группу прокладок установить на свое место, это облегчит центровку электрической машины. Следует разметить также крышки, фланцы и другие детали. Несоблюдение этого правила может привести к необходимости повторной разборки.

Снимают электродвигатель с фундамента или рабочего места за рым-болты. Использовать для этой цели вал или подшипниковый щит запрещается. Для съема используются подъемные устройства.

Разборка электродвигателя выполняется с соблюдением определенных правил. Начинается она с удаления полумуфты с вала. При этом используются ручные и гидравлические съемники. Затем снимается кожух вентилятора и сам вентилятор, отвертываются болты крепления подшипниковых щитов, снимается задний подшипниковый щит легкими ударами молотка по надставке из дерева, меди, алюминия, вынимается ротор из статора, снимается передний подшипниковый щит, демонтируются подшипники.

После разборки выполняется очистка деталей сжатым воздухом с использованием волосяной щетки для обмоток и металлической для кожуха, подшипниковых щитов, станины. Засохшая грязь удаляется деревянной лопаточкой. Применять отвертку, нож и другие острые предметы запрещается. Дефектация электродвигателя предусматривает оценку его технического состояния и определение неисправных узлов и деталей.

При дефектации механической части проверяется: состояние крепежных деталей, отсутствие трещин корпуса и крышек, износ посадочных мест под подшипники и состояние самих подшипников. В машинах постоянного тока серьезным узлом, подлежащим всестороннему рассмотрению, является щеточно-коллекторный механизм.

Здесь наблюдаются повреждения щеткодержателя, трещины и сколы на щетках, износ щеток, царапины, и выбоины на поверхности коллектора, выступление миканитовых прокладок между пластинами. Большинство неисправностей щеточно-коллекторного механизма устраняется при текущем ремонте. В случае наличия серьезных повреждений этого механизма машина отправляется в капитальный ремонт.

Неисправности электрической части скрыты от глаза человека, обнаружить их труднее, нужна специальная аппаратура. Число повреждений обмотки статора при этом ограничено следующими дефектами: обрыв электрической цепи, замыкание отдельных цепей между собой или на корпус, витковые замыкания.



Обрыв обмотки и замыкание ее на корпус может быть обнаружено с использованием мегаомметра. Витковые замыкания определяются с помощью аппарата ЕЛ-15. Обрыв стержней короткозамкнутого ротора находят на специальной установке. Неисправности, устраняемые при проведении текущего ремонта (повреждение лобовых частей, обрыв или обгорание выводных

концов), могут быть определены мегаомметром или визуально, в отдельных случаях требуется аппарат ЕЛ-15. При проведении дефектации измеряется сопротивление изоляции для установления необходимости сушки.

Непосредственно текущий ремонт электродвигателя заключается в следующем. При срыве резьбы нарезается новая (к дальнейшей эксплуатации допускается резьба, имеющая не более двух срезанных ниток), болты заменяются, крышка заваривается. Поврежденные выводы обмоток покрываются несколькими слоями изоляционной ленты или заменяются, если изоляция их по всей длине имеет трещины, отслоения или механические повреждения.

При нарушении лобовых частей обмотки статора на дефектный участок наносится лак воздушной сушки. Подшипники заменяются на новые, если есть трещины, сколы, вмятины, цвета побежалости и другие неисправности. Посадку подшипника на вал обычно осуществляют путем предварительного его нагрева до 80...90°C в масляной ванне.

Установка подшипников осуществляется вручную с помощью специальных патронов и молотка или механизированным способом с использованием пневмогидравлического прессы. Необходимо отметить, что в связи с внедрением единых серий электрических машин объем ремонта механической части резко сократился, т. к. уменьшилось число разновидностей подшипниковых щитов и крышек, появилась возможность заменять их новыми.

Порядок сборки электродвигателя зависит от его габарита и конструктивных особенностей. Для электродвигателей 1 - 4 габаритов после напрессовки подшипника устанавливается передний подшипниковый щит, вводится ротор в статор, надевается задний подшипниковый щит, надевается и крепится вентилятор и крышка, после этого устанавливается полумуфта. Далее согласно объему текущего ремонта проводятся прокрутка на холостом ходу, сочленение с рабочей машиной и испытание под нагрузкой.



Проверку работы электродвигателя на холостом ходу или с ненагруженным механизмом осуществляют следующим образом. После проверки действия защиты и сигнализации выполняют пробный пуск его с прослушиванием стука, шума, вибраций и последующим отключением. Затем электродвигатель запускают, проверяют разгон до номинальной частоты вращения и нагрев подшипников, измеряют ток холостого хода всех фаз.

Измеренные в отдельных фазах значения тока холостого хода не должны отличаться друг от друга более чем на  $\pm 5\%$ . Разница между ними более 5 % указывает на неисправность обмотки статора или ротора, на изменение воздушного зазора между статором и ротором, на неисправность подшипников. Продолжительность проверки, как правило, не менее 1 часа. Работу электродвигателя под нагрузкой осуществляют при включении технологического оборудования.

Послеремонтные испытания электродвигателей согласно действующим Нормам должны включать две проверки - измерение сопротивления изоляции и работоспособность защиты. Для электродвигателей до 3 кВт измеряется сопротивление изоляции обмотки статора, а для двигателей более 3 кВт дополнительно измеряется коэффициент абсорбции. При этом у электродвигателей напряжением до 660 В в холодном состоянии сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм, а при температуре 60 °С - 0,5 МОм. Измерения производят мегаомметром на 1000 В.

Проверка срабатывания защиты машин до 1000 В при системе питания с заземленной нейтралью осуществляется непосредственным измерением тока однофазного короткого замыкания на корпус с помощью специальных приборов или измерением полного сопротивления петли "фаза

- нуль" с последующим определением тока однофазного короткого замыкания. Полученный ток сравнивается с номинальным током защитного аппарата с учетом коэффициентов ПУЭ. Он должен быть больше тока плавкой вставки ближайшего предохранителя или расцепителя автоматического выключателя.

В процессе выполнения текущего ремонта для повышения надежности электродвигателей старых модификаций рекомендуется проводить мероприятия по модернизации. Простейшая из них - трехкратная пропитка обмотки статора лаком с добавкой ингибитора. Ингибитор, диффундируя в лаковую пленку и заполняя ее, препятствует проникновению влаги. Можно также проводить капсулирование лобовых частей с помощью эпоксидных смол, но при этом электродвигатель может стать неремонтопригодным.

### Тема 9.10 Ремонт и обслуживание трансформаторов.

#### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды обслуживания и ремонта трансформаторов.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Определяет технические характеристики и данные на высоковольтное электрооборудование. Определяет технические характеристики и данные на низковольтное электрооборудование.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться с техническими характеристиками и данными на трансформаторы. Произвести ремонт трансформаторов. .Контроль работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Техническая документация, принципиальные схемы, электромонтажный инструмент, мультиметр, средства индивидуальной защиты
<b>Перечень расходных материалов</b>	Соединительные провода, комплектующие трансформаторов, магнитные пускатели, рубильники, автоматы.

### Ремонт и обслуживание трансформаторов.

Монтаж трансформатора производят на специально оборудованной монтажной площадке вблизи его собственного фундамента (целесообразно на фундаменте), а также на ремонтной площадке ТМХ или на постоянном или переменном торце машинного зала электростанции. Монтажную площадку обеспечивают источником электроэнергии необходимой мощности и связью с емкостями масла со стороны стационарного маслохозяйства (либо емкости располагаются вблизи площадки). Территория монтажной площадки должна предусматривать работы подъемно-технологического оборудования, а также свободное размещение вблизи бака трансформатора подготовленных к установке комплектующих узлов.

При работе на открытом воздухе вблизи трансформатора устанавливают инвентарное помещение для персонала, хранения инструмента, приборов материалов. Площадку оборудуют средствами пожаротушения, телефоном. Освещенность сборочной (монтажной) площадки должна обеспечивать работу в три смены. Монтаж крупных трансформаторов следует производить по проекту организации работ, разработанному с учетом конкретных условий. В объем монтажных работ входит подготовка комплектующих узлов и деталей.

При подготовке к установке на трансформатор вводов кВ проверяют отсутствие трещин и повреждений фарфоровых покрышек, поверхность которых очищают от загрязнений; затем ввод испытывают испытательным напряжением переменного тока, соответствующим классу напряжения ввода.

Для маслonaполненных вводов 110 кВ и выше объем подготовительных работ обусловлен способом защиты масла ввода от соприкосновения с окружающим воздухом.

Герметичные маслonaполненные вводы проверяют внешним осмотром на отсутствие течи и на целостность фарфоровых покрышек и других элементов конструкции, располагаемых с внешней стороны ввода, при этом давление масла измеряют по показаниям манометра. Согласно инструкции завода-изготовителя приводят давление во вводе до требуемых значений в зависимости от температуры окружающего воздуха. При необходимости производят долив или слив масла из ввода. Долив масла может производиться с помощью ручного маслonaсоса. Перед присоединением маслonaсоса перекрывают вентили со стороны ввода и бака давления, а в переходник вместо пробки выворачивают штуцер с резьбой М 14х1,5. Затем приоткрывают вентиль бака давления и под струей масла из переходника надевают шланг на штуцер. Насосом подают масло в бак давления, следя за показаниями манометра. Отсоединение насоса производят в следующей последовательности: перекрывают вентиль со стороны бака давления, выворачивают штуцер на переходнике и, приоткрыв вентиль со стороны бака давления, под струей масла выворачивают пробку. Открывают вентили на вводе и баке давления. При регулировании давления во вводе, замене манометра или замене поврежденного бака давления и других операциях нельзя допускать проникновения окружающего воздуха во ввод. Подпитку ввода производят дегазированным маслом необходимого качества. Аналогично производят операции по частичному сливу (доливу) масла в герметичные вводы, не имеющие бака давления.

#### Ремонт силовых трансформаторов

Текущий ремонт силового трансформатора с отключением его от питающей сети производят в порядке реализации планово-предупредительного ремонта.

Периодичность текущих ремонтов силовых трансформаторов зависит от их технического состояния и от условий эксплуатации. Сроки текущих ремонтов устанавливаются в местных инструкциях предприятия. Однако такие ремонты надо производить не реже одного раза в год.

Текущий ремонт силовых трансформаторов с отключением от питающей сети включает наружный осмотр трансформатора, устранение обнаруженных дефектов, а также очистку изоляторов и бака. Спускают грязь из расширителя, доливают при необходимости в него масло и проверяют правильность показаний маслоуказателя. Проверяют спускной кран и уплотнения, осматривают охлаждающие устройства и чистят их, проверяют состояние газовой защиты и целостность мембраны выхлопной трубы. Проводят также необходимые измерения и испытания.

При хорошо выполненном текущем ремонте не должно быть аварийных выходов из строя трансформаторов, а продолжительность их эксплуатации должна возрастать.

У каждого силового трансформатора, находящегося в работе, происходит постепенный износ имеющихся в нем изоляционных материалов. Износ изоляции ускоряется вместе с повышением нагрузки. При неполной загрузке силового трансформатора износ его изоляции замедляется. За счет этого допускается в отдельные периоды перегрузка трансформатора, которая не сокращает нормальный срок его работы.

Величину допустимой перегрузки силового трансформатора в отдельные часы суток за счет его недогрузки в другие часы определяют по диаграммам нагрузочной способности трансформатора. Такие диаграммы составлены для силовых трансформаторов с естественным масляным и принудительным воздушным охлаждением исходя из нормального срока износа изоляции трансформаторов от нагрева. Для пользования указанными диаграммами необходимо располагать коэффициентом суточного графика нагрузки трансформатора, который определяется по заданному суточному графику по формуле.

Чтобы использовать фактор, допускающий увеличение нагрузки силового трансформатора в отдельные часы зимних пиков за счет недогрузки трансформатора в летнее время года, пользуются следующим положением: на каждый процент недогрузки трансформатора в летнее время допускается 1 % перегрузки трансформатора в зимнее время, но не более 15%. Общая перегрузка

трансформатора, которая может быть принята при использовании обоих указанных факторов, не должна превышать 30%.

Все вышесказанное относится к допускаемым перегрузкам силовых трансформаторов в условиях их нормальной эксплуатации. Иначе решается вопрос о допустимых перегрузках силовых трансформаторов в аварийных случаях.

Указанные аварийные перегрузки допускаются независимо от величины предшествующей нагрузки и температуры охлаждающей среды. Для сухих трансформаторов допускаются следующие аварийные перегрузки: 20% в течение 60 мин и 50% в течение 18 мин.

Современные силовые трансформаторы при номинальном первичном напряжении работают с большими величинами магнитной индукции. Поэтому даже небольшое увеличение первичного напряжения вызывает повышенный нагрев стали трансформатора и может угрожать его целостности. В связи с этим при эксплуатации трансформатора величина подведенного напряжения ограничивается и ее необходимо контролировать. Максимально допустимое превышение первичного напряжения принимается для трансформаторов равным 5% от напряжения, соответствующего данному ответвлению.

Особенностью силовых трансформаторов, работающих с принудительным охлаждением масла, является быстрое повышение температуры масла при прекращении работы системы охлаждения. Однако учитывая значительную теплоемкость трансформаторов, допускают их работу в аварийных режимах при прекращении циркуляции масла или воды, а также при остановке вентиляторов дутья. Предельная длительность работы трансформаторов в указанных условиях определяется местными инструкциями. В инструкциях учитываются как результаты предыдущих испытаний, так и заводские данные трансформаторов. Но при всех условиях работу трансформаторов при прекращении системы охлаждения допускают не больше, чем в течение одного часа.

Величина сопротивления изоляции обмоток силовых трансформаторов не нормируется, тем не менее эта характеристика относится к числу важнейших показателей состояния трансформатора и ее систематически контролируют, сравнивая с величиной, которая имела место при вводе трансформатора в эксплуатацию. Измерения производят при одинаковой температуре и одинаковой продолжительности испытания (обычно 1 мин). Величина сопротивления изоляции обмоток трансформатора считается удовлетворительной, если она составляет не менее 70% от первоначального значения.

Необходимым условием обеспечения нормального срока службы силового трансформатора является контроль за его нагрузкой. Если вести эксплуатацию силового трансформатора, не превышая допускаемых для него нагрузок, примерный срок службы силового трансформатора составляет около 20 лет. Необходимо при этом иметь в виду, что систематические недогрузки силовых трансформаторов с целью удлинения срока его службы имеют и свои отрицательные стороны: за это время конструкция трансформатора морально стареет. Чтобы контролировать нагрузку трансформаторов мощностью 1000 та и выше, устанавливают амперметры, шкала которых соответствует допускаемой перегрузке трансформатора.

Температуру масла трансформаторов мощностью менее 1000 кВА контролируют ртутными термометрами. При большей мощности трансформаторов для этой цели также используют манометрические термометры. Их устанавливают для удобства контроля за температурой на высоте 1,5 м от земли. Так как манометрические термометры обладают меньшей точностью, чем ртутные, время от времени производится сверка их показаний с показаниями ртутных термометров.

При неправильном включении трансформаторов на параллельную работу могут возникать короткие замыкания, а также неравномерное распределение нагрузки между работающими трансформаторами. Чтобы этого не произошло, в трансформаторах, включаемых на параллельную работу, должно соблюдаться:

- а) равенство коэффициентов трансформации;
- б) совпадение групп соединения;
- в) равенство напряжений короткого замыкания;
- г) отношение мощностей трансформаторов, не превышающее 3;
- д) совпадение фаз соединяемых цепей (фазировка).

Проверку приведенных рекомендаций производят по заводским данным трансформаторов, включаемых на параллельную работу. Если проверка подтверждает наличие указанных условий, то приступают к фазировке трансформаторов, после чего их можно включать на параллельную работу.

Фазировка трансформаторов производится перед их включением в эксплуатацию после монтажа или капитального ремонта со сменой обмоток. Перед тем как включить трансформатор после капитального или текущего ремонта, проверяют результаты предписанных испытаний и измерений. Релейную защиту трансформатора устанавливают на отключение. После этого тщательно осматривают трансформаторную установку. При осмотре установки обращают внимание на состояние системы управления и сигнализации, а также на положение коммутационной аппаратуры. Проверяют, не оставлены ли где-либо переносные закоротки и заземления. Опробуют действия привода выключателя путем однократного включения и отключения, без чего приступать к оперированию разъединителями не разрешается.

Пробное включение трансформатора в сеть производят толчком на полное напряжение. Такое включение опасности для трансформатора не представляет, так как при наличии в нем повреждений он под действием защиты своевременно отключится от сети.

#### Методы испытаний силовых трансформаторов

Измерения и испытания масляных силовых трансформаторов, автотрансформаторов, масляных реакторов и заземляющих дугогасящих реакторов (в дальнейшем, трансформаторов) в процессе подготовки и монтажа, проведении приемо-сдаточных испытаний производятся в соответствии с требованиями ПУЭ. Измерения и испытания трансформаторов, находящихся в эксплуатации, производится в соответствии с требованиями "Нормы испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей". Измерения и испытания проводятся при капитальном ("К") и текущем ("Т") ремонтах, а также в межремонтный ("М") период (профилактические испытания, не связанные с выводом электрооборудования в ремонт).

В зависимости от характеристик и условий транспортировки все трансформаторы подразделяются на следующие группы:

1-я группа. Трансформаторы мощностью до 1000 кВ А напряжением до 35 кВ включительно, транспортируемые с маслом и расширителем;

2-я группа. Трансформаторы мощностью от 1600 до 6300 кВ•А включительно на напряжение до 35 кВ включительно, транспортируемые с маслом и расширителем;

3-я группа. Трансформаторы мощностью 10000 кВ•А и выше, транспортируемые с маслом без расширителя;

4-я группа. Трансформаторы 110 кВ и выше, транспортируемые полностью залитыми маслом;

5-я группа. Трансформаторы 110 кВ и выше, транспортируемые без масла с автоматической подпиткой азотом;

6-я группа. Трансформаторы 110 кВ и выше, транспортируемые частично залитыми маслом без расширителя.

По характеристикам и геометрическим размерам все трансформаторы подразделяются на следующие габариты:

I габарит. Трансформаторы до 35 кВ включительно мощностью 5-100 кВ•А;

II габарит. Трансформаторы до 35 кВ включительно мощностью 135 - 500 кВ•А;

III габарит. Трансформаторы до 35 кВ включительно мощностью 750 - 5600 кВ•А;

IV габарит. Трансформаторы до 35 кВ включительно мощностью 7500 кВ•А и более и трансформаторы напряжением от 35 до 121 кВ любой мощности;

V габарит. Трансформаторы напряжением от 121 до 330 кВ любой мощности;

VI габарит. Трансформаторы напряжением 500 и 750 кВ любой мощности.

#### Возможные неисправности и способы устранения

Аварии, связанные с пожаром трансформаторов. При грозовом разряде и перекрытии ввода трансформатора может возникнуть пожар трансформатора. Масло, вытекающее под давлением, загорается.

При возникновении пожара трансформатора необходимо снять с него напряжение (если он не отключился от действия защиты), вызвать пожарную команду, известить руководство предприятия и приступить к тушению пожара. При тушении пожара следует принять меры для предотвращения

распространения огня, исходя из создавшихся условий. При фонтанировании масла из вводов и поврежденных уплотнений необходимо для уменьшения давления масла спустить часть масла в дренажные устройства. При невозможности ликвидировать пожар основное внимание должно уделяться защите от огня расположенных рядом трансформаторов и другого неповрежденного оборудования.

Если признаков повреждения (потрескивания, щелчки внутри бака, выброс масла) не выявлено, а сигнал газовой защиты появился, то отбирать пробы газа на анализ можно без отключения трансформатора. При обнаружении горючего газа или газа, содержащего продукты разложения, трансформатор должен быть немедленно отключен, после чего на нем должны быть проведены измерения и испытания.

Если проверкой установлено, что выделяется негорючий газ и в нем отсутствуют продукты разложения, то устанавливают наблюдение за работой трансформатора и последующим выделением газа. При учащении появления газа в реле и работы защиты на сигнал трансформатор следует отключить.

Совместное срабатывание газовой и дифференциальной защит трансформатора говорит о серьезных повреждениях внутри трансформатора.

Газовая защита. В случаях ложного срабатывания газовой защиты допускается одно повторение включения трансформатора при отсутствии видимых внешних признаков его повреждения. Если отключение трансформатора произошло в результате действия защит, которые не связаны с его повреждением, можно включать трансформатор в сеть без его проверки.

## **Тема 9.11 Ремонт и обслуживание простой пускорегулирующей и контактной аппаратуры.**

### **Инструкционная карта**

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают виды обслуживания и ремонта простой пускорегулирующей и контактной аппаратуры.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Определяет технические характеристики и данные на приборы вторичной коммутации.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться с обслуживанием пускорегулирующей и контактной аппаратуры. Произвести ремонт пускорегулирующей и контактной аппаратуры. Контроль работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Техническая документация, принципиальные схемы, электромонтажный инструмент, мультиметр, средства индивидуальной защиты
<b>Перечень расходных материалов</b>	Автоматы, магнитные пускатели, реле, монтажные провода

### **Ремонт и обслуживание простой пускорегулирующей и контактной аппаратуры.**

Виды и причины повреждений пускорегулирующей аппаратуры. Ремонт контактов и механических деталей контактора, пускателя, автоматического выключателя. Ремонт катушек.

Пускорегулирующая аппаратура имеет следующие виды повреждений: чрезмерный нагрев катушек пускателей, контакторов и автоматов, межвитковые замыкания и замыкания на корпус катушек; чрезмерный нагрев и износ контактов; неудовлетворительная изоляция; механические

неполадки. Причина опасного перегрева катушек переменного тока – заклинивание якоря электромагнита в его разомкнутом положении и низкое напряжение питания катушек. Межвитковые замыкания могут произойти вследствие климатических воздействий на катушку, а также из-за плохой намотки катушек. Замыкание на корпус происходит в случае неплотной посадки бескаркасной катушки на железном сердечнике, а также из-за вибраций. На нагрев контактов влияет токовая нагрузка, давление, размеры и раствор контактов, условия охлаждения и окисление их поверхности и механические дефекты в контактной системе. Износ контактов зависит от силы тока, напряжения и продолжительности горения электрической дуги между контактами, частоты и продолжительности включений, качества и твердости материала. Механические неполадки в аппаратах возникают в результате образования ржавчины, механических поломок осей, пружин, подшипников и других конструктивных элементов.

Перед ремонтом осматривают все основные части контактора, чтобы установить, какие детали подлежат замене и восстановлению. При небольшом обгорании контактной поверхности ее очищают от копоти и наплывов обычным личным напильником и стеклянной бумагой. При замене контактов их изготавливают из медных цилиндрических или фасонных прутков из твердой меди марки М-1.

При ремонте контакторов придерживаются паспортных величин нажатия контактов. Отклонение от них в ту или иную сторону может привести к неустойчивой работе контактора, вызывая его перегрев и сваривание контактов.

Особенность ремонта магнитных пускателей – смена неисправных катушек и тепловых элементов. При изготовлении новой катушки необходимо сохранять ее конструкцию. Тепловые элементы пускателей, как правило, заменяют новым, заводским, т.к. их в условиях мастерской отремонтировать трудно.

У автоматических выключателей серии А и других конструктивно аналогичных выключателей повреждаются преимущественно контакты, отключающие механизм и механических пружин. В зависимости от характера повреждения ремонтируют автоматические выключатели в электроремонтном цехе или на месте их установки. Закопченные стальные омедненные пластины решетки осторожно очищают деревянной палочкой или мягкой стальной щеткой, освобождая их от слоя нагара, а затем протирают чистыми тряпками и промывают.

Технологический процесс изготовления катушек состоит из операций намотки, изолировки, пропитки, сушки и контроля катушки можно наматывать на намоточный шаблон, на каркас или непосредственно на изолированный полюс.

Техническое обслуживание электроаппаратов до 1000 В состоит в периодических осмотрах, проверках, чистке и мелком ремонте. Периодичность обслуживания устанавливается местными инструкциями в зависимости от условий эксплуатации, но не реже 1 раза в 2 — 3 месяца.

Большая часть отказов коммутационных аппаратов происходит из-за контактов (контакты не замыкаются или не размыкаются, а также имеют увеличенное контактное сопротивление). Отдельные случаи отказов происходят по причине уменьшения сопротивления изоляции обмоток и замыкания обмоток на корпус. Отказы аппаратов могут быть внезапными и постепенными, вызванными износом и старением отдельных функциональных узлов и деталей аппаратов.

Внезапные отказы контактов аппаратов могут происходить по следующим причинам: поломка контактов, попадание токопроводящих частиц между контактами, пробой изоляции воздушного промежутка между контактами, механическая перегрузка контактов (удары, вибрации, ускорения), перекрытие промежутка между контактами влагой, сваривание контактов, их заклинивание.

Постепенные отказы контактов характеризуются изменением их геометрической формы, образованием плохо проводящей или непроводящей пленки на контактах, уменьшением усилия нажатия пружин исполнительного механизма, износом контактов и увеличением зазора между ними. Характерные неисправности электромагнитных коммутационных аппаратов приведены в таблице ниже.

<b>Неисправности электромагнитных коммутационных аппаратов и рекомендации по их устранению</b>		
<b>Неисправность</b>	<b>Причина и характер неисправности</b>	<b>Способ устранения</b>
Подгорание, глубокая коррозия контактов по линии их первоначального касан	Недостаточное нажатие контактов, их вибрация в момент замыкания	Увеличить начальное нажатие контактов (установкой новой контактной пружины или регулировкой старой)
Затяжное гашение дуги	Несоответствие разрывной мощности контактов характеру и току нагрузки или неправильное включение дугогасительной катушки	Проверить соответствие контактов нагрузке и правильность включения дугогасительной катушки
Повышенный нагрев контактов	Несоответствие контактов режиму работы; недостаточное конечное нажатие, вследствие чего увеличивается переходное сопротивление контактов; ухудшение контактной поверхности	Зачистить оплавления контактной поверхности надфилем; увеличить конечное нажатие контактов; заменить контакты в соответствии с характером нагрузки
Вибрация магнитопровода коммутационных аппаратов переменного тока	Неисправность магнитной системы	Проверить наличие и целостность короткозамкнутого витка; зачистить плоскости прилегания якоря к сердечнику электромагнита; проверить плотность прилегания поверхностей
Неодновременное включение контактов в многополюсных аппаратах		Отрегулировать контакты

При техническом обслуживании электроаппаратов напряжением до 1000 В проводят следующие виды работ:

- чистку, наружный и внутренний осмотр, устранение обнаруженных дефектов и затяжку крепежных резьб;
- контроль нагрева контактов, катушек и других токопроводящих элементов;
- зачистку контактов от загрязнений, окислов, подплавлений и регулировку одновременности их замыкания и размыкания;
- контроль температуры и уровня масла в маслonaполненных аппаратах (доливку масла при необходимости);
- замену плавких вставок и неисправных предохранителей;
- проверку целостности пломб на реле, наличия надписей, указывающих назначение, на аппаратах и щитках;
- проверку работы устройств сигнализации;
- проверку исправности электропроводки, заземляющих устройств, кожухов, рукояток и т. п.

Перед началом осмотра напряжение отключают и принимают меры для исключения возможности его появления на главных контактах и блок-контактах.

Осмотры магнитных пускателей, контакторов, пусковых реостатов, автоматов проводят особенно тщательно, так как от их надежной работы зависит работа технологического оборудования.

Во время осмотра обращается внимание на состояние рабочих контактов и дугогасительных устройств пусковой аппаратуры, гибких связей подвижных контактов, на соответствие токов уставки отключения автомата номинальным токам, наличие короткозамкнутого витка на магнитопроводе.

Чистоту изоляционных поверхностей проверяют, вытирая их сухой салфеткой. Контактные поверхности должны быть постоянно чистыми и хорошо закрепленными. Зачищают их стальной щеткой, протирают салфеткой, смоченной в бензине, смазывают вазелином и туго затягивают винты, так как ослабленное нажатие вызывает нагрев и увеличивает износ контактов. Сила прижима контактов должна соответствовать заводским данным; чрезмерное нажатие повышает вибрацию и гудение контактора.

Автоматические выключатели осматривают не реже одного раза в год или через каждые 2000 включений, а также после каждого автоматического отключения. Нагар и копоть с внутренней стороны выключателя удаляют смоченной бензином салфеткой. При осмотре проверяют затяжку винтов, целостность пружин, состояние контактов и смазывают шарниры.

Во время осмотров обращают внимание на исправность защитных кожухов, в которых находятся пусковые аппараты. При нарушении уплотнений в аппарат может попасть пыль, грязь, которые увеличивают сопротивление контактных поверхностей и их нагрев, ухудшают состояние изоляции, что может привести к старению изоляции, ее пробое и аварии.

Периодически проверяют правильность срабатывания реле и отключения автоматов от тепловых или электромагнитных расцепителей.

Предохранители требуют постоянного наблюдения, замены перегоревших плавких вставок и своевременного ремонта. От их исправности, правильного подбора вставки зависит надежная и безопасная работа электроустановок. Применять следует только калиброванные плавкие вставки. Использование случайных проволок для вставки может привести к авариям и пожарам. Для ускорения подбора и замены перегоревшей вставки на каждом предохранителе должна быть четкая цифра силы номинального тока.

Наиболее повреждаемым элементом выключателей выше 1000 В являются их приводы, отказы которых происходят по следующим причинам: неисправности цепей управления, разрегулирование запирающего механизма, неисправности в подвижных частях, пробой изоляции катушек.

Основными видами повреждений разъединителей являются подгорание и приваривание контактной системы, повреждение изоляторов, неисправности привода и т. д.

Техническое обслуживание электроаппаратов напряжением выше 1000 В проводится в соответствии с инструкцией, утвержденной ответственным за эксплуатацию электрохозяйства.

В объем работ по техническому обслуживанию электроаппаратов выше 1000 В входят:

- осмотры по графику, определяемому местными условиями, но не реже 1 раза в месяц, а для основного оборудования, а также при работе в условиях повышенной влажности и агрессивности среды — не реже 2 раз в месяц;

- ежесуточные осмотры в установках с постоянным дежурством (в том числе не реже 1 раза в месяц в ночное время);

- повседневный контроль за режимами работ электроаппаратов (нагрузками, нагревом и т. д.);

- мелкий ремонт, не требующий специальных отключений и осуществляемый во время перерывов в работе технологических установок.

При осмотрах электрических аппаратов особое внимание обращается на следующие факторы:

- температуру нагрева контактов, контактных соединений и токопроводящих частей, уровень масла в маслонаполненных аппаратах и отсутствие его течей;

- состояние изоляторов;

- состояние ошиновки, кабелей, сети заземления и мест для наложения переносных заземлений;

- исправность устройств сигнализации;

- наличие и исправность постоянных ограждений, предупредительных плакатов и надписей, защитных средств и сроков их периодических испытаний, наличие и соблюдение правил хранения и учета переносных заземлений и противопожарных средств.

Помимо плановых осмотров проводятся внеочередные осмотры после каждого происшедшего короткого замыкания. При тяжелых условиях эксплуатации (сильные загрязнения, пыль, содержание в окружающей среде растворов щелочи или кислоты и т. д.) местные инструкции устанавливают сроки дополнительных осмотров.

Все неисправности и замечания, выявленные в период осмотров, записываются в журнал дефектов и неполадок, доводятся до сведения руководителей энергопредприятия и принимаются соответствующие меры к их устранению.

При наружном осмотре приводов проверяют состояние включающего и отключающего механизма, обращают внимание на сигнализацию положения выключателя, а также на целостность цепей включения и особенно цепей отключения масляных выключателей. Одновременно проверяют состояние всех шарнирных соединений, шплинтов, ограничителей и положение указателей. Осматривают сцепление движущихся частей привода, целостность его пружин, исправность контактов, состояние механизма отключения и положение электромагнита. При обнаружении неисправности устраняют и проверяют работу привода путем включения и отключения выключателя со щита или пульта управления при разобранной схеме присоединения. Такой проверкой определяют четкость работы механизма включения и отключения, правильность соединения приводного механизма с выключателем.

При осмотрах реакторов проверяют отсутствие повреждений бетонных колонок и опорных изоляторов, исправность изоляции и отсутствие деформации витков обмотки.

В высоковольтных выключателях особенно внимательно контролируют исправность контактных систем и приводов. В процессе осмотра производят очистку от пыли, загрязнений и смазку осей и шарниров.

### **Тема 9.12 Схемы управления работой электрооборудования: условные обозначения, составление принципиальных, монтажных, структурных схем; сборка схем, их наладка, испытания.**

#### Инструкционная карта

	Электромонтажная практика для получения первичных профессиональных навыков.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают схемы управления работой электрооборудования. Знают условные обозначения. Владеют навыками составления принципиальных, монтажных, структурных схем.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Определяет технические характеристики и данные на высоковольтное электрооборудование. Определяет технические характеристики и данные на низковольтное электрооборудование.
<b>Технология выполнения задания</b>	Техника безопасности. Ознакомиться со схемами управления работой электрооборудования. Произвести сборку схем, их наладку, испытание. Контроль работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Техническая документация, принципиальные схемы, электромонтажный инструмент, мультиметр, средства индивидуальной защиты

<b>Перечень расходных материалов</b>	принципиальные схемы
--------------------------------------	----------------------

**Схемы управления работой электрооборудования: условные обозначения, составление принципиальных, монтажных, структурных схем; сборка схем, их наладка, испытания.**

**Схема** - это графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений и обозначений составные части изделия и связи между ними.

Схемы входят в комплект конструкторской документации и содержат вместе с другими документами необходимые данные для проектирования, изготовления, сборки, регулировки и эксплуатации изделия.

Схемы предназначены:

- на этапе проектирования - для определения структуры будущего изделия,
- на этапе производства - для ознакомления с конструкцией изделия, разработки технологических процессов изготовления, монтажа и контроля изделия,
- на этапе эксплуатации - для определения неисправностей, ремонта и технического обслуживания изделия.

Схемы и их буквенные обозначения в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия (установки), подразделяют на виды, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Виды схем

№	Вид схемы	Обозначение
1	электрические	Э
2	гидравлические	Г
3	пневматические	П
4	газовые (кроме пневматических)	Х
5	кинематические	К
6	вакуумные	В
7	оптические	Л
8	энергетические	Р
9	деления	Е
10	комбинированные	С

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов схем, разрабатывают несколько схем соответствующих видов, например, схему электрическую принципиальную и схему гидравлическую принципиальную или одну комбинированную схему, содержащую элементы и связи разных видов.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида. Допускается также указывать на схеме элементы и устройства, не входящие в изделие (установку), на которое (которую) составляют схему, но необходимые для разъяснения принципов работы изделия (установки).

Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывая в них местонахождение этих элементов, а также необходимую поясняющую информацию.

В зависимости от основного назначения схемы подразделяют на типы, представленные в таблице 2. Каждому типу схем присваивается цифровое обозначение.

Все схемы по видам делятся на электрические, гидравлические, пневматические, кинематические и комбинированные. Электрики пользуются в основном электрическими схемами. Однако в зависимости от характера электрической установки (различные приводы, линии) в

дополнение к электрическим схемам иногда составляют схемы других видов, например кинематические. Если они служат для лучшего понимания электрической схемы, то допускается схемы обоих видов изображать на одном чертеже.

Схемы подразделяют на семь типов: структурные, функциональные, принципиальные, соединений (монтажные), подключений (схемы внешних соединений), общие и расположения.

Таблица 2

Тип схемы	Обозначение
структурные	1
функциональные	2
принципиальные (полные)	3
соединений (монтажные)	4
подключения	5
общие	6
расположения	7
объединенные	0

Полное наименование схемы определяется видом и типом схемы. Например, схема электрическая принципиальная - ЭЗ, схема электрогидропневмокинематическая принципиальная (комбинированная) - СЗ; схема электрическая соединений и подключения (объединенная) - ЭО.

Дополнительно к схемам или вместо схем (в случаях, установленных правилами выполнения конкретных видов схем) в виде самостоятельных документов выпускают таблицы, которые содержат сведения о расположении устройств, соединениях, местах подключения и другую информацию. Таким документам присваивают код, состоящий из буквы Т и кода соответствующей схемы. Например, код таблицы соединений к электрической схеме соединений ТЭ4. Таблицы соединений записывают в спецификацию после схем, к которым они выпущены, или вместо них.

Ниже будут рассмотрены схемы принципиальные, соединений и подключений как получившие наиболее широкое применение в электрооборудовании промышленных предприятий.

Принципиальные схемы в практике делятся на два типа. Один из них отображает первичные (силовые) сети, и, как правило, выполняется в однолинейном изображении.

В зависимости от назначения схемы на чертеже изображают:

- а) только цепи питающей сети (источники питания и отходящие от них линии);
- б) только цепи распределительной сети (электроприемники, линии, их питающие);
- в) для небольших объектов на принципиальной схеме совмещают изображения цепей питающей и распределительной сетей.

Другой тип принципиальных схем отражает управление приводом, линией, защиту, блокировки, сигнализацию. До введения ЕСКД такие схемы назывались элементными или развернутыми.

Принципиальные схемы этого типа выполняют каждую на отдельном чертеже или некоторые из них показывают на одном чертеже, если это помогает прочесть схему и незначительно увеличивает размеры чертежа. Например, на одном чертеже совмещают схемы управления и общей автоматики или защиты, измерения и управления и т. п.

Полная принципиальная схема содержит те элементы и электрические связи между ними, которые дают полное представление о принципе работы электроустановки, что позволяет прочитать ее схему.

В отличие от полной принципиальной схемы выполняют принципиальные схемы отдельных изделий. Принципиальная схема изделия, как правило, является частью полной принципиальной схемы, так называемой выкопировкой из нее.

Например, схема принципиальная блока управления изображает лишь те элементы, которые устанавливаются в блоке управления. Из этой схемы, естественно, нельзя получить представление

о работе электроустановки в целом, и в этом смысле принципиальные схемы изделий прочтению не поддаются. Однако из принципиальной схемы изделия совершенно ясно, что установлено в изделии и какие соединения необходимо выполнить в его пределах, т. е. ясно именно то, что необходимо изготовителю изделия.

Схемы соединений (монтажные) предназначены для выполнения по ним электрических связей в пределах комплектных устройств, электроконструкций, т. е. соединений аппаратов между собой, аппаратов с наборными рейками и т. п. К схемам соединений относятся также схемы, по которым выполняют соединения в пределах определенной электроустановки, т. е. соединяют ее части. Примером такой схемы может служить схема соединений электропривода задвижки.

Схемы подключения (схемы внешних соединений) служат для соединений электрооборудования между собой проводами, кабелями, а иногда и шинами. При этом предполагается, что это электрическое оборудование территориально «разбросано». Схему подключений выполняют, например, для соединений между разными комплектными устройствами, для соединений между комплектными устройствами с отдельно стоящими электроприемниками и аппаратами, для соединений отдельно стоящих аппаратов между собой и т. п.

К схемам подключений относят также соединения между разными монтажными блоками, входящими в состав одного комплектного устройства, например соединения в пределах щита управления, превышающего по длине размер 4 м (максимальный размер монтажного блока, в пределах которого предприятие-изготовитель выполняет сам все соединения, составляет 4 м).

#### Проверка и наладка электрических схем

Проверка и наладка электрических схем автоматизации включает: осмотр схемы, проверку надежности контактов; прозвонку цепей; измерение сопротивления изоляции; испытание изоляции повышенным напряжением; проверку отдельных элементов; испытание отдельных цепей и комплексное испытание схемы.

Осмотр схемы. Схему осматривают с целью определения качества монтажа и соответствия его требованиям проекта. На схемах щитов и пультов автоматизации, которые монтируют установочными проводами сечением не менее 1 мм<sup>2</sup> типа ПР, ПРЛ, ПВ, каждый провод должен иметь оконцеватель и бирку с маркировкой. Соединения в таких схемах выполняют, как правило, винтовыми зажимами. Под один зажим на клеммной сборке подключают не более одного провода. Под один винтовой зажим приборов, регуляторов и вспомогательных устройств разрешается подключать не более двух проводов, причем между ними должна быть проложена шайба. Клеммы, на которые подается питание или случайное соединение которых вызывает опасный режим, должны быть отделены одна от другой свободными клеммами. Клеммные ряды напряжением 220 и 380 В закрывают кожухами.

В помещениях с нормальными условиями допускается сухая разделка кабелей, в остальных помещениях разделка должна быть герметичной с применением битумных или эпоксидных компаундов.

Плотность соединений винтовых зажимов проверяют подтяжкой винтов и пошатыванием проводов. В некоторых случаях плотность соединения проверяют измерением переходного сопротивления контактов микроомметром.

Соединения в схемах автоматизации, в которых монтаж выполнен монтажными проводами небольших сечений типа МВ, МШР, выполняют пайкой или сваркой. В приборах заводского изготовления все проверенные места пайки и сварки должны быть закрашены.

Прозвонка цепей. Электрические провода и цепи прозванивают, если за отдельными проводами в пакете нельзя проследить. Прозванивают также жилы кабелей и т. п. Смонтированную схему для проверки правильности маркировки прозванивают двумя способами: пробником, в качестве которого используют омметр, мегаомметр или схему, состоящую из источника тока, лампочки, вольтметра или звонка; микротелесфонными трубками.

Измерение сопротивления изоляции. Перед измерением сопротивления изоляции необходимо убедиться в отсутствии напряжения и заряда в испытуемых цепях и обмотках, аккуратно очистить от загрязнений всю проверяемую аппаратуру, места разделки кабелей, зажимы и провода. Тщательно подготовить проверяемые схемы, обеспечить подачу испытательного напряжения от мегаомметра на все элементы схемы, закоротить и заземлить полюса питания после

предохранителей, а также проверить, не остались ли незаземленными некоторые элементы испытываемой схемы между разомкнутыми контактами реле и ключей.

При измерении сопротивления изоляции силовых кабельных проводок напряжение мегаомметра выбирают в зависимости от класса помещения: 1000 В в помещениях всех классов и 500 В во взрывоопасных помещениях всех классов и пожароопасных класса П-1. Сопротивление изоляции цепей с терморезисторами, терморезисторами, а также работающих при напряжении ниже 60 В следует измерять мегаомметром на 250 В или омметром на более низкие напряжения. Для присоединения мегаомметра к исследуемому объекту используют гибкие провода с малым сопротивлением. Перед измерением мегаомметр подвергают контрольной проверке, для чего его показания проверяют при разомкнутых и замкнутых проводах. В первом случае стрелка должна показывать «бесконечность», во втором — «нуль».

На сопротивление изоляции влияют:

а) длительность измерения. Сопротивление неувлажненной изоляции из неорганических материалов с течением времени возрастает, поэтому отсчет ведут через 60 с после включения мегаомметра;

б) температура изоляции. С повышением температуры сопротивление изоляции уменьшается. При снятии показаний необходимо измерять температуру изоляции и фиксировать в протоколе измерений;

в) увлажненность изоляции. В некоторых случаях изоляцию следует сушить теплым воздухом перед измерением;

г) загрязненность изоляции. Перед измерением сопротивления изоляции объекты измерений необходимо обдуть сжатым воздухом.

Сопротивление изоляции схем автоматизации должно соответствовать требованиям заводов — изготовителей аппаратуры; для каждой схемы оно должно быть не ниже 1 МОм. После измерения испытываемые цепи должны быть разряжены путем их заземления на время не меньше 60 с.

Проверка и наладка отдельных элементов схемы. Если схема состоит из элементов, соединенных пайкой, то отдельные элементы в процессе наладки проверяют только при подозрении в их неисправности. Обычно же схемы проверяют в комплекте путем контроля параметров на входе всего устройства и на выходе из него. На схемах щитов и пультов, где элементы соединены разъемными винтовыми зажимами, проверяют каждый элемент в отдельности. Всю работу по проверке элементов с помощью временных схем (рабочих, наладочных) нужно выполнять, строго соблюдая правила безопасности и правила подготовки рабочего места.

Схему автоматизации проверяют в следующей последовательности: снимают характеристики реле, проверяют силу тока и напряжение срабатывания и отпускания реле и контактов, проверяют их временные характеристики; определяют погрешности измерительных приборов; снимают характеристики вторичных приборов и регуляторов, а также трансформаторов, магнитных, электромагнитных, электронных и прочих усилителей, стабилизаторов, мультивибраторов, триггеров и других элементов; проверяют защиту.

Отдельные цепи и схемы автоматизации в целом испытывают на проверенной по элементам схеме подачей рабочего напряжения. При этом в цепях устанавливают временные предохранители, так как возможны их неоднократные сгорания. Необходимо предусмотреть защиту от возможной путаницы в фазах, с тем чтобы предотвратить возможные аварии.

Комплексную проверку работы схемы проводят при допустимых отклонениях напряжения рабочего тока. Порядок и условия подачи напряжения на схему должны быть строго регламентированы и согласованы со смежными организациями.

## Раздел 10. Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.

### Тема 10.1 Требования охраны труда и техники безопасности на предприятии, промышленная безопасность.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают требования охраны труда и техники безопасности на предприятии. Студенты знакомятся с требованиями охраны труда и техники безопасности на предприятии.и следуют этим правилам.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Знать основные требования охраны труда и техники безопасности на предприятии. Уметь различать основные понятия. Изучить Закон Республики Казахстан "О БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ТРУДА"
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Закон Республики Казахстан "О БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ТРУДА"
<b>Перечень расходных материалов</b>	

В Законе "О БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ТРУДА" используются следующие основные понятия:

1) **аттестация производственных объектов по условиям труда** - деятельность по оценке производственных объектов, цехов, участков, рабочих мест с целью определения состояния безопасности, вредности, тяжести, напряженности выполняемых на них работ, гигиены труда и определения соответствия условий производственной среды нормативам условий труда;

2) **безопасность труда** - состояние защищенности работника, обеспеченное комплексом мероприятий, исключающих вредное и опасное воздействие на работников в процессе трудовой деятельности;

3) **безопасные условия труда** - условия труда, созданные работодателем, при которых воздействие на работника вредных и опасных производственных факторов отсутствует либо уровень их воздействия не превышает нормы безопасности;

4) **безопасность производственного оборудования** - соответствие производственного оборудования требованиям безопасности труда при выполнении им заданных функций в условиях, установленных нормативно - технической и проектной документацией;

5) **безопасность производственного процесса** - соответствие производственного процесса требованиям безопасности труда в условиях, установленных нормативно - технической документацией;

6) **вредный производственный фактор** - производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к заболеванию или снижению трудоспособности;

7) **вредные (особо вредные) условия труда** - условия труда, при которых воздействие определенных производственных факторов приводит к снижению работоспособности или заболеванию работника;

8) **гигиена труда** - комплекс санитарно - гигиенических мер и средств по сохранению здоровья работников, профилактике неблагоприятного воздействия производственной среды и трудового процесса;

9) **мониторинг безопасности и охраны труда** - система наблюдений за состоянием безопасности и охраны труда на производстве, а также оценка и прогноз состояния безопасности и охраны труда в республике;

10) **несчастный случай на производстве** - воздействие на работника производственного фактора при выполнении им трудовых (служебных) обязанностей или заданий работодателя, в результате которого произошли травма, внезапное ухудшение здоровья или отравление работника, которые привели его к временной или стойкой утрате трудоспособности, профессиональному заболеванию либо смерти;

11) **нормы безопасности** - качественные и количественные показатели, характеризующие условия производства, производственный и трудовой процесс с точки зрения обеспечения организационных, технических, санитарно - гигиенических, биологических и иных норм, правил, процедур и критериев, направленных на сохранение жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности;

12) **нормативы условий труда** - нормативы, содержащие эргономические, санитарно - гигиенические и психофизиологические и иные требования, обеспечивающие нормальные условия труда;

13) **общественный инспектор по охране труда** - представитель работников, осуществляющий общественный контроль в области безопасности и охраны труда, назначаемый профсоюзным органом организации, а при отсутствии профсоюза - общим собранием работников;

14) **опасный производственный фактор** - производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к временной или стойкой утрате трудоспособности (травме или профессиональному заболеванию) или смерти;

15) **опасные (особо опасные) условия труда** - условия труда, при которых воздействие определенных производственных факторов приводит в случае несоблюдения правил охраны труда к внезапному резкому ухудшению здоровья или травме работника либо его смерти;

16) **охрана труда** - система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально - экономические, организационно - технические, санитарно - гигиенические, лечебно - профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства;

17) **представители работников** - уполномоченные работниками органы профессиональных союзов и их объединений, а в их отсутствие иные представители или организации, созданные в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан;

18) **производственное оборудование** - машины, механизмы, аппараты и иные технические средства;

19) **производственная санитария** - система санитарно - гигиенических, организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работников вредных производственных факторов;

20) **профессиональное заболевание** - хроническое или острое заболевание, вызванное воздействием на работника вредных производственных факторов в связи с выполнением им своих трудовых (служебных) обязанностей;

21) **рабочее место** - место постоянного или временного нахождения работника при выполнении им трудовых обязанностей в процессе трудовой деятельности;

22) **специальная одежда** - одежда, обувь, головной убор, рукавицы, предназначенные для защиты работника от вредных и опасных производственных факторов;

23) **средства индивидуальной защиты** - средства, предназначенные для защиты работника от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

24) **средства коллективной защиты** - технические средства, предназначенные для одновременной защиты двух и более работающих от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

25) **территориальные подразделения уполномоченного государственного органа по безопасности и охране труда** (далее - территориальные подразделения) - структурные подразделения уполномоченного государственного органа по безопасности и охране труда, осуществляющие в пределах соответствующей административно - территориальной единицы полномочия в сфере трудовых отношений в соответствии с законодательством Республики Казахстан;

26) **тяжелые физические работы** - виды деятельности, связанные с подъемом или перемещением тяжестей вручную, либо другие работы с расходом энергии более 300 ккал/час;

27) **уполномоченный государственный орган в области промышленной безопасности** - центральный исполнительный орган Республики Казахстан, осуществляющий в пределах предоставленных полномочий реализацию государственной политики в области промышленной безопасности;

28) **уполномоченный государственный орган по безопасности и охране труда** (далее - уполномоченный орган) - центральный исполнительный орган, осуществляющий полномочия в сфере трудовых отношений в соответствии с законодательством Республики Казахстан;

29) **условия безопасности труда** - совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника в процессе труда.

## Тема 10.2 Классификация инструктажей по технике безопасности.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Студенты знакомятся с видами инструктажей по технике безопасности. Знают виды инструктажей по технике безопасности, порядок их проведения и оформления.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует основные виды инструктажей по технике безопасности.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	технологические карты.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Виды инструктажей работников по охране труда, порядок их проведения и оформления.

Все виды инструктажей следует считать элементами учебы. При инструктаже особое внимание надо уделять рабочим со стажем до 1 года, а также опытным рабочим с большим стажем. Эти категории рабочих наиболее подвержены травматизму. В первом случае - из-за неопытности, во втором - из-за чрезмерной самоуверенности. Разбор несчастных случаев, проработка приказов есть также своеобразная форма обучения. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяют на:

- 1) вводный;
- 2) первичный на рабочем месте;
- 3) повторный;
- 4) внеплановый;
- 5) целевой.

Вводный инструктаж и первичный на рабочем месте проводятся по утвержденным программам.

### **Вводный инструктаж**

Вводный инструктаж по безопасности труда проводит инженер по охране труда или лицо, на которое возложены эти обязанности, со всеми вновь принимаемыми на работу не зависимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику, а также учащимися в учебных заведениях. О проведении вводного инструктажа делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего, а также в документе о приеме на работу или контрольном листе. Проведение вводного инструктажа с учащимися регистрируют в журнале учета учебной работы.

### **Первичный инструктаж**

Первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте до начала производственной деятельности проводит непосредственный руководитель работ по инструкциям по охране труда, разработанным для отдельных профессий или видов работ:

- со всеми работниками, вновь принятыми в организацию, и переводимыми из одного подразделения в другое;
- с работниками, выполняющими новую для них работу, командированными, временными работниками;
- со строителями, выполняющими строительно-монтажные работы на территории действующей организации;
- со студентами и учащимися, прибывшими на производственное обучение или практику перед выполнением новых видов работ, а также перед изучением каждой новой темы при проведении практических занятий в учебных лабораториях, классах, мастерских, участках.

Лица, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов, первичный инструктаж не проходят.

Перечень профессий и должностных работников, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, утверждает руководитель организации по согласованию с профсоюзным комитетом и службой охраны труда. Все работники, в том числе выпускники профтехучилищ, после первичного инструктажа на рабочем месте должны в течение первых 2 - 14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) пройти стажировку по безопасным методам и приемам труда на рабочем месте под руководством лиц, назначенных приказом (распоряжением) по предприятию (подразделению, цеху, участку и т.п.). Ученики и практиканты прикрепляются к квалифицированным специалистам на время практики.

### **Повторный инструктаж**

Повторный инструктаж проходят все работающие, за исключением лиц, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, не зависимо от их квалификации, образования и стажа работы не реже чем через 6 месяцев. Его проводят с целью проверки знаний правил и инструкций по охране труда, а также с целью повышения знаний индивидуально или с группой работников одной профессии, бригады по программе инструктажа на рабочем месте. По согласованию с соответствующими органами государственного надзора для некоторых категорий работников может быть установлен более продолжительный (до 1 года) срок прохождения повторного инструктажа.

Повторный инструктаж проводится по программам первичного инструктажа на рабочем месте.

### **Внеплановый инструктаж**

Внеплановый инструктаж проводится:

- при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;
- при изменении, технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;

- при нарушении работающими и учащимися требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;
- по требованию органов надзора;
- при перерывах в работе - для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда, более чем 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев.

Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяют в каждом конкретном случае в зависимости от причин или обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения. Внеплановый инструктаж отмечается в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте с указанием причин его проведения.

Внеплановый инструктаж проводит непосредственно руководитель работ (преподаватель, мастер).

#### **Целевой инструктаж**

Целевой инструктаж проводится:

- при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями работника по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия, цеха и т.п.);
- при ликвидации последствий аварии, стихийных бедствий, производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и другие документы.

Целевой инструктаж проводится непосредственно руководителем работ и фиксируется в журнале инструктажей и необходимых случаях - в наряде-допуске.

#### **Примерный перечень основных вопросов вводного инструктажа**

1. Общие сведения о предприятии, организации, характерные особенности производства.
2. Основные положения законодательства об охране труда.
  - 2.1. Трудовой договор, рабочее время и время отдыха, охрана труда женщин и лиц моложе 18 лет. Льготы и компенсации.
  - 2.2. Правила внутреннего трудового распорядка организации, ответственность за нарушение правил.
  - 2.3. Организация работы по охране труда в организации. Ведомственный, государственный надзор и общественный контроль за состоянием охраны труда.
3. Общие правила поведения работающих на территории предприятия, в производственных и вспомогательных помещениях. Расположение основных цехов, служб, вспомогательных помещений.
4. Основные опасные и вредные производственные факторы, характерные для данного производства. Методы и средства предупреждения несчастных случаев и профессиональных заболеваний: средства коллективной защиты, плакаты, знаки безопасности, сигнализация. Основные требования по предупреждению электротравматизма.
5. Основные требования производственной санитарии и личной гигиены.
6. Средства индивидуальной защиты (СИЗ). Порядок и нормы выдачи СИЗ, сроки носки.
7. Обстоятельства и причины отдельных характерных несчастных случаев, аварий, пожаров, происшедших на предприятии и других аналогичных производствах из-за нарушения требований безопасности.
8. Порядок расследования и оформления несчастных случаев и профессиональных заболеваний.
9. Пожарная безопасность. Способы и средства предотвращения пожаров, взрывов, аварий. Действия персонала при их возникновении.
10. Первая помощь пострадавшим. Действия работающих при возникновении несчастного случая на участке, в цехе.

#### **Примерный перечень основных вопросов первичного инструктажа на рабочем месте**

1. Общие сведения о технологическом процессе и оборудовании на данном рабочем, производственном участке, в цехе. Основные опасные и вредные производственные факторы, возникающие при данном технологическом процессе.

2. Безопасная организация и содержание рабочего места.
3. Опасные зоны машины, механизма, прибора. Средства безопасности оборудования: предохранительные, тормозные устройства и ограждения, системы блокировки и сигнализации, знаки безопасности.
4. Порядок подготовки к работе (проверка исправности оборудования, пусковых приборов, инструмента и приспособлений, блокировок, заземления и других средств защиты).
5. Безопасные приемы и методы работы. Действия при возникновении опасной ситуации.
6. Средства индивидуальной защиты на данном рабочем месте и средства пользования ими.
7. Схема безопасного передвижения работающих на территории участка, цеха.
8. Внутрицеховые транспортные и грузоподъемные средства и механизмы.
9. Характерные причины аварий, взрывов, пожаров, случаев производственных травм.
10. Меры предупреждения аварий, взрывов, пожаров. Обязанность и действия при аварии, взрыве, пожаре. Способы применения имеющихся на участке средств пожаротушения, противоаварийной защиты и сигнализации, места их расположения.

### Тема 10.3 Классификация инструктажей по противопожарной безопасности.

Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Студенты знакомятся с видами инструктажей по противопожарной безопасности. Знают виды инструктажей по противопожарной безопасности, порядок их проведения и оформления.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует основные виды инструктажей по противопожарной безопасности.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнить проект.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкция по пожарной безопасности
<b>Перечень расходных материалов</b>	

#### Виды инструктажей по пожарной безопасности

В обязанности работодателя входит обеспечение безопасных условий и охраны труда работников, в том числе работодатель должен обучать своих работников мерам пожарной безопасности.

#### Инструктаж по пожарной безопасности

Основными видами обучения работников мерам пожарной безопасности являются противопожарный инструктаж и изучение минимума пожарно-технических заданий.

#### Противопожарный инструктаж: для чего нужен

Такой инструктаж проводится с целью:

- доведения до работников основных требований пожарной безопасности;
- изучения пожарной опасности технологических процессов производств и оборудования, средств противопожарной защиты;
- информирования работников об их действиях в случае возникновения пожара.

#### Виды противопожарных инструктажей

Установлены следующие виды противопожарных инструктажей:

- вводный;
- первичный на рабочем месте;

- повторный;
- внеплановый;
- целевой.

### **Вводный инструктаж по пожарной безопасности для сотрудников**

Этот инструктаж проводится:

- с абсолютно всеми вновь принимаемыми работниками;
- с сезонными работниками;
- с командированными в организацию работниками;
- с учениками, прибывшими на производственное обучение/практику;
- с другими категориями работников (граждан) по решению руководителя организации.

Вводный инструктаж проводит руководитель организации или лицо, ответственное за пожарную безопасность, назначенное соответствующим приказом руководителя, в специально оборудованном помещении с использованием наглядных пособий и учебно-методических материалов.

Вводный инструктаж проводится по программе, разработанной с учетом требований стандартов, правил, норм и инструкций по пожарной безопасности и утвержденной руководителем организации. В заключение вводного инструктажа проводится практическая тренировка действий при возникновении пожара и проверка знаний средств пожаротушения и систем противопожарной защиты.

### **Первичный инструктаж по пожарной безопасности**

Первичный инструктаж по пожарной безопасности на рабочем месте проходят:

- все вновь принятые работники;
- работники, переводимые из одного подразделения организации в другое;
- работники, выполняющие новую для них работу;
- командированные в организацию работники;
- сезонные работники;
- специалисты строительного профиля, выполняющими строительно-монтажные и иные работы на территории организации;
- обучающиеся, прибывшие на производственное обучение/практику.

Первичный инструктаж проводит лицо, назначенное руководителем организации ответственным за обеспечение пожарной безопасности в конкретном структурном подразделении компании.

Первичный инструктаж, так же как и вводный, проводится по утвержденной руководителем программе.

Первичный инструктаж проводится индивидуально с каждым работником, с практическим показом и отработкой умений пользоваться первичными средствами пожаротушения, действий при возникновении пожара, правил эвакуации, помощи пострадавшим. Правда, инструктаж возможен и с группой лиц, обслуживающих однотипное оборудование, и в пределах общего рабочего места.

Важно отметить, что все работники организации, имеющей пожароопасное производство, а также работающие в зданиях/сооружениях с массовым пребыванием людей (свыше 50 человек) должны практически показать умение действовать при пожаре, использовать первичные средства пожаротушения.

Кстати, работодатели часто задают вопрос, какой противопожарный инструктаж должны проходить работники, вновь принимаемые на работу? Как видим, такие работники должны проходить вводный и первичный инструктажи.

### **Повторный инструктаж по пожарной безопасности**

Такой инструктаж проводится ответственным за пожарную безопасность лицом со всеми работниками, независимо от их квалификации, образования, стажа, характера выполняемой работы.

Повторный инструктаж по пожарной безопасности (периодичность проведения):

- не реже одного раза в полугодие, если в организации есть пожароопасное производство;
- не реже одного раза в год, если в организации нет пожароопасного производства.

График проведения повторного инструктажа утверждает руководитель организации.

Повторный инструктаж проводится индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование в пределах общего рабочего места по программе первичного инструктажа.

В ходе инструктажа проверяются знания стандартов, правил, норм и инструкций по пожарной безопасности, умение пользоваться первичными средствами пожаротушения, знание путей эвакуации, систем оповещения о пожаре и управления процессом эвакуации людей.

#### **Внеплановый инструктаж по пожарной безопасности**

Данный вид инструктажа проводится, в частности:

- при введении в действие новых или изменении ранее разработанных правил, норм, инструкций по пожарной безопасности, иных документов, содержащих требования пожарной безопасности;
- при изменении технологического процесса производства, замене или модернизации оборудования, инструментов, исходного сырья, материалов, а также изменении других факторов, влияющих на противопожарное состояние объекта;
- при нарушении работниками организации требований пожарной безопасности, которые могли привести или привели к пожару;
- при установлении фактов неудовлетворительного знания работниками организаций требований пожарной безопасности.

Внеплановый инструктаж проводится работником, ответственным за обеспечение пожарной безопасности в организации, или непосредственно руководителем работ (мастером, инженером), имеющим необходимую подготовку, индивидуально или с группой работников одной профессии.

Объем и содержание внепланового инструктажа зависят от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

#### **Целевой противопожарный инструктаж**

Этот инструктаж проводится:

- при выполнении разовых работ, связанных с повышенной пожарной опасностью (к примеру, к таким работам относятся сварочные работы);
- при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;
- при выполнении работ, на которые оформляется наряд-допуск;
- при выполнении огневых работ во взрывоопасных производствах;
- при проведении экскурсий в организации;
- при организации массовых мероприятий с обучающимися;
- при подготовке в организации мероприятий с массовым пребыванием людей (конференции, совещания и т.д.) с числом участников более 50 человек.

Как правило, целевой инструктаж проводится лицом, ответственным за обеспечение пожарной безопасности в организации.

Также целевой инструктаж может быть проведен непосредственно руководителем работ (мастером, инженером) и в установленных правилами пожарной безопасности случаях — в наряде-допуске на выполнение работ.

По итогам целевого инструктажа по пожарной безопасности проводится проверка приобретенных работником знаний и навыков пользования первичными средствами пожаротушения, действий при возникновении пожара, знаний правил эвакуации, помощи пострадавшим, лицом, проводившим инструктаж.

#### **Журнал учета инструктажей по пожарной безопасности**

О проведении каждого из видов противопожарных инструктажей делается запись в журнале учета проведения инструктажей. В журнале обязательно расписывается и инструктор, и работник, прошедший инструктаж.

### **Тема 10.4 Основные требования по производственной санитарии.**

#### **Инструкционная карта**

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Студенты знакомятся с требованиями по производственной санитарии.

<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Перечисляет и обосновывает основные требования производственной санитарии.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкция по производственной санитарии.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### **Основные требования производственной санитарии и личной гигиены.**

*Гигиена труда и производственная санитария* изучают профессиональные вредности, возникающие в той или иной производственной обстановке, с целью разработки и реализации, профилактических мер, обеспечивающих безопасные условия труда.

Гигиена труда изучает влияние производственной среды на здоровье работающих и на этой основе разрабатывают санитарные нормы, предельно допустимые концентрации (ПДК), выбросы (ПДВ) и другие нормативные документы.

Производственная санитария осуществляет путем санитарного надзора реализацию норм, правил, инструкций и т.д.

Среди условий работы важнейшее значение для здоровья человека имеет характер его труда и та обстановка, в которой осуществляется трудовой процесс. Для работников соблюдение личной гигиены в производственных условиях должно отвечать современным требованиям производственной гигиены.

Немаловажное значение имеет соблюдение требований по режиму труда, отдыха и питания. Работники должны регулярно использовать предоставляемую им возможность для периодического отдыха и питания (перерыв), в обеденный перерыв принимать горячую пищу.

К концу рабочей смены у человека неизбежно появляется утомление. Полностью восстановить работоспособность организма может только сон. Поэтому особенно следует следить за тем, чтобы сон был достаточным по продолжительности и полноценным. Регулярное чередование труда и отдыха значительно экономит силы организма, повышает работоспособность и положительно отражается на здоровье работающих.

Обеспечение санитарно-бытового обслуживания работников в соответствии с требованиями охраны труда возлагается на работодателя.

В этих целях на предприятии по установленным нормам оборудуются санитарно-бытовые помещения, помещения для приема пищи, помещения для оказания медицинской помощи, комнаты отдыха в рабочее время и психологической разгрузки; устанавливаются аппараты (устройства) для обеспечения работников горячих цехов и участков газированной соленой водой и др.

Состав санитарно-бытовых помещений (гарберобных, душевых, умывальных, комнат личной гигиены женщин, уборных, помещений для отдыха, чистки спецодежды и др.) зависит от санитарно-гигиенической характеристики выполняемых на предприятии производственных процессов.

В местах постоянного сбора работающих, а также кабинетах по "Охране труда" должны иметься: набор (аптечка) необходимых приспособлений и средств для оказания первой медицинской помощи; плакаты, посвященные правилам оказания первой помощи, выполнения искусственного дыхания и наружного массажа сердца, вывешенные на видных местах.

Организация рабочего места (зоны), его оборудование и оснастка должны соответствовать характеру выполняемых операций, обеспечивать безопасность труда, сохранение здоровья и трудоспособности работающих.

Уровни опасных и (или) вредных производственных факторов, воздействующих на человека на рабочем месте (зоне), не должны превышать установленных предельно-допустимых значений. При необходимости рабочее место оснащают средствами защиты от указанных факторов.

Планировка и размеры рабочего места должны обеспечивать удобную рабочую позу и безопасность работающих.

Места производства работ, движения людей и транспорта необходимо систематически очищать от мусора и отходов, снега и льда.

Шпальные ящики и обочины земляного полотна в местах постоянной работы на станциях должны быть засыпаны балластом на уровне с поверхностью шпал.

Материалы, детали и т.п. следует хранить в специально отведенных местах. Загромождение проездов, проходов и беспорядочная укладка материалов запрещаются.

На рабочих местах необходимо постоянно обеспечивать установленные нормами уровни освещения, предельно допустимые уровни шума, загазованности, запыленности и других вредных факторов.

### **Тема 10.5 Классификация помещений по условиям окружающей среды, степени опасности поражения людей электрическим током, степени пожаро- и взрывоопасности.**

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают классификацию помещений по условиям окружающей среды. Знают классификацию помещений по степени пожаро- и взрывоопасности. Умеют различать помещения по степени опасности поражения людей электрическим током.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Классифицирует помещения по условиям окружающей среды, степени опасности поражения людей электрическим током, степени пожаро- и взрывоопасности.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта
<b>Перечень расходных материалов</b>	

#### **Классификация помещений по условиям окружающей среды**

Нормальная работа электроустановок зависит от различных факторов окружающей среды. На электрические сети и электрооборудование влияют температура окружающей среды и резкие ее изменения, влажность, пыль, пары, газ, солнечная радиация. Эти факторы могут изменять срок службы электрооборудования и кабелей, ухудшать условия их работы, вызывать аварийность, повреждения и даже разрушение всей установки.

Особенно зависят от условий окружающей среды электрические свойства изоляционных материалов, без которых не обходится ни одно электрическое устройство. Эти материалы под влиянием климата и даже изменения погоды могут быстро и существенно менять, а при критических обстоятельствах терять свои электроизоляционные свойства.

Влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на электрооборудование необходимо учитывать при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок. Требования по защите электрооборудования и кабельных изделий от воздействия неблагоприятных факторов в процессе хранения, монтажа и эксплуатации изложены в ПУЭ и СНиП.

В зависимости от характера окружающей среды и требований по защите электроустановок от ее воздействия в ПУЭ различают внутренние помещения и наружные установки.

В свою очередь, внутренние помещения делятся на *сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные, с химически активной средой, пожароопасные и взрывоопасные*, а наружные

(или открытые) установки — на *нормальные, пожароопасные и взрывоопасные*. Электроустановки, защищенные только навесами, относят к наружным.

*Сухими* считают помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60 %. Если в таких помещениях температура не превышает 30 °С, нет технологической пыли, активной химической среды, пожаро- и взрывоопасных веществ, то их называют помещениями с нормальной средой.

*Влажные* помещения характеризуются относительной влажностью воздуха 60...75 % и наличием паров или конденсирующейся влаги, выделяющихся временно и в небольших количествах. Большая часть электрооборудования рассчитана на работу при относительной влажности, не превышающей 75 %, поэтому в сухих и влажных помещениях используют электрооборудование в нормальном исполнении. К влажным помещениям относят насосные станции, производственные цеха, где относительная влажность поддерживается в пределах 60...75%, отапливаемые подвалы, кухни в квартирах и т. п.

В *сырых* помещениях относительная влажность длительно превышает 75 % (например, некоторые цеха металлопроката, цементных заводов, очистных сооружений и т.п.). Если относительная влажность воздуха в помещениях близка к 100 %, т. е. потолок, пол, стены, предметы в них покрыты влагой, то эти помещения относят к особо сырм.

На отдельных производствах металлургической и других отраслей промышленности (например, в литейных, термических, прокатных и доменных цехах) температура воздуха длительное время превышает 30 °С. Такие помещения называют *жаркими*. Одновременно они могут быть влажными или пыльными.

*Пыльными* считают помещения, в которых по условиям производства образуется технологическая пыль в таком количестве, что она оседает на проводах, проникает внутрь машин, аппаратов и т.д.

Различают пыльные помещения с токопроводящей и нетокопроводящей пылью. Пыль, не проводящая ток, не ухудшает качество изоляции, однако благоприятствует увлажнению ее и токоведущих частей электрооборудования вследствие своей гигроскопичности.

В помещениях с химически активной средой по условиям производства постоянно или длительно содержатся пары или образуются отложения, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

### **Классификация помещений по степени пожаро - и взрывоопасности.**

*Пожароопасными* называют помещения, в которых применяют или хранят горючие вещества. По степени пожароопасности их подразделяют на три класса: П-I, П-II, П-Па. К первому классу относятся помещения, в которых используют или хранят пожароопасные жидкости, ко второму классу — помещения, по условиям производства в которых выделяется взвешенная горючая пыль, не образующая взрывоопасных концентраций, а к последнему классу — помещения, где хранятся и используются твердые или волокнистые горючие вещества, не образующие взвешенных в воздухе смесей.

*Взрывоопасными* называют помещения, в которых по условиям производства могут образоваться взрывоопасные смеси горючих газов или паров с воздухом, кислородом или другими газами — окислителями горючих веществ, а также смеси горючих пылей или волокон с воздухом при переходе их во взвешенное состояние.

*Взрывоопасные* установки по степени опасности использования электрооборудования разделяют на шесть классов: В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II и В-IIa.

В установках класса В-I по условиям производства может происходить недлительное образование взрывоопасных смесей горючих газов или паров с воздухом либо другим окислителем при нормальных технологических режимах.

К классу В-Ia относят установки, в которых взрывоопасные смеси паров и газов могут образоваться только при авариях или неисправностях технологического оборудования. Для установок класса В-Iб характерно лишь местное образование взрывоопасных концентраций паров и газов в воздухе в незначительных объемах при надежно действующей вентиляции.

Наружные установки, образующие опасные взрывные концентрации горючих газов или паров, относят к классу В-Iг. В установках класса В-II могут создаваться взрывоопасные концентрации

взвешенных горючих пылей при нормальной работе технологического оборудования, а в установках класса В-IIa — лишь при авариях или неисправностях.

Наружные установки, в которых перерабатывают или хранят горючие жидкости либо твердые горючие вещества (открытые склады минеральных масел, угля, торфа, дерева и т.п.), относятся к пожароопасным класса П-III.

Помещения классифицируют по наиболее высокому классу взрывоопасности расположенных в них установок. Агрессивная, сырая, пыльная и подобные им среды не только ухудшают условия работы электрооборудования, но и повышают опасность электроустановок для обслуживающих их людей. Поэтому в ПУЭ помещения в зависимости от возможности поражения людей электрическим током подразделяют на три группы: с повышенной опасностью, особо опасные и без повышенной опасности.

Большинство производственных помещений относятся к помещениям с повышенной опасностью, т. е. для них характерны наличие сырости (относительная влажность длительное время превышает 75 %) или проводящей пыли, токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных), высокой температуры (длительное время превышающей 30 °С), а также возможности одновременного прикосновения человека к соединенным с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой.

Для особо опасных помещений характерны особая сырость или наличие химически активной среды либо двух и более условий повышенной опасности.

Если в помещениях отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность, их называют помещениями без повышенной опасности. В зависимости от вида технологической деятельности в помещениях различных категорий и возможности поражения людей электрическим током определяются характер исполнения электрооборудования, применяемого для данной среды, виды и способы выполнения электрических сетей.

#### **Классификация помещений с точки зрения электробезопасности**

Меры по обеспечению электробезопасности зависят от назначения помещения, в котором расположена электроустановка, и от характера помещения. По назначению различают специализированные помещения с электроустановками и помещения другого назначения (производственные, бытовые, служебные, торговые и т. п.).

Состояние атмосферного воздуха и другие факторы окружающей среды могут усиливать или ослаблять опасность поражения людей электрическим током. Так, например, сырость, токопроводящая пыль, едкие пары и газы, жара разрушающе действуют на изоляцию электрооборудования, приводит к снижению сопротивления тела человека.

Опасность поражения электрическим током возрастает также при наличии токопроводящих полов и близко расположенных к электрооборудованию металлических заземленных предметов, способствующих созданию электрической цепи через тело человека.

По степени опасности поражения людей электрическим током все помещения электроустановок, согласно ПУЭ, делит на три класса: без повышенной опасности, с повышенной опасностью и особо опасные.

Помещения с электроустановками - это такие помещения или отгороженные части помещения, в которых установлено эксплуатируемое электрооборудование и которые доступны только для личного состава, имеющего необходимую квалификацию и допуск для обслуживания электроустановок.

Помещения с электроустановками характеризуются, как правило, условиями, отличающимися от нормальных, повышенной температурой, влажностью и большим количеством металлического оборудования, соединенного с землей. Все это создает повышенную опасность поражения электрическим током. В Правилах устройства электроустановок приведена следующая классификация помещений: сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие и пыльные.

Сухими помещениями называют помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.

Влажными помещениями называют помещения, в которых пары и конденсирующая влага выделяются лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

Сырыми помещениями называют помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%.

Особо сырыми помещениями называют помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолки, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

Жаркими помещениями называют помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более суток) 35° С.

Пыльными помещениями называют помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п. Пыльные помещения разделяют на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью. Кроме того, различают помещения с химически активной или органической средой, где постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Учитывая эти признаки, помещения подразделяют на три группы по степени опасности поражения электрическим током.

Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Примером таких помещений могут служить жилью комнаты, конторы, лаборатории, некоторые производственные помещения (сборочные цеха часовых и приборных заводов).

Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости или токопроводящей пыли, токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т. п.), высокой температуры, возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой стороны.

Примером таких помещений могут служить лестничные клетки различных зданий с провозящими подами, различные цеховые помещения, помещения мельниц, горячие цеха, мастерские с электрифицированными станками, где всегда имеется возможность одновременного прикосновения к корпусу электродвигателя и станку и т. п.

Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности.

Примером таких помещений является большая часть производственных помещений, в том числе все цеха машиностроительных и металлургических заводов, электростанций и химических предприятий, гальванические цеха и т. п.

В отношении опасности поражения электрическим током территории размещения наружных электроустановок приравниваются к особо опасным помещениям.

## Тема 10.6 Требования к проведению такелажных работ.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Подразделяют работы на вспомогательные и такелажные. Знают требования к проведению такелажных работ.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин

<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Использует требования к проведению такелажных работ.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта. Изучить правила техники безопасности при производстве такелажных работ.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	технологические карты. <a href="http://www.espot.by/takelazhnye-raboty-pravila-tekhniki-bezo">www.espot.by &gt; takelazhnye-raboty-pravila-tekhniki-bezo_0000000</a>
<b>Перечень расходных</b>	

### **Такелажные работы. Правила техники безопасности.**

Ремонтные работы, как правило, не обходятся без выполнения погрузки, разгрузки, подъема, спуска и переноски материалов, инструмента, оборудования и приспособлений. Однако не всегда при проведении погрузочно-разгрузочных работ возможно задействовать обычных грузчиков и стропальщиков. В таких случаях используют спецтехнику и квалифицированные такелажные бригады.

В отличие от обычных погрузочно-разгрузочных работ такелажные услуги предполагают применение специальных приспособлений и механизмов.

Такелажные работы, включающие весь спектр погрузо-разгрузочных работ, представляют собой комплекс мероприятий по поднятию разнообразных грузов с целью их перемещения в установленные места для размещения или хранения. Данные операции проводятся, как правило, с использованием различных спецприспособлений и грузоподъемных механизмов.

Лицо, ответственное за безопасное проведение погрузочно-разгрузочных работ (лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами), обязано проверить перед началом работы исправность грузоподъемных механизмов, такелажного и прочего погрузочно-разгрузочного инвентаря.

Набор простейших такелажных средств состоит из стяжечных и буксировочных ремней, канатов, карабинов, веревок, строп, носилок, тележек и т.п. оснастки. При организации погрузочно-разгрузочных работ одной из основных задач является обеспечение максимальной их механизации. Так, при перемещении грузов весом более 20 кг на расстояние более 25 м и при подъеме грузов на высоту более 3 м необходимо применять механизированный способ производства работ.

Понятие «такелаж» происходит от голландского (немецкого) слова *takelage*, что означает совокупность приспособлений (тросов, цепей и т.д.), предназначенных для подъема и перемещения грузов.

#### **Инструктаж перед началом такелажных работ**

Персонал, занятый на погрузочно-разгрузочных работах, должен быть обеспечен спецодеждой и средствами индивидуальной защиты, при использовании грузоподъемных механизмов – иметь защитные каски. При выполнении перемещения грузов в разовом порядке с работниками необходимо провести целевой инструктаж по охране труда.

Целевой инструктаж, как и первичный, повторный, внеплановый инструктажи, проводит непосредственный руководитель работ (начальник производства, цеха, участка, мастер, инструктор и другие должностные лица).

целевой инструктаж по охране труда проводят:

- при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, разгрузка, уборка территории и др.);
- ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;
- производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск;
- проведении экскурсий в организации.

#### **Подготовка к работам**

Перед выполнением такелажных работ следует внимательно осмотреть площадку и пути, по которым предстоит перемещать грузы. Они должны быть свободными от посторонних предметов,

а площадка – иметь твердое основание и уклон не более 5 градусов. Далее следует проверить состояние груза, исправность технологической оснастки и инструмента, применяемых при производстве операций погрузки и разгрузки.

Если взять частный случай – переезд офиса организации, то при выполнении операций по подъему и перемещению тяжелой мебели, сейфов, громоздкой и имеющей сложную комплектацию оргтехники следует соблюдать ряд технологических требований. Поднятие и переноска грузов имеют свои специфические приемы, которые, скорее всего, незнакомы офисным работникам. При неправильном поднятии тяжелых вещей могут возникнуть проблемы со здоровьем, растяжение мышц, проблемы со спиной, ушибы различной степени тяжести.

Такелажные работы в данном случае должны проводиться с использованием специальных тележек или тачек. При этом усилие, прилагаемое для их перемещения, не должно превышать 15 кг. Перемещение грузов вручную рекомендуется предусматривать по горизонтальным участкам на расстоянии до 50 м. Переноску длинномерных материалов следует производить при соблюдении условия, что на каждого носильщика приходится вес, не превышающий 40 кг.

Если все-таки организация переезда невозможна без помощи сотрудников организации, следует помнить, что при погрузо-разгрузочных работах в данном случае должны строго соблюдаться предельные нормы подъема и перемещения тяжестей, установленные законодательством.

Для мужчин старше 18 лет при невозможности применения механизированного способа работ установлена максимальная нагрузка 50 кг. Грузы массой более 50 кг должны поднимать и перемещать не менее 2 человек. Предельные нормы подъема и перемещения тяжестей женщинами вручную приведены в табл. 1, предельные нормы подъема и перемещения несовершеннолетними тяжестей вручную – в табл. 2.

Таблица 10.6.1

Характер работы	Предельно допустимая масса груза*
Подъем и перемещение тяжестей при чередовании с другой работой (до 2 раз в час)	10 кг
Подъем и перемещение тяжестей постоянно в течение рабочей смены	7 кг
Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены: с рабочей поверхности	До 350 кг
с пола	До 175 кг

Таблица 10.6.2

Возраст, пол несовершеннолетних	Подъем и перемещение груза вручную в течение смены		Суммарная масса груза*, поднимаемого и перемещаемого в течение смены	
	постоянно, более 2 раз в час	при чередовании с другой работой, до 2 раз в час	при подъеме с рабочей поверхности	при подъеме с пола
Несовершеннолетние женского пола				
14 лет	3 кг	4 кг	180 кг	90 кг
15 лет	4 кг	5 кг	200 кг	100 кг
16 лет	5 кг	7 кг	400 кг	200 кг
17 лет	6 кг	8 кг	500 кг	250 кг

Несовершеннолетние мужского пола				
14 лет	6 кг	10 кг	400 кг	200 кг
15 лет	7 кг	12 кг	500 кг	250 кг
16 лет	10 кг	16 кг	900 кг	450 кг
17 лет	12 кг	18 кг	1 400 кг	700 кг

\* С учетом массы тары и упаковки.

### Правила техники безопасности при производстве такелажных работ

При перемещении грузов вручную необходимо соблюдать следующие основные меры техники безопасности:

- не использовать такелажные средства, приспособления и инструмент, имеющие неисправности;
- соблюдать расстояние не менее 2 м между работниками или группами работников, занятых переноской грузов;
- при перекачивании или кантовании не располагаться перед грузом или в зоне его движения;
- переносить груз с использованием носилок по горизонтальному пути на расстояние не более 80 м.

При организации и выполнении работ по перемещению грузов специальными приспособлениями и механизмами следует:

- использовать утвержденную технологию производства такелажных работ;
- применять установленные способы строповки, крепления и складирования грузов;
- пользоваться только промаркированными и соответствующими по грузоподъемности съемными грузозахватными приспособлениями и тарой;
- своевременно проводить техническое освидетельствование грузоподъемных машин;
- использовать авто- и электропогрузчики на площадках с уклоном не более 3 градусов;
- не находиться в зоне, в (над) которой перемещается груз или возможно его падение;
- не допускать подтягивания груза с использованием грузоподъемных механизмов.

Выполнение установленной технологии такелажных работ и перечисленных требований безопасности позволяет обеспечить надлежащий уровень охраны труда при выполнении операций по подъему и перемещению грузов. В то же время соблюдение ограничений по весу переносимого груза гарантирует сохранение здоровья работников, занятых постоянно или периодически переноской грузов вручную.

Помните, что все работы по перемещению тяжестей должны производиться по указанию и с разрешения работников, ответственных за производство таких работ. При подъеме узлов и деталей машин, имеющих большие габариты, работой должен руководить мастер или бригадир.

### Тема 10.7 Оборудование и приспособления для ведения такелажных работ.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Подразделяют оборудование и приспособления для ведения такелажных работ.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует оборудование и приспособления для ведения такелажных работ.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.

<b>Перечень необходимого оборудования</b>	технологические карты. <a href="http://takelagnikov.ru">takelagnikov.ru</a> › <a href="#">oborudovanie</a>
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Оборудование и приспособления для ведения такелажных работ.

Как в промышленности, так и в быту нередко приходится организовывать перемещения, погрузку, установку тяжелых, крупногабаритных предметов. Справиться с ними вручную невозможно, поэтому в таких случаях используют различные устройства для такелажа. Рассмотрим подробнее, что такое такелажные средства, механизмы и приспособления, какие виды такелажного оборудования применяют для разных работ. А в конце статьи приведем основные требования безопасности при работе с ними.

Такелажные работы и устройства



Такелажные работы – это комплекс действий по поднятию, удержанию, перемещению тяжелых, крупногабаритных грузов. Часто, но не всегда такелаж становится частью погрузки или выгрузки. Также его используют для перемещения на небольшие расстояния (например, переноса станков в пределах одного цеха). Такелажные услуги, кроме собственно такелажа, включают в себя вспомогательные операции – демонтаж перемещаемого оборудования, упаковку груза, закрепление его на транспортной платформе.

Основой такелажных работ является применение специальных механизмов и приспособлений для такелажа. Это очень разнообразные устройства – от обычных строп и веревок до сложных подъемных кранов и гидравлических тележек. Задача такелажных приспособлений – облегчить работу такелажника, повысить ее эффективность. Благодаря правильному их использованию грузы перемещаются быстрее, легче, безопаснее (как для них самих, так и для окружающего имущества и людей).

Виды такелажных приспособлений для перемещения грузов

Мы приводим перечень самой популярной оснастки, которая часто используется при такелаже в промышленности и быту:

- тросы;
- веревки;
- канаты;
- цепи;
- стропы,

- карабины;
- крюки;
- проушины;
- зажимы;
- блоки;
- полиспасты;
- лебедки;
- домкраты (винтовые, реечные);
- кран-балки.

Канаты, тросы, веревки

Незаменимые такелажные и монтажные приспособления. Их используют самостоятельно или в качестве элементов других устройств для такелажа.

Канаты производят из стальной проволоки. Ее укладывают вокруг сердечника из натуральных или синтетических волокон. Сердечник уменьшает поперечную деформацию каната, снижает радиальную нагрузку на него.

Канаты изготавливают по стандартам DIN 3052, DIN 3053, DIN 3055, DIN 3060, DIN 3062. Они различаются по диаметру, конструкции. К примеру, канат  $1 \times 7$  сконструирован из одной пряди проволок, а  $6 \times 7$  – из шести прядей. Каждый дополнительный концентрический слой проволоки повышает прочность и грузоподъемность каната.

Для продления срока службы, защиты от коррозии стальные канаты изготавливают из оцинкованной проволоки или покрывают слоем ПВХ. Реже их производят из нержавеющей стали.

Тросы тоньше канатов. В зависимости от материала изготовления они могут быть:

- стальными (круглыми, плоскими);
- пеньковыми (смольными или бельными);
- капроновыми.

Стальные тросы, как и канаты, покрывают цинком, защищают оболочкой из ПВХ.

Веревки еще тоньше, их различают по толщине, материалу изготовления. Сейчас чаще используются веревки из синтетических волокон, которые прочнее и долговечнее натуральных.



Стропы

Такелажные устройства, состоящие из отрезка каната (троса) с подвесными приспособлениями на концах. Они обеспечивают быстрое, безопасное, удобное закрепление груза. Существуют два вида строп:

- гибкие;
- жесткие.

Среди гибких строп выделяют также несколько подвигов – универсальные, облегченные, многоветвевые, простейшие. По способу управления стропы могут быть ручными или

электронными. Максимальная высота подъема для такого такелажного приспособления как стропа – 3 м, максимальный вес груза – 10 тонн.

Блоки, полиспасты

Одни из самых простых инструментов и приспособлений для выполнения такелажных работ. Блок может использоваться отдельно или в составе более сложного грузоподъемного механизма. Полиспасты – это два или несколько блоков, соединенных между собой канатом в единую систему. Благодаря такому объединению их грузоподъемность резко возрастает. Часть блоков в полиспасте может быть подвижной, часть – неподвижной.

Блоки классифицируют в зависимости от числа роликов:

- однороликовые;
- многороликовые.

Существуют однороликовые блоки, которые используют не для подъема груза, а для того чтобы изменить направление каната или цепи. Это угловые (отводные) блоки.

Для эффективной работы блока необходимо соблюдать соответствие размеров ролика и каната. Диаметр ролика должен быть в 16–20 раз больше диаметра каната. Также важна глубина ручья ролика. Она должна быть на 4–5 мм больше диаметра каната.

**Лебедки, тали**

Грузоподъемное устройство с барабаном (звездочкой, шкивом), на который наматывается канат или цепь. Таким образом, основой лебедки является блок (или несколько блоков, объединенных в систему). Лебедки могут перемещать грузы вертикально, горизонтально и по наклонной, поэтому успешно используются для решения разных задач. Существует целый ряд таких устройств, которые различаются по способу управления (ручные, с гидро-, пневмо- или паровым приводом, с двигателем). Лебедки считаются универсальными, они используются с другими приспособлениями и в самых разных условиях.

Тали по своей функции похожи на лебедки. Их закрепляют на прочных элементах помещения, в котором проводится такелаж (на балках, перекрытиях, перемычках). С помощью тали можно подвесить и удержать тяжеловесный груз. Если на месте нет надежной опоры для тали, под нее монтируются специальные опорные конструкции. В самом простом случае это вертикальная стойка, закрепленная на тяжелой плите.



**Опорные конструкции**

Более сложные, габаритные устройства, которые также относятся к такелажным средствам. Они нужны для подъема и перемещения крупногабаритных грузов или для длительной работы на объекте. Это:

- погрузчики;
- кран-манипуляторы (КМУ);
- кран-балки (опорные или подвесные мосты, тельферы).

Тельферы – многофункциональные конструкции, один из самых востребованных видов монтажно-такелажного оборудования. По сути, это компактные, стационарные подъемные краны с дистанционным управлением. Они незаменимы в помещениях, где нет места для маневра крана. Чаще всего тельферы используют на производственных, складских объектах. Существуют

тельферы с грузозахватами, врыво-, пожарозащищенные, предназначенные для работы в условиях высокой температуры или в химически агрессивной среде.

### **Требования к оборудованию**

Перемещение тяжеловесных грузов – работа повышенной опасности. Поэтому существуют жесткие требования к ее организации и проведению, а также к состоянию, техническим характеристикам, установке такелажных приспособлений:

- Сложные механизмы (тельферы, полиспасты, лебедки, краны) подлежат регулярному профилактическому обслуживанию. Изнашиваемые элементы (веревки, тросы, канаты) периодически осматривают, чтобы вовремя обнаружить повреждения. Их также испытывают на прочность.

- Проверка такелажного оборудования проводится в определенные сроки. Например, стропы планомерно проверяют каждые 10 дней, клещи, захваты, тару – ежемесячно. Техосмотр, изучение состояния такелажного оборудования также проводится внепланово – после ремонта, замены металлических узлов, канатов, веревок. Такая проверка обязательна, она включает тестирование устройств с рабочим грузом. Результаты всех техосмотров заносятся в журнал учета.

- При подборе тросов для блоков, талей, полиспастов обязательно учитывают диаметр барабана. Слишком частые и резкие перегибы (с малым радиусом кривизны) приводят к снижению прочности каната: он быстрее изнашивается или же просто не выдерживает вес груза.



### **Техника безопасности при использовании такелажа**

1. Все сотрудники проходят регулярные инструктажи и медосмотры.
2. При выдаче допуска для работы с тяжелыми грузами обязательно проверяют знания о такелажных приспособлениях и способах их монтажа.
3. Перед началом работ обязательно проверяют исправность всех приспособлений.
4. Вокруг места проведения такелажа натягивают оградительную ленту, с площадки удаляют посторонних.
5. Во время работы используют дополнительную страхующую оснастку.
6. Перед строповкой любого груза такелажник уточняет его вес, чтобы правильно подобрать и использовать приспособления.
7. Строповка выполняется так, чтобы груз при перемещении сохранял устойчивость и равновесие.
8. Ни в коем случае не разрешается находиться под поднятым грузом.

Это лишь краткий перечень правил безопасности и описание классификации самого востребованного такелажного оборудования. Работа такелажника сложная и ответственная, а выбор используемых приспособлений просто огромен. К каждому случаю специалисты разрабатывают свою схему такелажа, подбирают оптимальные методы такелажных работ, оборудование и устройства. Профессиональный подход позволяет переместить груз быстро, без повреждений и риска для окружающих.

## Тема 10.8 Общие сведения о грузоподъемных кранах и устройствах.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает основные сведения о грузоподъемных кранах и устройствах.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует грузоподъемные механизмы и средства малой механизации.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, ответить на контрольные вопросы.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционные карты
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Общие сведения о грузоподъемных кранах и устройствах.

*Грузоподъемная машина* – подъемный механизм (устройство) циклического действия, предназначенный для перемещения в пространстве груза и (или) работников (однорельсовые тележки, тали, лебедки, крановые подъемники).

*Грузоподъемный кран* – машина циклического действия, предназначенная для подъема и перемещения в пространстве груза, подвешенного с помощью крюка или удерживаемого другим грузозахватным органом.

Классификация грузоподъемных кранов по типам.

1. *Кран мостового типа* – это грузоподъемный кран с грузозахватным устройством, подвешенным к грузовой тележке или тали, которые перемещаются по подвижной стальной конструкции (мосту).

*Мостовые краны* (рисунок 10.8.1) широко распространены в заводских цехах и на складах. Мост такого крана перемещается по наземному крановому пути, который уложен на колоннах, поэтому кран не занимает полезную площадь помещения. Мостовой кран состоит из двух основных частей: моста и перемещающейся по нему грузовой тележки. На тележке расположены механизм подъема и механизм передвижения тележки. Кроме основного механизма подъема на тележке может быть установлен вспомогательный механизм, грузоподъемность которого в 3-5 раз меньше грузоподъемности основного механизма. Механизмы крана имеют электрический привод. Они обеспечивают три рабочих движения крана для перемещения груза в любую обслуживаемую часть помещения: подъем-опускание груза, передвижение грузовой тележки, передвижение моста.

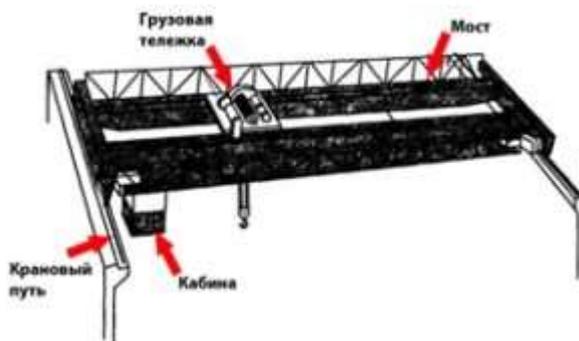


Рисунок 10.8.1 – Мостовой кран

*Кран-балка* (рисунок 10.8.2) – это мостовой кран, у которого грузовой тележкой является электрическая таль. Выпускают кран-балки грузоподъёмностью до 5 т. Управление такими кранами осуществляется с пола с использованием подвесного пульта.



*Рисунок 10.8.2 – Кран-балка*

Мост *козловой крана* опирается на наземный крановый путь при помощи опор и ходовых тележек (рисунок 10.8.3). Козловые краны применяют для погрузочно-разгрузочных работ на открытых складах. Козловые краны общего назначения могут иметь грузоподъёмность до 60 т и пролёт до 34,5 м.



*Рисунок 10.8.3 – Козловой кран*

*Кран стрелового типа* – это грузоподъёмный кран, у которого грузозахватное устройство подвешено к блокам на концевой части стрелы или подвешено к грузовой тележке, перемещающейся вдоль стрелы. Выпускаются в передвижном и стационарном исполнении.

*Портальный кран* – это поворотный кран, размещённый на портале, предназначенном для пропуска железнодорожного, автомобильного или прочего транспорта.

*Башенный кран* – это поворотный кран со стрелой, закреплённой в верхней части вертикально расположенной башни.

*Стреловой кран* – это поворотный кран, у которого стрела закреплена на поворотной платформе, размещённой непосредственно на ходовом устройстве (на автомобильном шасси, гусеничном ходу, железнодорожной платформе).



Рисунок 10.8.4 – Краны стрелового типа

3. Кран кабельного типа (рисунок 10.8.5) – это грузоподъемный кран, у которого грузозахватный орган подвешен к грузовой тележке, перемещающейся по несущим канатам, которые закреплены в верхней части опорных мачт.



Рисунок 10.8.5 – Кран кабельного типа

Наиболее распространены грузоподъемные краны со следующими типами грузозахватных органов (рисунок 10.8.6):

- крюковые;
- магнитные;
- грейферные;
- клещевые.



**Крюк**



**Клещевой захват**



**Магнит**



**Грейфер**

Рисунок 10.8.6 – Типы грузозахватных органов

При необходимости применяются специальные грузозахватные органы.

Вопросы для контроля

1. Каковы основные разновидности грузоподъемных кранов?

### Тема 10.9 Крюковые подвески кранов. Грузоподъемные устройства.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает основные сведения о крюковых подвесках кранов.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует крюковые подвески кранов.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционные карты <a href="http://kran-info.ru">kran-info.ru</a> > <a href="#">book</a> > <a href="#">page</a> > <a href="#">2-1-9-kryukovie-podveski-kranov</a>
<b>Перечень расходных материалов</b>	

#### Крюковые подвески кранов. Грузоподъемные устройства.

Крюк— универсальное захватное средство, которое широко применяют как рабочий орган грузоподъемного механизма в качестве самостоятельных грузозахватных устройств (грузовых кранов), концевых элементов строп и других грузозахватных приспособлений. Крюковая подвеска крана представлена на рис. 10.9.1.

Чтобы предотвратить самопроизвольное выпадение съемного приспособления грузозахватного устройства из зева крюка, его снабжают замыкающим устройством.

Таковыми устройствами не снабжают крюки порталных кранов, работающих в морских портах; кранов, транспортирующих расплавленный металл или жидкий шлак, а также крюки, на которые навешивают груз с помощью гибких грузозахватных устройств. Предохранительные замыкающие устройства могут быть выполнены в виде пружинных или самоопускающихся защелок, предотвращающих самопроизвольное выпадение съемного захватного приспособления. Предохранительными устройствами (рис. 10.9.2) должны оборудоваться в обязательном порядке крюки грузоподъемных кранов, работающих на монтаже или при транспортировке грузов в контейнерах, бадьях и другой таре, а также при работе с жесткими стропами, захватами.

Крюковая подвеска состоит из двух боковых щек, соединенных между собой распорными трубками и стяжными болтами. В верхней части щек на неподвижно закрепленной с помощью ригельных планок оси вращаются один или несколько канатных блоков. На некоторых кранах для обеспечения минимальной длины подвески применяют крюк с длинным хвостовиком, который крепят непосредственно на оси блоков. Такая подвеска называется укороченной. На нижней части подвески на траверсе закрепляется грузовой крюк с помощью гайки. Траверса может свободно вращаться в отверстиях боковых щек. Крюк, установленный на шарикоподшипниках помимо вращения вокруг оси может еще качаться вместе с траверсой, что облегчает строповку и ориентирование грузов. В зависимости от числа осей крюковые подвески бывают одно-, двух- и трехосными (рис. 10.9.3).

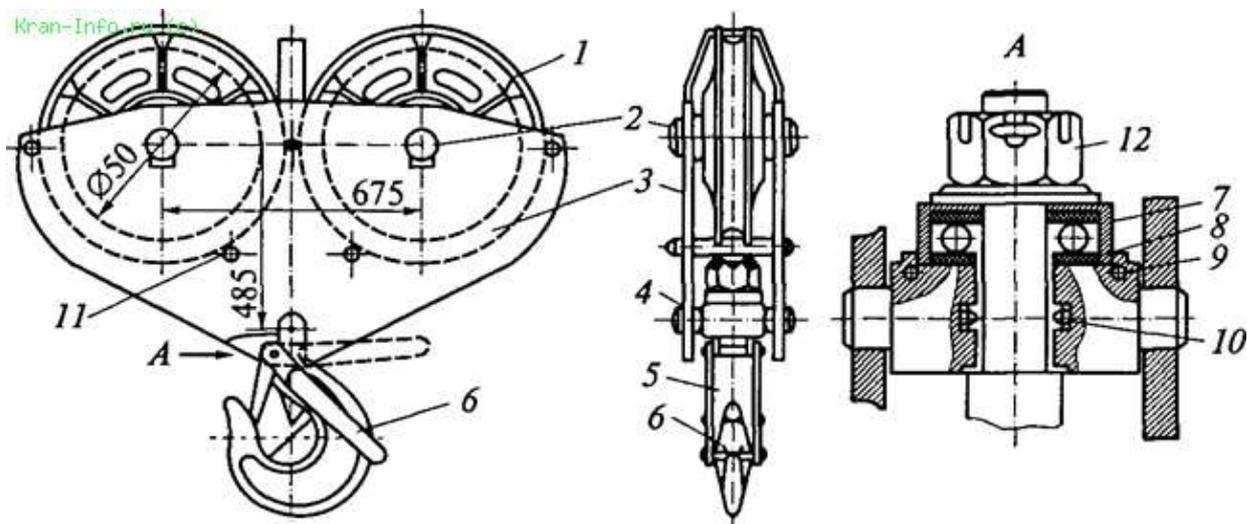


Рис. 10.9.1 Крюковая подвеска крана:

1 — блок; 2 — ось; 3 — щека; 4 — траверса; 5 — крюк; 6 — защелка; 7 — крышка; 8 — шарикоподшипник; 9, 10 — резиновые уплотнения; 11 — болт; 12 — гайка

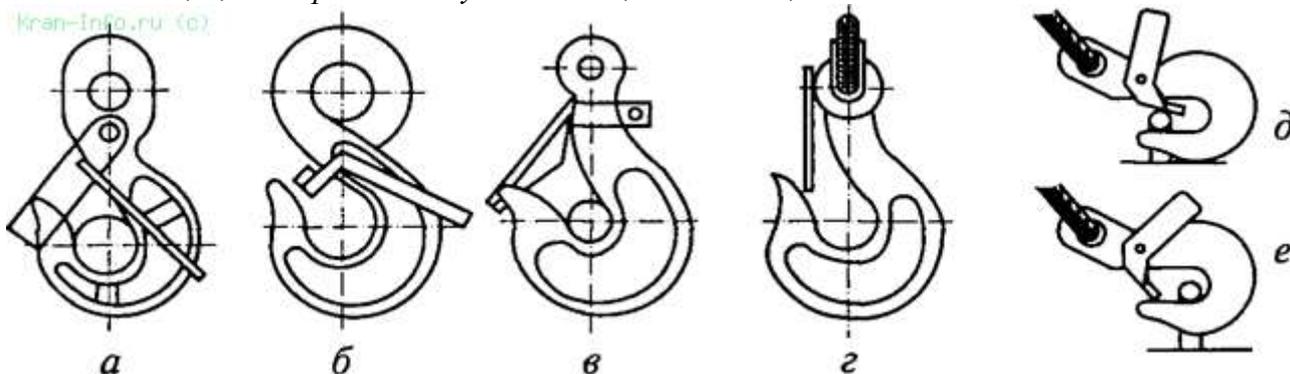


Рис. 10.9.2 Крюки с предохранительными устройствами (а — с предохранительной планкой; б — с предохранительной скобой; в — с поворотным козырьком; г — с предохранительной пружиной) и установка крюка в проушине (д — неправильная установка; е — правильная установка)

Различают однорогие и двурогие грузовые крюки. Их изготавливают ковкой или штамповкой из малоуглеродистой стали 20, что исключает внезапное разрушение крюка.

На грузовом крюке указывается номер крюка по государственному стандарту, товарный знак, заводской номер крюка, наименование завода-поставщика, номер плавки, год изготовления. Без маркировки устанавливать крюк на кран нельзя.

Крюки бракуются в случаях, если:

- крюк не вращается на траверсе;
- отогнут рог крюка;
- износ крюка в зеве превышает 10 %;
- нет клейма ОТК;
- имеются трещины.

Крюковая подвеска грузоподъемных кранов является весьма ответственным узлом, поэтому при эксплуатации крана необходимо постоянно наблюдать за ее состоянием. При каждом осмотре следует обязательно проверять исправность щек, блоков, траверсы, крюка, гайки, осей и канатов.

## Тема 10.10 Общие сведения об устройствах и механизмах для стропальных и такелажных работ.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
--	---

<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает основные сведения об устройствах и механизмов для стропальных и такелажных работ.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует выполнение такелажных работ с применением грузоподъемных механизмов.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта <a href="http://web-mechanic.ru">web-mechanic.ru</a> > <a href="http://web-mechanic.ru/ustrojstva-dlya-stropalnykh-rabot">ustrojstva-dlya-stropalnykh-rabot</a>
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### **Общие сведения об устройствах и механизмов для стропальных и такелажных работ.**

Строповка, перемещение и расстроповка грузов с использованием грузоподъемных кранов производится при помощи съемных грузозахватных устройств.

В зависимости от назначения, формы, размеров, массы груза и условий производства применяются грузозахватные устройства разных типов:

- с жестким (захваты и траверсы) или гибким (из кусков каната, стропы) подвесом;
- ручные, автоматические, дистанционные;
- поддерживающие, зажимные, притягивающие, зачерпывающие.

Грузозахватные устройства называются поддерживающими, если груз зацеплен за элементы грузозахватного приспособления и поддерживается ими. Они подразделяются:

- на стропы;
- траверсы;
- подхваты.

Грузозахватные устройства называются зажимными, если груз зажимается элементами грузозахватного приспособления и удерживается за счет силы трения. Они подразделяются:

- на клещевые;
- фрикционные;
- эксцентриковые.

Грузозахватные устройства называются притягивающими, если груз удерживается за счет вакуумного, магнитного или электромагнитного взаимодействия между грузозахватным приспособлением и грузом. Они подразделяются:

- на вакуумные;
- магнитные;
- электромагнитные.

Грузозахватные устройства называются зачерпывающими, если груз зачерпывается элементами грузозахватного приспособления и размещается внутри него.

Они подразделяются:

- на грейферные;
- ковшовые;
- совковые.

### **Тали и электротали**

**Таль** — это механизм для подъема легких грузов на небольшую высоту грузоподъемностью от 1 до 10т, состоящий из цепного полиспаста с ручным приводом от бесконечной цепи или рычажного храпового механизма.

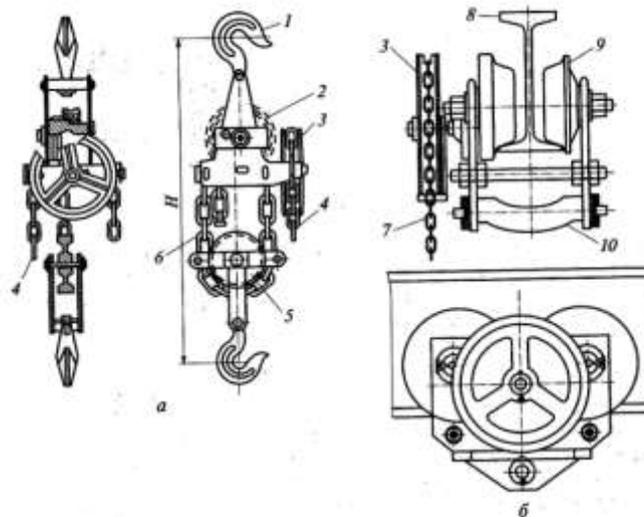


Рис. 2.39. Таль с червячным (а) и ручным (б) приводом:  
 1 — крюк; 2 — червячная шестерня; 3 — приводное колесо; 4 — цепь; 5 — нижний блок; 6 — грузовая цепь; 7 — цепь для передвижения тали; 8 — монорельс; 9 — ролик ходовой тележки; 10 — ось для крепления тали; H — расстояние между крюками

На такелажных и монтажных работах применяют шестеренные тали различной грузоподъемности с червячным или ручным приводом. Тяговым органом в них служат сварные калиброванные цепи.

Тали с ручным приводом имеют ограниченную зону действия, т. е. ими можно поднимать груз только в том месте, где они закреплены. При подъеме груза таль верхним крюком подвешивают к конструкции здания, треногам, козлам. При колебательном движении рычага зуб фиксатора, зацепляясь с трещоткой, поворачивает ее. Вместе с трещоткой вращается ходовой валик, и через пару шестерен вращение передается ведомому валу, на который насажена ведомая звездочка. При вращении звездочка увлекает за собой цепь с грузовым крюком и поднимаемым грузом. В корпусе тали имеется тормозной диск и храповик с собачкой, дающие возможность останавливать груз в любом положении при его подъеме и опускании.

Чтобы расширить радиус действия тали, ее подвешивают к тележке, которая передвигается по путям, выполненным из двутавровых балок и подвешенным к перекрытиям (см. рис. 2.39, б). Такие пути называются монорельсами. Таль передвигается при помощи цепи, которая огибает приводное колесо, связанное шестернями с роликами ходовой тележки.

В связи с тем что работу с таями выполняют вручную, к тому же с приложением больших усилий, их применение на монтажных работах ограничено.

Чтобы облегчить труд и повысить скорость перемещения груза, используют электрические тали — тельферы (рис. 2.40). Электрическая таль состоит из полиспада и электрической лебедки с барабаном для навивки каната. Электроталь подвешивается к тележке, передвигающейся по нижнему поясу монорельса.

Подъемным механизмом у электротали служит электрический привод. Передвигают электроталь вручную или электрическим приводом. Управляют подъемом и перемещением груза с пульта, который подвешен на гибком кабеле.

### Тема 10.11 Порядок технического обслуживания домкратов и правила работы с ними. Способы зачалки стропов за крюк.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
--	---

<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает порядок технического обслуживания домкратов и правила работы с ними. Знает способы зачалки стропов за крюк.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует порядок технического обслуживания домкратов и правила работы с ними. Характеризует способы зачалки стропов за крюк.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	инструкционная карта
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### **Порядок технического обслуживания домкратов и правила работы с ними. Способы зачалки стропов за крюк.**

#### **ИНСТРУКЦИЯ**

#### **ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ДОМКРАТОМ**

##### **1. Общие требования охраны труда**

1.1. Настоящая Инструкция распространяется на переставной механизм для подъема грузов на небольшую высоту при воздействии на груз снизу (домкрат).

1.2. К работе с домкратом по приказу работодателя допускаются работники основных профессий, прошедшие медицинский осмотр, вводный и на рабочем месте инструктажи по охране труда и освоившие безопасные приемы работы с домкратом.

1.3. Повторный инструктаж по охране труда при работе с домкратом следует проводить в сроки, предусмотренные для прохождения инструктажа по основной профессии работника, а также в случае нарушения требований Инструкции по охране труда.

1.4. Инструктаж по охране труда при работе с домкратом проводится работником, ответственным за безопасное производство работ с кранами на конкретном участке работ, назначаемым приказом (распоряжением) работодателя.

Назначение проводится с письменного согласия работников, на которых возлагается ответственность.

1.5. Повторная проверка знаний работников, допущенных к работе с домкратами, проводится комиссией работодателя:

периодически (не реже одного раза в 12 месяцев);

при переходе на работу в другую организацию;

по требованию инженерно-технического работника по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин или ответственного за обеспечение охраны труда при эксплуатации машин и оборудования.

Результаты повторной проверки знаний работников, пользующихся домкратами, оформляются записью в журнале периодической проверки знаний персонала.

1.6. Работникам, пользующимся домкратом, необходимо знать:

настоящую Инструкцию, а также инструкцию завода-изготовителя по эксплуатации домкрата; устройство и назначение домкрата, его параметры и техническую характеристику;

сроки и результаты проведенного технического обслуживания, ремонта и периодических осмотров; безопасные приемы работы с домкратом; инженерно-технических работников, ответственных за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии, работников,

ответственных за безопасное производство работ кранами, слесарей по ремонту и обслуживанию домкратов; местонахождение и устройство средств пожаротушения и порядок их применения.

1.7. В процессе работы с домкратом на работника действуют следующие опасные и вредные производственные факторы: движущиеся машины и механизмы, неблагоприятные параметры микроклимата, повышенная запыленность воздуха рабочей зоны.

1.8. Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты выдаются работникам согласно действующим нормам и в соответствии с выполняемой работой.

1.9. Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты следует хранить в специально отведенных местах с соблюдением правил хранения и применять в исправном состоянии.

1.10. В случае возникновения в процессе работы каких-либо вопросов, связанных с ее безопасным выполнением, следует обратиться к работнику, ответственному за безопасное производство работ на данном производственном участке.

1.11. Не допускается эксплуатировать неисправные домкраты и нагружать их выше паспортной грузоподъемности. Ответственность за работу на неисправном домкрате наряду с работниками, ответственными за содержание его в исправном состоянии и эксплуатацию, несет работник, пользующийся домкратом.

1.12. Работнику, пользующемуся домкратом, необходимо выполнять указания инженерно-технического работника, ответственного за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии, а по части производства работ - ответственного за безопасное производство работ кранами.

1.13. При несчастном случае работнику, пользующемуся домкратом, необходимо прекратить работу, известить об этом руководство и обратиться за медицинской помощью.

1.14. Работнику, пользующемуся домкратом, необходимо соблюдать правила внутреннего распорядка организации и личной гигиены.

1.15. Во время работы следует соблюдать режим труда и отдыха. Отдыхать и курить допускается в специально отведенных местах.

1.16. За нарушения требований настоящей Инструкции работник несет ответственность согласно действующему законодательству Российской Федерации.

## 2. Требования охраны труда перед началом работ

2.1. До начала работ работнику, пользующемуся домкратом, следует:

правильно надеть полагающуюся по нормам и находящуюся в исправном состоянии спецодежду, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты; произвести внешний осмотр домкрата, убедиться в его исправности, наличии на нем клейма или бирки с обозначением номера, даты испытания и грузоподъемности.

2.2. При осмотре реечных и винтовых домкратов следует убедиться в исправности зубьев, шестерен и рейки, резьбы винта, храповика, собачек, трещотки, отсутствии трещин, обломанных частей и заусенцев на корпусе домкрата и тормозного устройства, проверить затяжку болтовых соединений и состояние стопорных приспособлений, исключающих выход винта или рейки при нахождении штока в верхнем крайнем положении.

2.3. При осмотре гидравлического домкрата следует проверить состояние корпуса, манжет и прокладок, запорной иглы, резьбовых соединений.

Чистую рабочую жидкость следует заливать с помощью мерного сосуда. Перед заливкой ее необходимо профильтровать через металлическую сетку (из проволоки диаметром не менее 0,12 мм с 1200 - 1300 отверстий на 1 кв. см).

2.4. После осмотра домкрата перед началом его работы следует опробовать вхолостую механизм подъема и опускания и проверить исправность устройств безопасности.

2.5. Подготовленный к работе домкрат должен под полной нагрузкой работать без заеданий.

2.6. При обнаружении во время осмотра и опробования домкрата неисправностей, препятствующих безопасной работе, и невозможности их устранения собственными силами работнику, не приступая к работе, необходимо сообщить об этом ответственному за безопасное проведение работ кранами и инженерно-техническому работнику, ответственному за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии.

2.7. Работнику, пользующемуся домкратом, не разрешается приступать к работе, если:  
имеются трещины или деформации в конструкции механизма, ослаблены болтовые или заклепочные соединения;  
головка винта или рейка не вращается свободно вручную;  
отсутствует насечка на опорных поверхностях корпусов;  
износ зубьев передаточных механизмов и реек превышает 20%;  
погнуты рейка и винт;  
трещоточный механизм имеет "мертвый" ход;  
подтекает жидкость из рабочих цилиндров;  
обратный клапан пропускает жидкость;  
запорная игла вращается с помощью воротка с большим усилием.

2.8. Произвести осмотр деревянных выкладок (шпалы, бруса, доски толщиной 40 - 50 мм), подкладываемых под основание корпуса домкрата, и металлических подставок (козлов) или стальных подкладок в виде полуколец, используемых для удержания груза в поднятом состоянии.

2.9. После осмотра и опробования домкрата, получения разрешения на работу от работника, ответственного за безопасное производство работ кранами, следует приступить к работе.

### 3. Требования охраны труда во время работы

3.1. При выполнении работ с использованием домкрата работнику следует руководствоваться требованиями и указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации домкрата, производственной инструкцией, проектом производства работ. Работнику не разрешается отвлекаться от своих прямых обязанностей, производить чистку, смазку и ремонт домкрата, допускать посторонних на рабочую площадку и передавать работу с домкратом другим работникам без разрешения инженерно-технического работника, ответственного за производство работ с кранами.

3.2. Поднимаемый груз (оборудование и машины) должен быть обесточен и находиться в нерабочем состоянии. Нахождение людей на грузе и под ним не допускается.

3.3. При производстве работ с домкратом работнику следует руководствоваться следующими правилами:

под домкрат необходимо подкладывать деревянную выкладку (шпалу, брус, доску толщиной 40 - 50 мм) площадью больше основания корпуса домкрата в зависимости от массы поднимаемого груза;

домкрат необходимо устанавливать строго в вертикальное положение по отношению к поднимаемому грузу, при перемещении его - без перекаса к опорной части груза; головку (лапу) домкрата следует упирать в прочные узлы поднимаемого груза (оборудования, машины) во избежание их поломки, устанавливая между головкой (лапой) и грузом упругую прокладку;

головка (лапа) домкрата должна опираться всей своей плоскостью во избежание соскальзывания груза во время подъема;

при подъеме груза реечным домкратом собачку необходимо накинуть на храповик; все вращающиеся части привода должны свободно (без заеданий) поворачиваться вручную; во время подъема следует следить за устойчивостью груза;

по мере подъема под груз следует укладывать прокладки, а при его опускании - постепенно вынимать;

для удержания груза в поднятом состоянии следует использовать страхующие подставки (козелки) или устойчивую опору (шпальную клеть);

работать следует только в рукавицах.

3.4. При удержании груза в поднятом состоянии гидравлическими домкратами для предохранения от внезапного опускания поршня при падении давления в цилиндре по какой-либо причине под головку поршня между цилиндром и грузом следует подкладывать специальные стальные подкладки в виде полуколец. При длительном удержании груза его следует опереть на полукольца и снять давление.

3.5. Освобождение домкрата из-под поднятого груза и перестановка его допускаются только после надежного закрепления груза в поднятом положении или укладки его на устойчивые опоры.

3.6. Не допускается применять удлинители (трубы), надеваемые на рукоятку домкрата, снимать рукоятки домкрата до опускания груза на подкладки и оставлять груз на домкрате во время перерыва в работе, а также приваривать к лапам домкратов трубы или уголки.

3.7. Поднятие груза, масса которого неизвестна, следует производить только после определения его фактической массы.

3.8. Не допускается использовать домкрат:

для кантования груза;

при отсутствии специальной бирки или клейма завода-изготовителя;

для подъема изделий, не имеющих маркировки массы;

в случае передачи работы с домкратом работникам, не имеющим на это разрешения, а также допуска к самостоятельной работе учеников и стажеров без контроля за их действиями;

при нахождении водителя или других людей в кабине или салоне транспортного средства во время выполнения подъема.

3.9. В полевых условиях при подъеме и установке транспортного средства на домкрат последний следует устанавливать только на твердый грунт.

При установке домкрата на рыхлой вязкой почве под него следует подкладывать специальные доски для обеспечения устойчивого положения.

3.10. Работнику, пользующемуся домкратом, необходимо опустить груз, прекратить работу и сообщить об этом ответственному за безопасное производство работ кранами при возникновении неисправностей, указанных в п. 2.7, а также в следующих случаях:

при поломке металлоконструкции домкрата;

при возникновении ситуации, сопряженной с отсутствием или недостатком освещенности места работы с домкратом, сильном снегопаде или тумане;

при понижении температуры воздуха ниже указанной в паспорте домкрата;

при отклонении оси подъема домкрата от вертикали;

при появлении остаточной деформации в механизме домкрата;

при наблюдении самопроизвольного опускания поршня более чем на 1,5 мм.

3.11. Не допускается работать и находиться под транспортным средством, приподнятым домкратом, без установки специальных страхующих подставок (козелков).

3.12. После ремонта или технического освидетельствования домкрата работнику следует ознакомиться с результатами в журнале учета и осмотра такелажных средств, механизмов и приспособлений, где должны быть указаны даты следующих испытаний.

#### 4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

4.1. При возникновении при работе с домкратом факторов, которые могут вызвать аварию или несчастный случай (трещины в конструкции, погнутость или поломка осей и др.), а также при появлении стука, грохота, треска работнику, пользующемуся домкратом, необходимо:

прекратить подъем груза;

опустить груз, а если это не представляется возможным, принять меры к ограждению места подъема груза;

выяснить причину аварийной ситуации, поставив в известность работника, ответственного за безопасное производство работ.

4.2. При несчастном случае следует:

принять меры к освобождению пострадавшего от действия травмирующего фактора;

оказать пострадавшему первую помощь в зависимости от вида травм;

поставить в известность о случившемся руководство организации и принять меры к эвакуации пострадавшего в лечебное учреждение.

4.3. При возникновении пожара:

прекратить работу;

опустить груз;

вызвать пожарную охрану и сообщить руководству организации;

приступить к тушению пожара, пользуясь имеющимися на рабочем участке средствами пожаротушения.

4.4. При возникновении стихийных природных явлений (ураган, землетрясение и т.п.):

прекратить работу;  
 опустить груз на землю (площадку);  
 покинуть рабочую площадку и уйти в безопасное место.

4.5. Если во время работы произошла авария или несчастный случай, работнику, пользующемуся домкратом, необходимо сообщить об этом ответственному за безопасное производство работ кранами и обеспечить сохранность обстановки на момент аварии или несчастного случая, если это не представляет опасности для жизни и здоровья окружающих.

4.6. Обо всех аварийных ситуациях работнику, пользующемуся домкратом, следует информировать инженерно-технического работника, ответственного за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии.

5. Требования охраны труда по окончании работы

5.1. По окончании работы работнику, пользующемуся домкратом, необходимо:  
 освободить от груза домкрат, очистить от пыли и грязи и привести его в транспортное положение;  
 поставить домкрат в установленное для хранения (транспортировки) место;  
 убрать дополнительные приспособления (козелок, опорные площадки или полукольца) в места хранения, предварительно очистив их от пыли и грязи;  
 сообщить инженерно-техническому работнику, ответственному за содержание домкрата в исправном состоянии, сведения о выявленных в процессе работы дефектах и неисправностях узлов и элементов домкрата.

5.2. Снять спецодежду, спецобувь и другие индивидуальные средства защиты, сдать на хранение в установленном порядке.

5.3. Вымыть лицо и руки теплой водой с мылом или принять душ.

5.4. При сдаче смены следует сообщить сменщику обо всех неполадках в работе домкрата.

## Тема 10.12 Изучение принципа работы с таями и электротаями.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает принцип работы с таями и электротаями. Знает электрические принципиальные схемы талей.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует принцип работы с таями и электротаями.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Изучение принципа работы с таями и электротаями.

#### Назначение и устройство электрических талей.

**Электрическая таль** - это малогабаритная лебедка, все элементы которой (электродвигатель, редуктор, тормоз, канатный барабан с нарезкой для укладки каната, шкаф с пусковой аппаратурой и другие необходимые устройства) смонтированы в одном корпусе или прикреплены к этому корпусу. Электрическая таль включает, также, ходовую часть для перемещения по монорельсовому

пути и крюковую подвеску. Как правило, тали снабжаются подвесным пультом для управления с пола.

Если не учитывать ручные тали и автомобильные домкраты, электрические тали являются самыми распространенными грузоподъемными машинами в мире.

Электрические тали предназначены для подъема и горизонтального перемещения по монорельсовому пути грузов в помещениях и под навесом при температуре окружающего воздуха от -20 (-40) до +40°С.

Тали применяются в составе подвесных и опорных однобалочных, консольных, козловых и других кран а также монорельсовых дорог и самостоятельно.

До начала 90-х годов в Советском Союзе производилось большое количество подъемно-транспортной техники, однако спрос на эту техника всегда превышал производство. Электрических талей распределялось 160-180 тыс. шт. в год (в том числе примерно половина производства Болгарии), а потребители запрашивали вдвое больше. Основная масса электрических талей используется для оснащения однобалочных и консольных кранов.

### **Электрооборудование электрических талей**

Электрические принципиальные схемы талей, имеющих различную конструкцию, имеют много общего и заметные отличия. Они показывают принцип устройства и работы электрической аппаратуры талей.

Питание талей осуществляется от сети переменного трехфазного тока напряжением 380В с частотой 50Гц.

На электрических таях применены магнитные реверсивные пускатели без тепловой защиты с электрической блокировкой.

Управление электрическими таями осуществляется вручную с пола через подвесной кнопочный пост управления. Конструкция кнопочного поста такова, что включение механизмов тали возможно только при непрерывном нажатии на кнопку.

Схемой включения контактов кнопок поста управления предусмотрена электрическая блокировка, исключающая возможность одновременного срабатывания пускателей при одновременном нажатии кнопок, предназначенных для включения противоположных движения одного и того же механизма. Это не исключает возможность одновременного включения разных механизмов (совмещения передвижения с подъемом или опусканием груза). В представленных принципиальных схемах сохранены обозначения элементов, примененные в руководствах по эксплуатации.

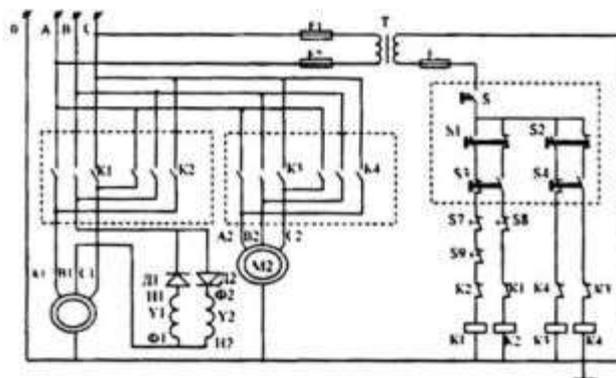


Электрическая таль

### **Электрические принципиальные схемы талей**

Принципиальная электрическая схема тали грузоподъемностью 5,0 т

Электрическая таль оборудована дисковым тормозом, выключателями верхнего и нижнего положения крюковой подвески, аварийным выключателем верхнего положения подвески. Цепь управления 42 В.



Принципиальная электрическая схема тали грузоподъемностью 5,0 т

Подвод питания к тали должен осуществляться четырехжильным кабелем, одна из жил которого - заземляющая. При троллейном питании тали необходимо иметь четвертый, заземляющий провод.

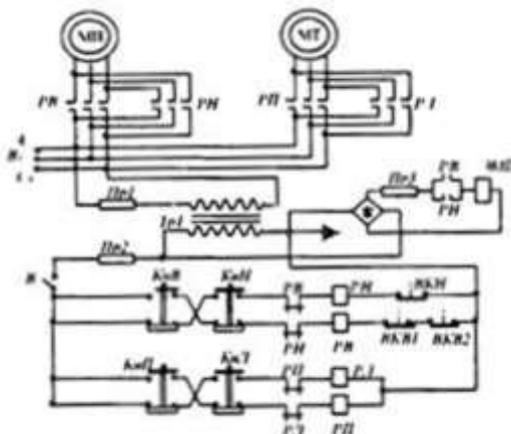
Схема управления талью работает на токе низкого безопасного напряжения 42В, которое получается с помощью трансформатора (Т) с отдельными обмотками, подключенного к фазам А и С. Вторичная обмотка трансформатора (Т) должна быть заземлена.

Предохранители (F1, F2, F3) защищают обмотки трансформатора. Ключ-марка (S) поста управления ПКТ-40 обеспечивает включение системы управления талью и подачи напряжения на магнитные пускатели двигателей.

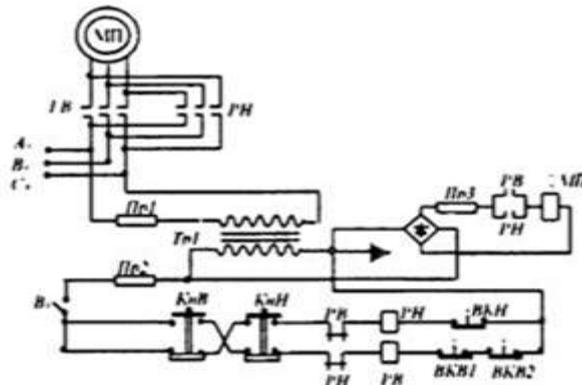
Кнопки управления талью (на посту) (S1, S2, S3, S4) обеспечивают подачу тока на катушки (K1, K2, K3, K4) соответствующего магнитного пускателя. Каждый кнопочный элемент обеспечивает за счет своей конструкции первую ступень электрической блокировки от одновременного включения реверсивных пускателей одного двигателя. Вторая ступень электрической блокировки с этой же функцией обеспечивается нормально-закрытыми контактами пускателей (K1, K2, K3, K4). Конечные выключатели (S7, S8) разрывают электрическую цепь катушек (K2-K1, K4-K3).

На выключатели (S7, S8) через механическую кинематическую цепь воздействует канатоукладчик. Выключатель (S9) дублирует действие выключателя (S7). Катушка тормоза включена в рассечку фазы В, имеет две секции, которые намотаны двумя параллельными проводами, а скоммутированы так, что начало одной (H2) соединено с концом другой (Ф1), образуя один общий вывод, а другие концы секций (Ф1 и Ф2) связаны с диодами (Д1 и Д2). Силовая часть схемы обеспечивает питание двигателей. Это происходит с помощью контактной части реверсивных пускателей K1-K2 и K3-K4. Принципиальная электрическая схема талей грузоподъемностью 0,25 т Полтавского завода (разработка начала 70-х годов)

Электрические тали оборудованы дисковым тормозом, выключателями верхнего и нижнего положения крюковой подвески, аварийным выключателем верхнего положения подвески. Цепь управления 42 В



Принципиальная электрическая схема электроталей грузоподъемностью 0,25 и 0,5 т оборудованных приводом передвижения.

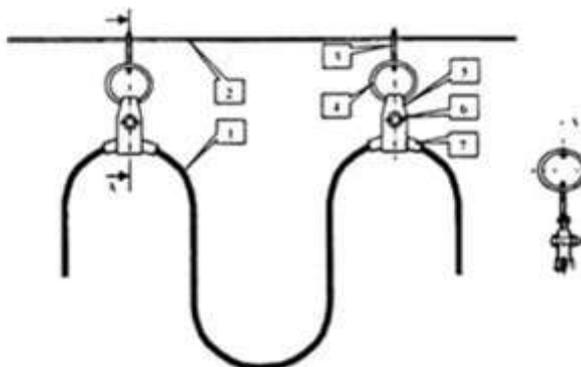


Принципиальная электрическая схема талей 0,25 и 0,5 т не оборудованных приводом передвижения

### Токоподвод к электрическим талям

Токоподвод к талям осуществляется в большинстве случаев осуществляется гибким кабелем. Возможно и троллейное питание.

Гибкий кабель (1), используемый для питания тали (четырёхжильный медный особе гибкий в резиновой изоляции), может быть, при длине токоподвода до 25-30-ти м, подвешен с помощью колец на струне (2). Такая конструкция показана на рисунке.



### Токоподвод к талям с помощью гибкого кабеля

В качестве струны используется стальная или латунная проволока в 5 мм или стальной канат. Кольца (3 и 4) - 40 ... 50 мм. Зажимы (5) не должны иметь острых кромок и оборудуются стяжным болтом (6). Подкладка (7) может быть выполнена из резиновой трубки.

Расстояние между подвесками при натянутом кабеле должно быть в пределах 1400 - 1800 мм. Чтобы предотвратить обрыв кабеля, совместно с ним в зажимах закрепляется мягкий стальной трос диаметром около 2,5 мм, длина которого несколько меньше длины самого кабеля, чтобы натяжение передавалось через трос а не через кабель.

Если путь перемещения тали находится в пределах 30-50 м. в качестве направляющей используется двутавр или другая жесткая направляющая. В этом случае кабель подвешивается на роликовых подвесках.

Если же путь перемещения тали превышает 50 м. возможность использования простого и дешевого кабельного токоподвода следует проверить расчетом. Расчет должен подтвердить допустимость величины потерь в длинном кабеле и способность тали без груза преодолевать сопротивление перемещению колец или кареток на полной длине токоподвода. В некоторых случаях, при малом сечении жил токоподводящего кабеля (при малой передаваемой мощности), при искусственном утяжелении тали без груза и т.п. удастся довести длину кабельного токоподвода до 60 и более м.

При троллейном питании, которое используется при больших длинах перемещения талей и при эксплуатации талей на путях с поворотами (в составе монорельсовых дорог или самостоятельно) токосъемник может быть установлен с любой стороны монорельса. При троллейном питании

следует применять малогабаритный закрытый шинопровод или троллейную трассу, выполненную по проекту в соответствии с ПУЭ.

### Тема 10.13 Подготовка к выполнению стропальных и такелажных работ.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает этапы подготовки к выполнению стропальных и такелажных работ.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует все этапы подготовки к выполнению стропальных и такелажных работ.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	инструкционная карта
<b>Перечень расходных материалов</b>	

#### Подготовка к выполнению стропальных и такелажных работ.

Стропальные и такелажные работы производят в соответствии с проектом организации строительства (ПОС), проектом производства работ, технологическими картами или технологическими схемами.

Проект организации строительства служит основанием для планирования капитальных вложений, обеспечения строительства соответствующими трудовыми и материальными ресурсами. В проекте организации строительства рассматривают общие вопросы организации работ на строительной и монтажной площадках, указывают сроки начала и окончания строительства, приводят графики движения рабочей силы, сведения о временных зданиях и сооружениях, подъездных путях и т.д.

Проект производства работ — это рабочий проект, по которому непосредственно осуществляется весь монтаж объекта или сооружения.

Проект производства работ разрабатывают в соответствии с ПОС, требованиями действующих строительных норм и правил (СНИП), ГОСТ, ОСТ, технических условий (ТУ) и других нормативных документов.

#### **Проект производства работ включает в себя:**

- перечень проектных материалов;
- пояснительную записку;
- ведомости монтажного оборудования, такелажных приспособлений, ручных машин, материалов, объемов работ (оборудования, металлоконструкций и трубопроводов);
- графики производства монтажных работ и движения рабочей силы, сроки подачи в монтаж оборудования, металлоконструкций и трубопроводов;
- ведомости потребности в энергоресурсах;
- технологические схемы монтажа оборудования, металлоконструкций и трубопроводов с узлами строповки;
- рабочие чертежи приспособлений и индивидуальной такелажной оснастки;
- основные положения и мероприятия по охране труда, обеспечению необходимых бытовых условий и пожарной безопасности;

- паспорт монтируемого объекта;
- схемы разводок временного энергоснабжения (электроэнергии, воды, пара, сжатого воздуха и сварочных газов).

Технологические карты или технологические схемы содержат:

- технические решения и указания способа монтажа отдельных сложных видов оборудования, строительных конструкций, укрепленных узлов или блоков технологических трубопроводов;
- способы контроля положения оборудования, конструкций и элементов такелажной оснастки и выверки их по установочно-сборочным допускам;
- решения по механизации трудоемких ручных операций;
- требования по обеспечению безопасных условий производства работ;
- способы строповки монтируемого оборудования или конструкций;
- спецификации монтажных и стропально-такелажных средств (включая механизированный инструмент и средств малой механизации) и материалов;
- схемы строповки грузов;
- типы кранов, их грузоподъемности и места установки;
- массы перемещаемого груза и тип грузозахватного устройства;
- порядок производства работ с указанием мест нахождения стропальщика и такелажника.

До начала производства работ и использования грузоподъемных машин лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами, обязано провести занятие с крановщиками, стропальщиками, такелажниками, монтажниками по изучению ППР, технологических карт и схем. О проведении занятия (инструктажа) делается запись в вахтенном журнале крановщика и журнале регистрации инструктажей.

Лицо, руководящее производством погрузочно-разгрузочных работ, обязано:

- перед началом работы обеспечить охранную зону в местах производства работ, проверить внешним осмотром исправность грузоподъемных механизмов, такелажного и другого погрузочно-разгрузочного инвентаря. Работа на неисправных механизмах и с неисправным инвентарем запрещается;
- проверить у работников, осуществляющих работы, наличие соответствующих удостоверений и других документов на право производства этих работ;
- следить за тем, чтобы выбор способов погрузки, разгрузки, перемещения грузов соответствовал требованиям безопасного производства работ;
- при возникновении аварийных ситуаций или опасного травмирования работников немедленно прекратить работы и принять меры для устранения опасности.

Стропально-монтажные и другие работы с применением грузоподъемных машин должны выполняться по проекту производства работ, технологическим картам, разработанным с учетом требований ГОСТ, который предусматривает:

- соответствие кранов производимой работе по грузоподъемности, высоте подъема груза, вылету стрелы;
- безопасную установку крана для работы вблизи строений, мест складирования, откосов котлованов и в других условиях;
- соблюдение безопасных расстояний от сетей и воздушных линий электропередачи, включая городские контактные сети и т.д.

При выполнении погрузочно-разгрузочных работ кранами соблюдайте следующие требования безопасности:

- производите работы на грузоподъемных механизмах и механизмах передвижения крана по сигналу стропальщика;
- вначале поднимите груз на 200...300 мм и убедитесь, что он застропован правильно и надежно;
- немедленно приостановите работу по сигналу «Стоп», независимо от того, кем он подан;
- подъем, опускание, перемещение груза, торможение при всех перемещениях выполняйте плавно, без рывков;

- перед подъемом или опусканием груза убедитесь в том, что вблизи груза, штабеля, железнодорожного сцепы, вагона, автомобиля и другого места подъема или опускания груза, а также между грузом и этими объектами не находится стропальщик или другие лица;
- застрапливайте и отцепляйте груз после полной остановки грузового каната, его ослабления и при опущенной крюковой подвеске или траверсе;
- неиспользуемые ветви стропа закрепляйте на крюке крана;
- для подводки стропов под груз применяйте специальные приспособления;
- строповку груза производите в соответствии со схемой строповки для данного груза;
- для длинномерных грузов используйте оттяжки;
- груз во время перемещения должен быть поднят не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов и не менее 1 м над землей;
- опускайте груз на предназначенное и подготовленное для него место на подкладки, обеспечивающие устойчивое положение груза и легкость извлечения из-под него стропов;
- запрещается строповать защемленный груз.

Погрузочно-разгрузочные работы следует выполнять механизированными способами с применением подъемно-транспортного оборудования и средств механизации.

Механизированный способ является обязательным при подъеме грузов массой более 50 кг, а также при подъема грузов на высоту более 3 м.

Перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью встроенных подъемно-транспортных устройств или средств механизации. Также должно быть механизировано перемещение грузов в технологическом процессе на расстояние более 25 м.

#### Тема 10.14 Методы проверки исправности такелажных средств.

##### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает этапы подготовки к выполнению стропальных и такелажных работ.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует все этапы подготовки к выполнению стропальных и такелажных работ.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить методы проверки исправности такелажных средств, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

#### Методы проверки исправности такелажных средств.

С помощью такелажных приспособлений поднимают, перемещают и устанавливают различные грузы. От надежности работы такелажных приспособлений зависит безопасность людей, поэтому исправности такелажных приспособлений уделяется особенное внимание.

Все съемные грузозахватные и грузоподъемные приспособления после их изготовления или ремонта подлежат техническому освидетельствованию на заводе, где их изготовляли или

ремонтировали. При техническом освидетельствовании такелажные приспособления испытывают нагрузкой, в 1,25 раза превышающей их номинальную грузоподъемность.

Перед каждым подъемом грузов или конструкций, а также в тех случаях, когда такелажное оборудование еще не было в эксплуатации, все грузоподъемные механизмы и такелажную оснастку осматривают, а затем опробуют.

Стропы опробуют, поднимая ими номинальный груз на высоту 200—300 мм и выдерживая его в этом положении 10—20 мин. Во время опробования осматривают стропы, особенно в местах счаливания или соединения сжимами.

Все вновь поступившие на монтаж такелажные приспособления (блоки, полиспасты, лебедки, домкраты, якоря, тали и тельферы) перед началом работы опробуют в рабочем положении.

Рабочие, обслуживающие такелажные приспособления, должны периодически осматривать их. Не реже чем через каждые 6 месяцев следует осматривать траверсы, через 1 месяц — захваты, через каждые 10 дней — стропы. Результаты осмотра такелажных приспособлений заносят в журнал учета и осмотра.

Такелажные приспособления подлежат испытанию в процессе работы. Так, стропы испытывают через каждые 6 месяцев нагрузкой, превышающей их номинальную грузоподъемность на 25%, в течение 10 мин. Результаты испытания заносят в журнал. К каждому грузоподъемному приспособлению прикрепляют табличку или бирку с указанием предельной рабочей нагрузки, даты испытания и инвентарного номера.

Траверсы, так же как и стропы, испытывают через каждые 6 месяцев нагрузкой, на 25% превышающей их номинальную грузоподъемность.

Полиспасты и блоки испытывают один раз в год.

Домкраты также испытывают раз в год при периодическом техническом освидетельствовании. Испытание проводят статической нагрузкой, превышающей предельную грузоподъемность не менее чем на 10%, в течение 10 мин. При этом винты (рейки, штоки) должны быть выдвинуты в крайнее верхнее положение.

Тали, тельферы и лебедки испытывают один раз в год, проверяя их нагрузкой, превышающей рабочую на 25%.

Лебедки, предназначенные для подъема людей и взрывчатых грузов, а также тали при статическом испытании проверяют нагрузкой, превышающей в 1,5 раза их грузоподъемность, а при динамическом — нагрузкой, превышающей грузоподъемность на 10%.

Для испытания такелажных приспособлений разработан универсальный стенд (рис. 35), на котором в условиях, сходных с рабочими, можно испытывать блоки, полиспасты, лебедки различных видов, канатные и цепные стропы, винтовые стяжки, а с помощью дополнительных приспособлений — тали и тельферы. Например, испытываемый полиспаст не только нагружается грузом, но в нем под нагрузкой вращаются ролики.

Стенд состоит из жесткой рамы, выполненной из прокатного металла, и дополнительных столов. С правой стороны стенда расположена стрела, прикрепленная к раме шарнирно, на другом конце стрелы — ролик, через который проходит грузовой канат. С левой стороны стенда находится основной механизм стенда — электрическая лебедка с тяговым усилием 7500 кгс. Для создания определенной нагрузки на испытываемое приспособление служит наборный груз общим весом 7500 кг. Груз висит на канате, который проходит через отводной блок на конце стрелы, а затем после огибания второго блока крепится к концу стрелы.

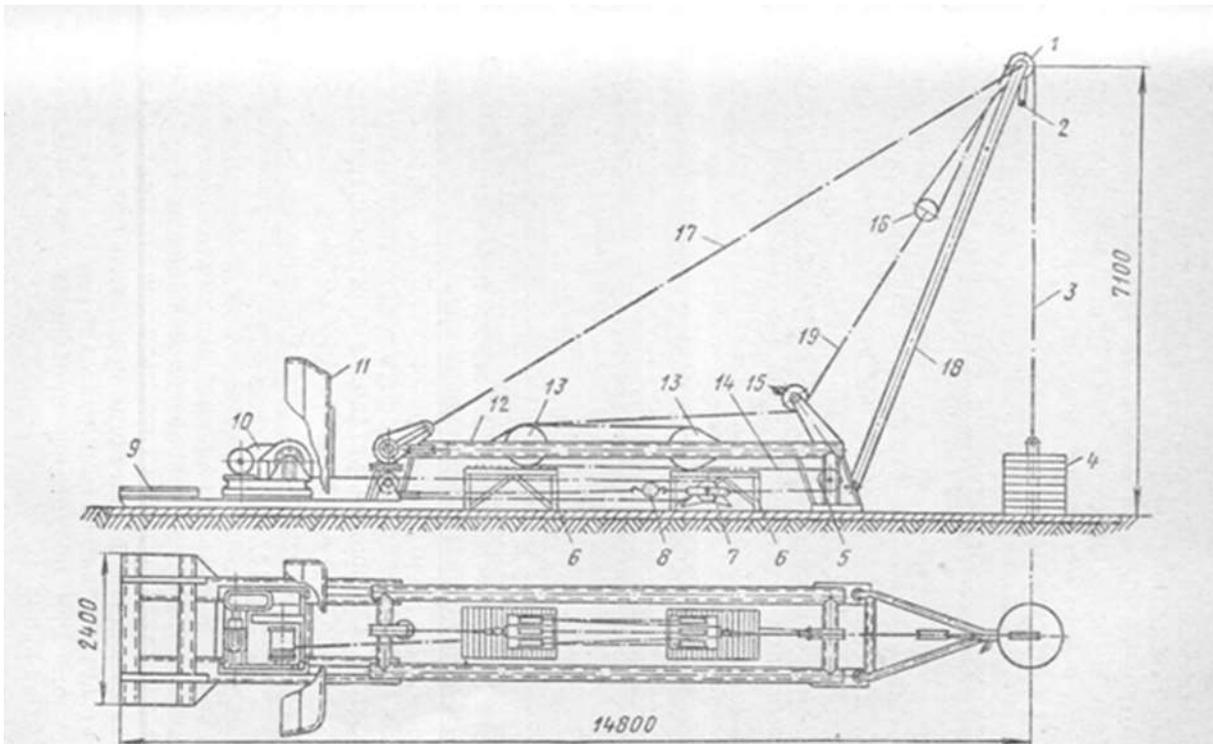


Рис. 10.14.1 Стенд для испытания полиспаста:

1 — ролик, 2 — подвеска, 3 — грузовой канат, 4 — наборный груз, 5 и 15 — отводные блоки, 6 — столы. 7 — стяжка. 8 — динамометр, 9 — место для испытываемой лебедки, 10 — электрическая лебедка, 11 — предохранительный щит, 12 — рама стенда, 13 — испытываемые блоки полиспаста, 14 — мертвая нить полиспаста, 16 — блок. 17 — канат для изменения вылета стрелы, 18 — стрела, 19 — сбегаящая нить полиспаста

Испытываемый полиспаст с трехрольными блоками закреплен на раме. Сбегаящая нить полиспаста идет через отводной блок к блоку. Мертвая (нулевая) нить полиспаста через отводной блок и стяжку соединяется с динамометром, а затем через системы блоков идет к лебедке.

Вылет стрелы изменяют с помощью каната. Во время испытания обслуживающий персонал находится у электрической лебедки за специальным щитом. Лебедку при испытании на стенде устанавливают на специально предусмотренное для нее место. Для испытания талей и тельферов стенд оснащают двумя треногами с помещенной на них балкой-монорельсом. Поднимают к устанавливают треноги, монорельс, а также тали и тельферы с помощью стрелы. Для подъема может быть использован канат или специальная подвеска на стреле.

### Тема 10.15 Характеристика и классификация перемещаемых грузов.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает классификацию перемещаемых грузов и их характеристику.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует классификацию перемещаемых грузов.

<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить классификацию перемещаемых грузов, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Характеристика и классификация перемещаемых грузов.

Для подъема груза должны быть известны его масса, форма, размер, что в последующем определит способ складирования и строповки груза. Поэтому необходимо перед началом транспортировки грузов знать их классификацию и характеристику, в противном случае нарушается безопасность рабочего процесса.

1) В зависимости от массы грузы подразделяются на:

легковесные - до 250 кг (войлок, кожа, пакля, фанера, сухая штукатурка, легкие детали машин и др.);

крупногабаритные тяжеловесные грузы - до 50 т. (штабелируемые, насыпные, полужидкие, жидкие и нештабелируемые грузы);

весьма тяжелые - более 50 т. (штучные нештабелируемые грузы);

мертвые грузы - особая категория грузов неизвестной массы. Мертвыми считаются грузы, закрепленные на фундаментах анкерными болтами, зарытые в землю, примерзшие к земле, прижатые другим грузом, а также поднимаемые при кривой чалке. Поднимать мертвые грузы краном запрещается.

2) В зависимости от формы и размеров грузы подразделяются на:

габаритные - грузы, размеры которых не превышают габариты подвижного состава железных дорог или наземного безрельсового транспорта;

негабаритные — грузы, размеры которых превышают габариты подвижного состава железных дорог или наземного безрельсового транспорта.

3) В зависимости от способа складирования и строповки грузы классифицируются на следующие группы на:

штучные нештабелируемые грузы (металлоконструкции, двигатели, станки, машины, механизмы, крупные железобетонные изделия и т.д.).

штучные штабелируемые грузы (прокатная сталь, трубы, лесо- и пиломатериалы, кирпич, шлакоблоки, типовые железобетонные изделия, плиты, панели, блоки, балки, ящики, бочки, изделия геометрически правильной формы и т.д.). Складываются штабелями.

насыпные грузы (уголь, торф, шлак, песок, щебень, цемент, известь, металлическая стружка и т.д.).

полужидкие пластичные грузы — грузы, обладающие способностью некоторое время сохранять приданную им форму или с течением времени затвердевать (растворы, бетон, известковое тесто, битум, смазывающее вещество и др.). Транспортируются в специальной таре.

жидкие грузы — грузы, не имеющие определенной формы (вода, жидкие горючие, кислоты, щелочи, мастики и т.д.). Транспортируются в бочках, бидонах, бутылках, цистернах.

газообразные грузы. Такие грузы транспортируются под давлением в баллонах, других сосудах и трубопроводным транспортом.

### Тема 10.16 Установка кранов и опасные зоны, возникающие при его работе.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
--	---

<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает способы установки кранов и опасные зоны, возникающие при его работе.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует способы установки кранов и опасные зоны, возникающие при его работе.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	<a href="http://web-mechanic.ru">web-mechanic.ru</a> › <a href="http://web-mechanic.ru/gruzopodemnye-mekhanizmy">gruzopodemnye-mekhanizmy</a> › <a href="http://web-mechanic.ru/ustanovka-kranov">ustanovka-kranov</a>
<b>Перечень расходных материалов</b>	Тетради, ручки, инструкционная карта.

### **Установка кранов и опасные зоны, возникающие при его работе.**

Зоны постоянно действующих опасных производственных факторов приведены в СНиП «Безопасность труда в строительстве».

Установка кранов должна производиться в соответствии с проектом производства работ (рис. 1).

При установке крана на краю траншеи или котлована нужно соблюдать безопасные расстояния, приведенные в табл.

Таблица 10.16.1 Безопасные расстояния при установке крана на краю траншеи или котлована

Глубина котлована h, м	Расстояние А, м, от основания до ближайшей опоры крана при не насыпном грунте				
	Песок, гравий	Супесь	Суглинок	Глина	Лёсс сухой
1	1,5	1,25	1,00	1,00	1,0
2	3,0	2,40	2,00	1,50	2,0
3	4,0	3,60	3,25	1,75	2,5
4	5,0	4,40	4,00	3,00	3,0
5	6,0	5,30	4,74	3,50	3,5

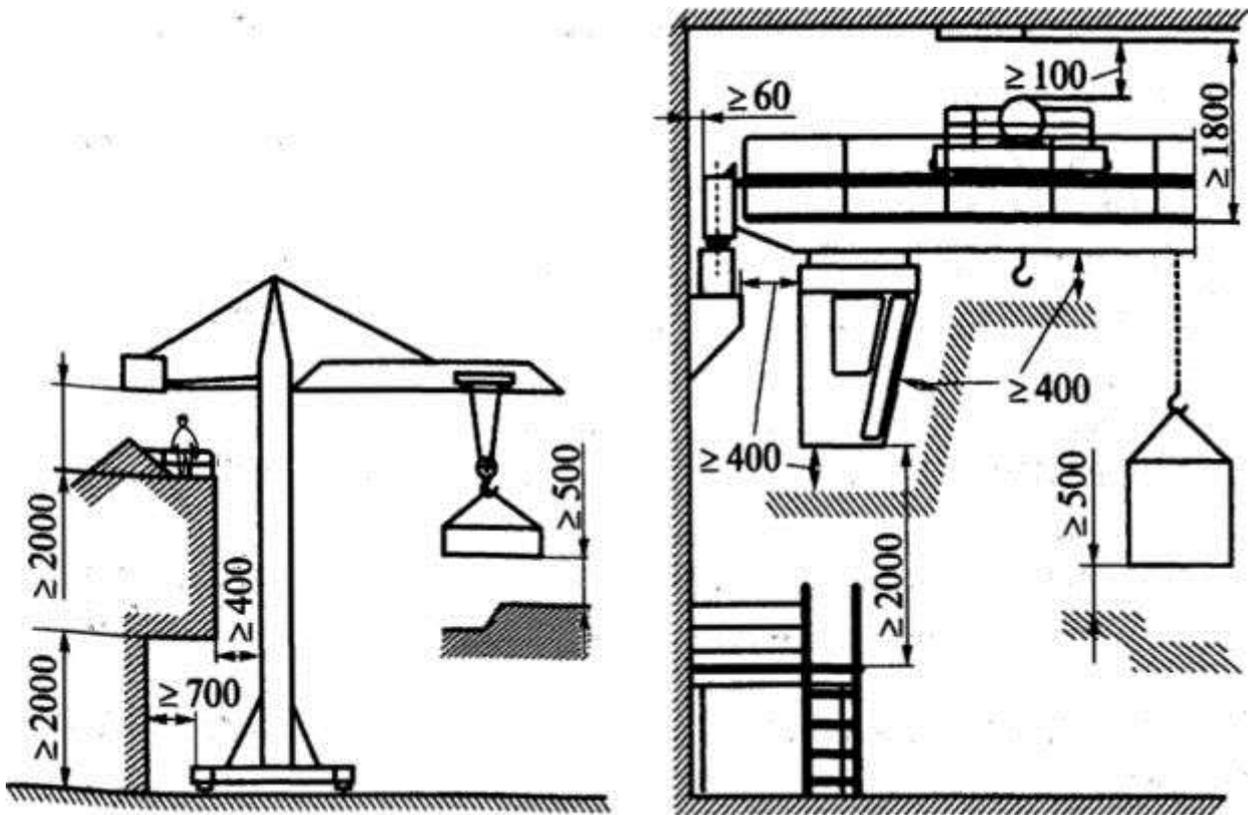


Рис 10.16.1 а,б

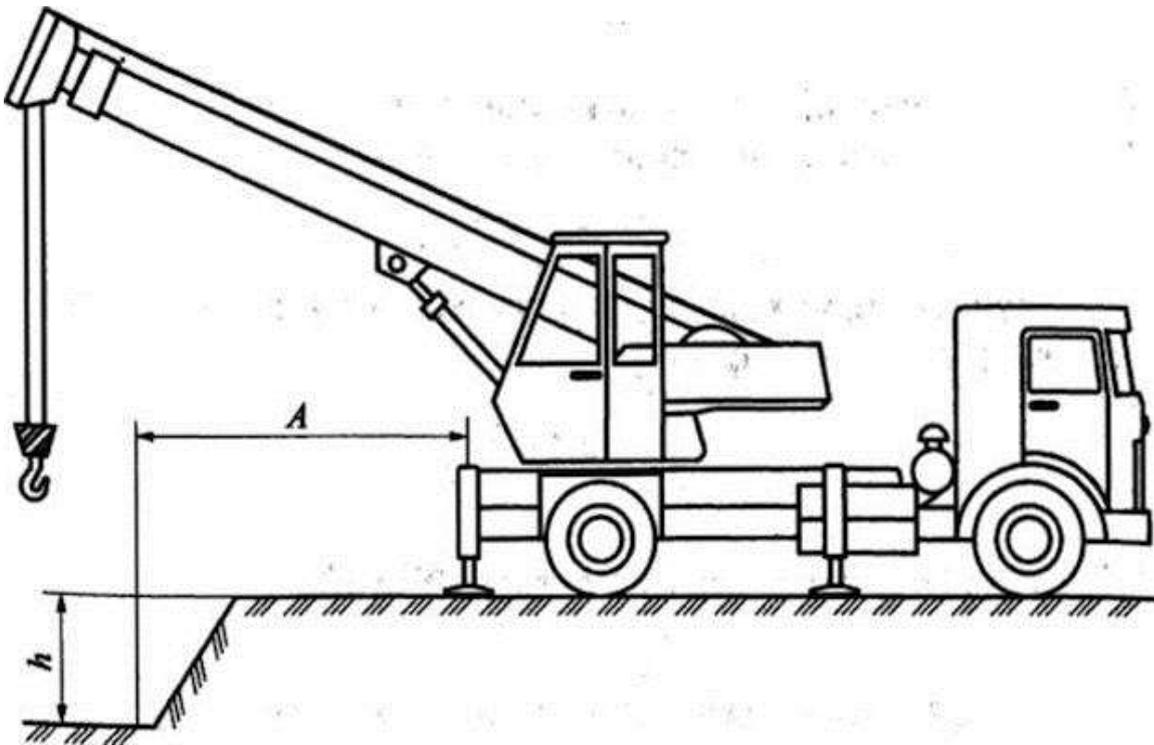


Рис. 10.16.1 в

Рис. 10.16.1 Установка кранов:

а — передвигающихся по наземным крановым путям; б — передвигающихся по надземным крановым путям; в — вблизи откосов, котлованов и траншей;

A — расстояние от основания котлована до ближайшей опоры крана при ненасытном грунте; h — глубина котлована

## Тема 10.17 Требования к площадкам для складирования груза, подкладкам и прокладкам.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает требования к площадкам для складирования груза, подкладкам и прокладкам.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует требования к площадкам для складирования груза, подкладкам и прокладкам.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить требования к площадкам для складирования груза, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Требования к площадкам для складирования груза, подкладкам и прокладкам.

Площадка для складирования и хранения строительных материалов, железобетонных изделий и других материалов должна быть ровная, утрамбованная, очищенная от строительного мусора, а зимой — от снега и льда. Если на площадке производятся работы в две смены или круглосуточно, то вечером и ночью она должна быть хорошо освещена.

Между штабелями на площадке должны быть оставлены проезды, ширину которых определяют в зависимости от размеров автомашин, их прицепов, а также кранов, которые будут работать на площадке; обязательно оставлять свободные проходы шириной не менее 1 м.

Приваливать (опирать) железобетонные или иные материалы и изделия к заборам и элементам временных и капитальных сооружений не разрешается. Подкладки и прокладки в штабелях складированных материалов и конструкций следует располагать в одной вертикальной плоскости. Их толщина при штабелировании панелей, блоков и тому подобных конструкций должна быть больше высоты выступающих монтажных петель не менее чем на 20 мм. Складирование материалов, конструкций и оборудования должно осуществляться в соответствии с требованиями стандартов и технических условий на материалы, изделия и оборудование.

Способы укладки грузов должны обеспечивать: – устойчивость штабелей, пакетов и грузов, находящихся в них; – механизированную разборку штабеля и подъем груза навесными захватами подъемно-транспортного оборудования; – безопасность работающих на штабеле или около него; – возможность нормального функционирования средств защиты работающих и пожарной техники.

Грузы (кроме балласта, выгружаемого для путевых работ) при высоте штабеля до 1,2 м должны находиться от наружной грани головки ближайшего к грузу рельса железнодорожного или кранового пути на расстоянии не менее 2 м, а при большей высоте — не менее 2,5 м.

Вблизи железнодорожных или крановых путей грузы размещаются в соответствии с требованиями ГОСТ и нормативно-технической документацией.

На площадках для укладки грузов должны быть обозначены границы штабелей, проходов и проездов между ними. Размещать грузы в проходах и проездах не разрешается.

Площадки, на которых производятся погрузочно-разгрузочные работы, должны соответствовать Строительным нормам и правилам.

## Тема 10.18 Способы обвязки, зацепки и схемы строповки грузов.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает способы обвязки, зацепки и схемы строповки грузов.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует способы обвязки, зацепки и схемы строповки грузов.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные способы обвязки, зацепки и схемы строповки грузов, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта. <a href="http://mskran.ru">mskran.ru</a> › <a href="#">stropalchik</a> › <a href="#">cat</a>
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Способы обвязки, зацепки и схемы строповки грузов.

**Строповка** — это совокупность методов обвязки и зацепки грузов для их подъема и перемещения грузоподъемными машинами (кранами).

**К строповке конструкций предъявляются следующие требования:**

- строповые устройства, их крепление к поднимаемой конструкции и грузоподъемному крану должны быть надежными;
- трудоемкость и продолжительность операции строповки и расстроповки должны быть минимальными;
- использование строповых приспособлений, устройств должно быть многократным (приспособления должны быть инвентарными);
- расстроповка должна производиться на расстоянии (без подъема стропальщика к месту строповки);
- строповка должна исключать нарушение формы и прочности конструкции, а также ее падение и опрокидывание.

Для строповки различных строительных грузов для разового подъема вместо специальных грузозахватных устройств можно применять обычные канаты путем вязки их в узлы и петли.

Для предохранения канатов от перетирания при обвязке грузов с острыми кромками следует устанавливать предохранительные подкладки.

При свободной укладке груза на петлевые стропы его перемещение (независимо от числа петель на стропе) допускается только при наличии элементов, предотвращающих смещение в продольном направлении.

При перемещении канатными стропами грузов, имеющих острые ребра, необходимо между ребрами и канатами размещать прокладки, предохраняющие последние от повреждений. Прокладки изготавливаются из дерева, разрезанной трубы, резиноканевых шлангов, плоских ремней и т.д.

Для обеспечения безопасной работы по перемещению грузов кранами на стройке разрабатываются схемы строповки перемещаемых грузов, которые обязательно приводятся в ППР.

Строповка балок и труб показана на рис. 10.18.2, 10.18.3.

При выгрузке труб из полувагонов и погрузке их на трубовозы автотранспортное средство устанавливается параллельно рельсовому пути.

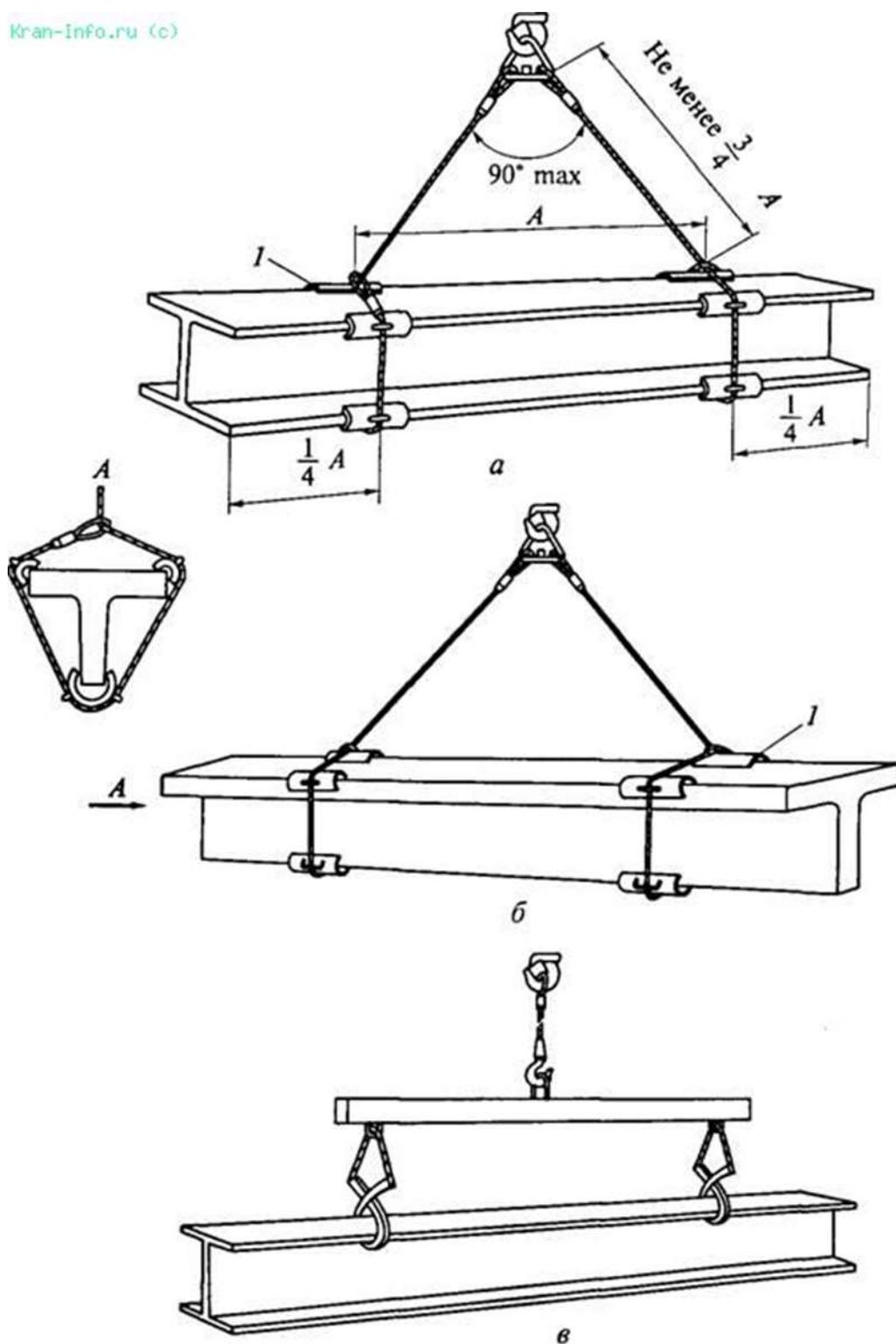


Рис. 10.18.2. Строповка балок:

а — металлической (в обхват); б — железобетонной (в обхват); в — металлической (траверсой с клещевыми захватами); 1 — проставка

Особенно необходимо разрабатывать схемы строповки грузов, если:

груз не имеет специальных устройств (петель, цапф, рымов и т.п.) для строповки;  
 груз снабжен специальным устройством для строповки, но не может быть поднят с его помощью;  
 груз представляет собой детали и узлы машин, перемещаемые кранами во время монтажа, демонтажа или ремонта.

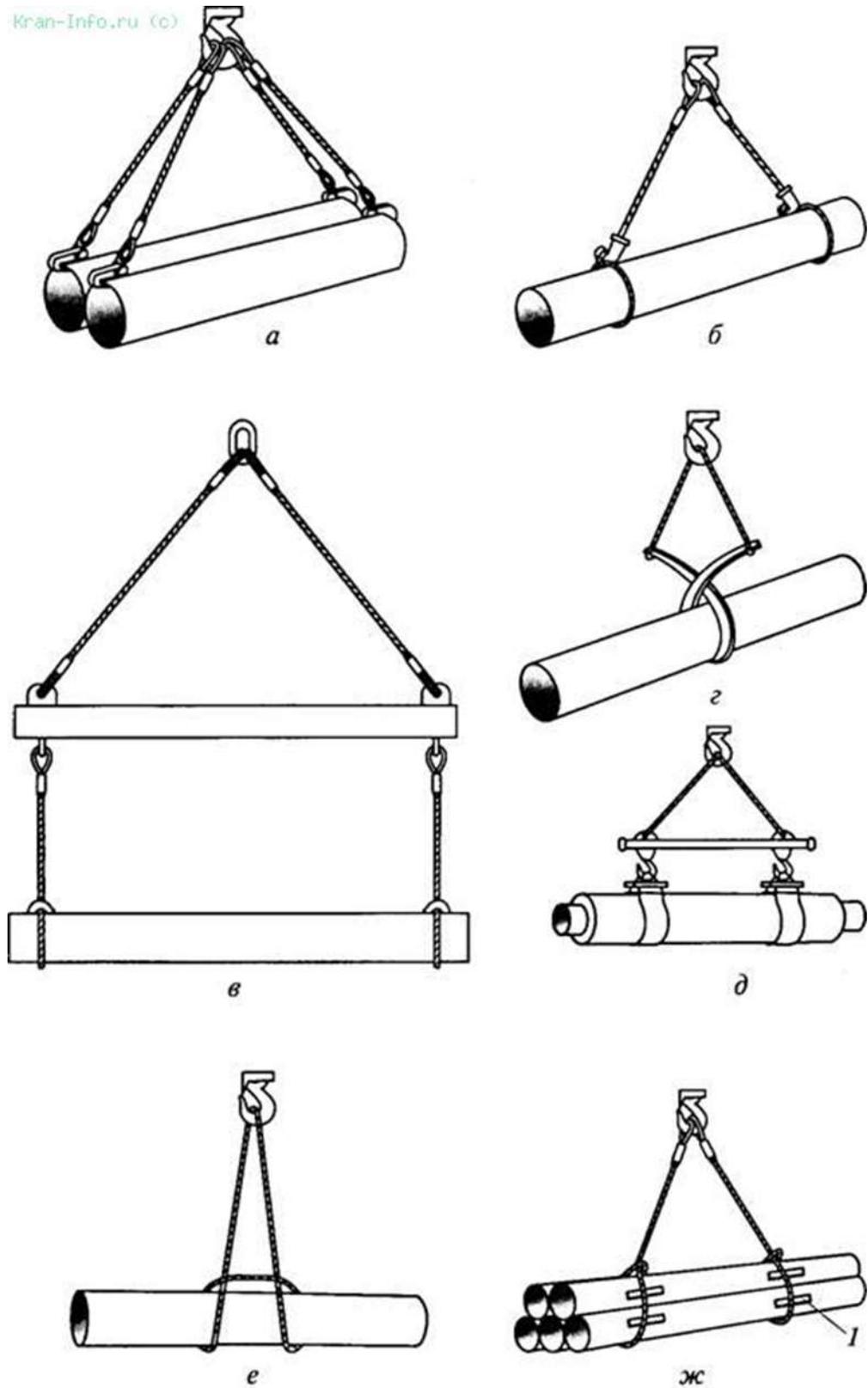


Рис. 10.18.3. Строповка труб:

а — торцевыми захватами; б — двухпетлевыми стропами со втулкой; в — балочной траверсой; г — клещевым захватом; д — полотненчатыми стропами; е — кольцевым стропом на удавку; ж — двухпетлевыми стропами (пакет труб); 1 — проставка

Если не имеется разработанных схем строповки, то подъем груза должен осуществляться в присутствии и под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ кранами.

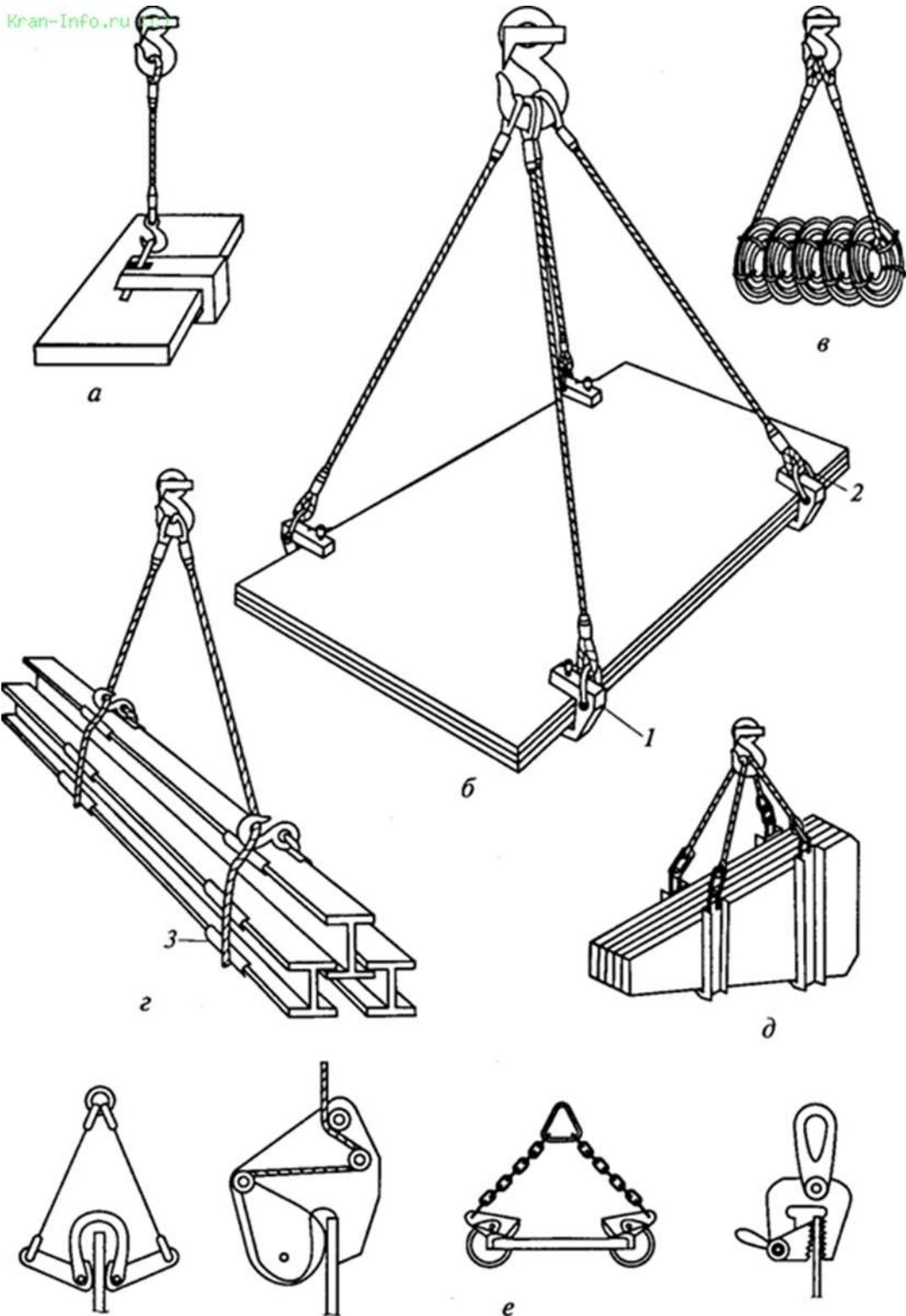


Рис. 10.18.4. Стropовка металлопроката:

а — одиночный груз; б — пакет листовой стали; в — бухты проволоки; г — пакет двутавровых балок; д — пакет листовой стали (захваты располагают симметрично относительно центра тяжести пакета на расстоянии  $1/3$  длины от края); е — эксцентриковые зажимные устройства; 1 — струбцина; 2 — скоба монтажная; 3 — проставка.

Схемы строповки грузов должны вывешиваться в местах производства работ либо выдаваться на руки стропальщикам или крановщикам.

При разработке схем строповки грузов необходимо соблюдать следующие правила:

- крюки стропов должны свободно заходить в зев петли, цапфы, рымы или другого грузозахватного устройства на грузе;

- крюки необходимо заводить с внутренней стороны изделий в сторону их центра тяжести;
- изделия должны крепиться за все петли (цапфы, рымы);
- ветви стропов во время подъема должны иметь одинаковое натяжение;
- угол между ветвями стропов не должен превышать  $90^\circ$ ;
- неиспользованные концы стропа необходимо укреплять так, чтобы они при перемещении груза не задевали встречающиеся на пути предметы;
- заведенный в монтажную петлю (цапфу, рым) крюк стропа не должен соприкасаться с поверхностью стропаемого груза.

Фермы строят либо непосредственно за верхние узлы, либо, при наличии строповочных отверстий, с помощью пальцев, вставляемых в эти отверстия.

Фермы (рис. 10.18.5) до 18 м обычно строят за две точки, при длине свыше 18 м — за четыре точки или применяют траверсы решеточного типа различных конструкций, снабженные балансирными блоками, которые обеспечивают одинаковое натяжение канатов стропов во время подъема.

Ветви стропа не должны сильно отклоняться от вертикали, чтобы не создавалось излишнее сжатие в верхнем поясе фермы.

Лестничные марши (рис. 10.18.6 б) с площадками складывают на ребро на подкладках 100 x 150 мм с упорами. Лестничные марши без площадок или ступени укладывают плашмя на подкладках 200 x 150 мм и прокладках 80 x 80 мм, не выше чем в 5 рядов.

Kran-Info.ru (с)

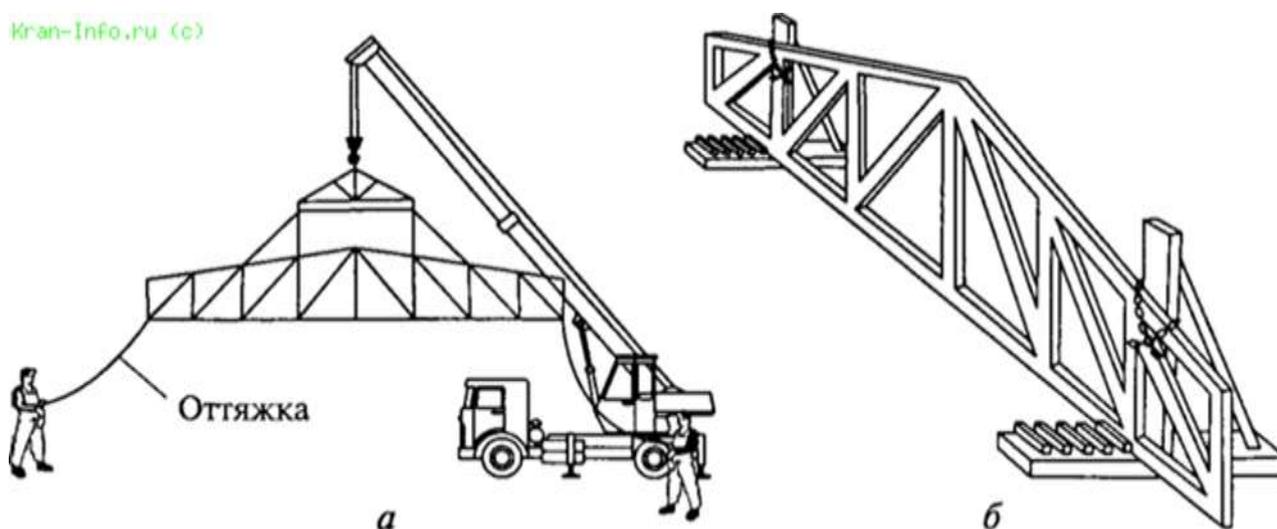


Рис. 10.18.5. Стropовка (а) и складирование ферм на металлических опорах (б)

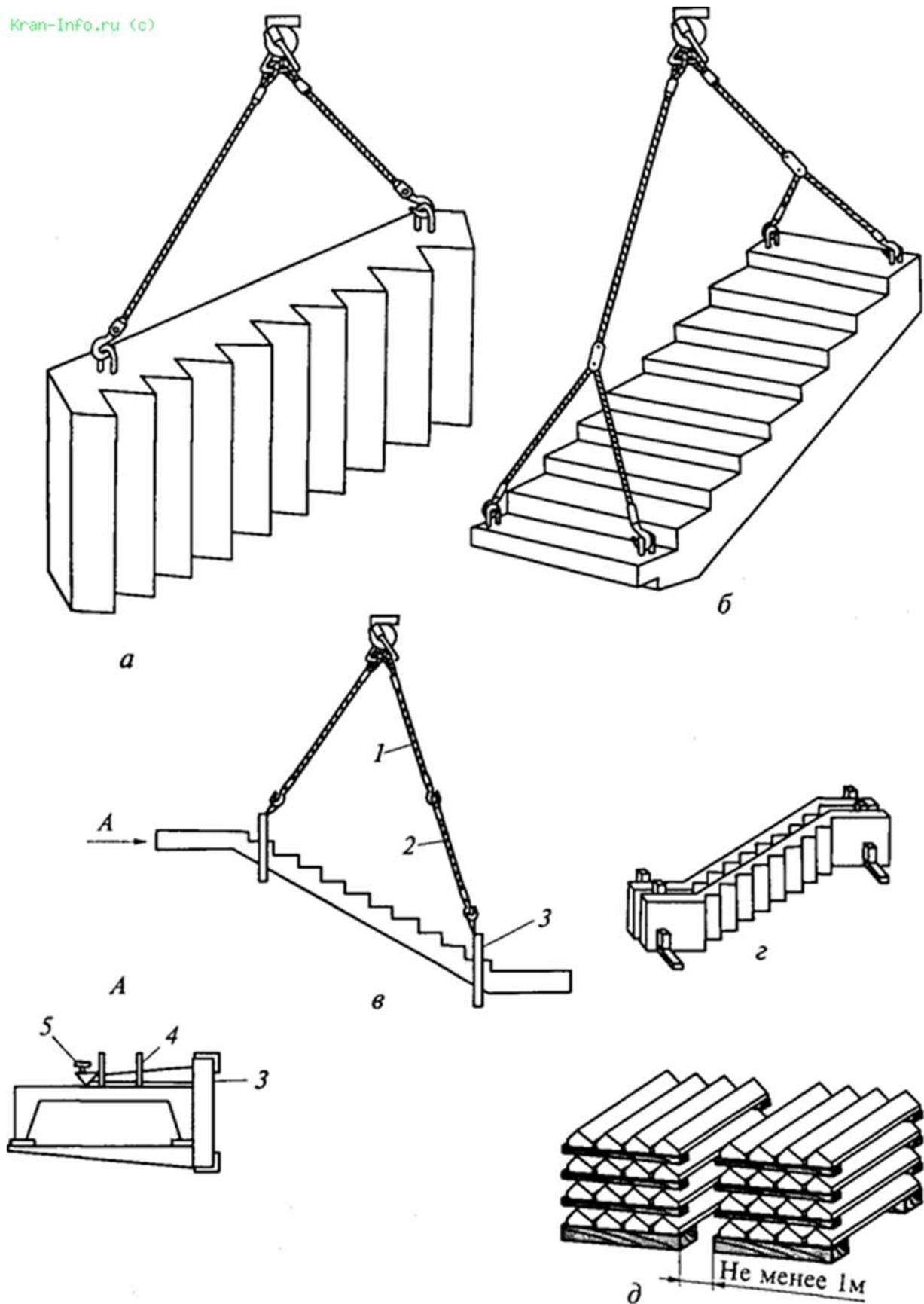


Рис. 10.18.6. Строповка лестничных маршей при погрузке — выгрузке (а), монтаже (б), с удлинителем и вилочными захватами (в) и складирование лестничных маршей с площадками (г) и лестничных маршей без площадок или ступеней (д):

1 — строп; 2 — удлинитель; 3 — вилочный захват; 4 — петля; 5 — страховочный винт

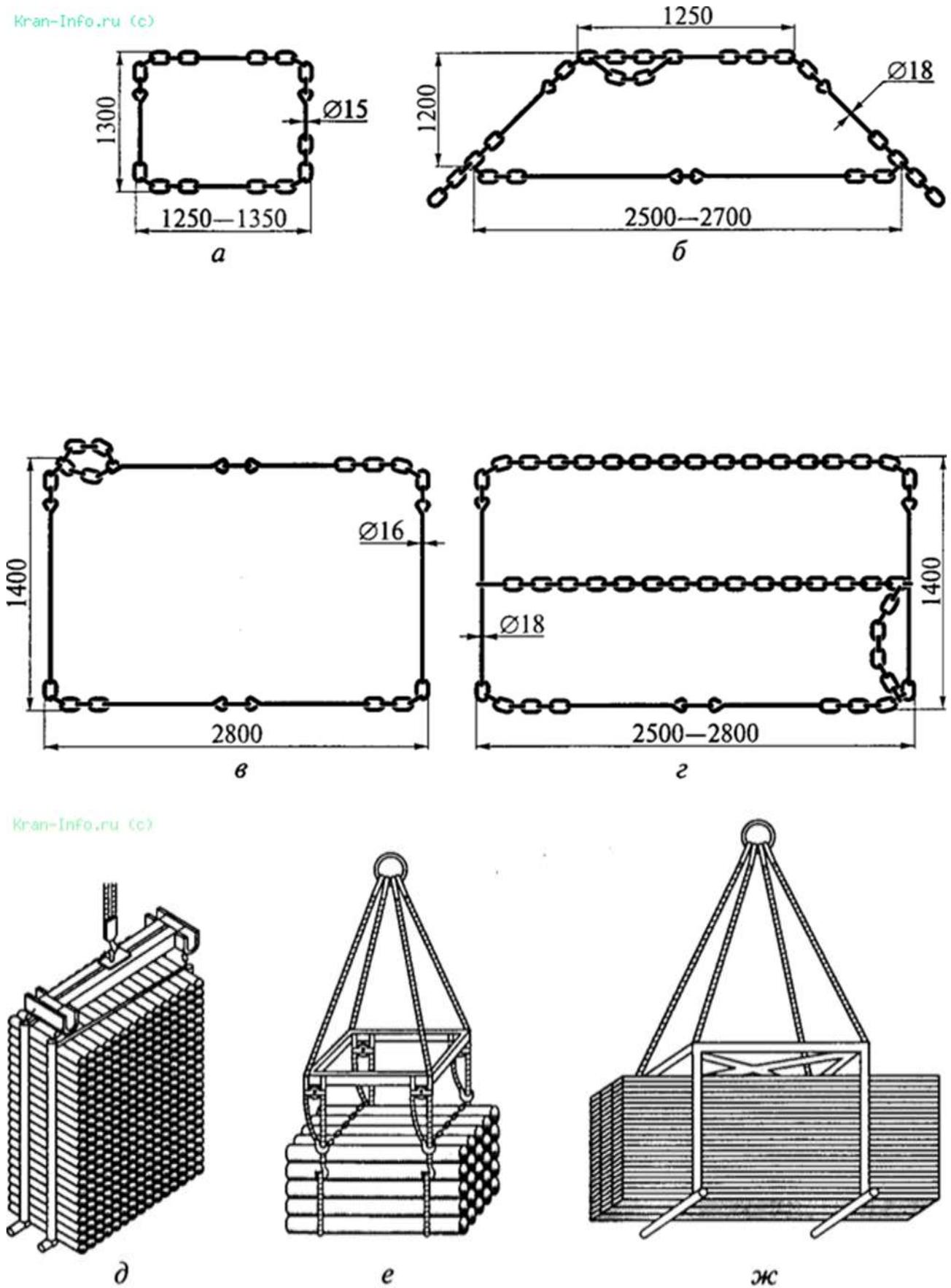


Рис. 10.18.7. Полу жесткие стропы для пиломатериалов (а — длинномерных; б — короткомерных; в — круглых короткомерных; г — длинномерных в пакетах) и траверсы для лесоматериалов (д — короткомерных; е — длинномерных; ж — штабелей)

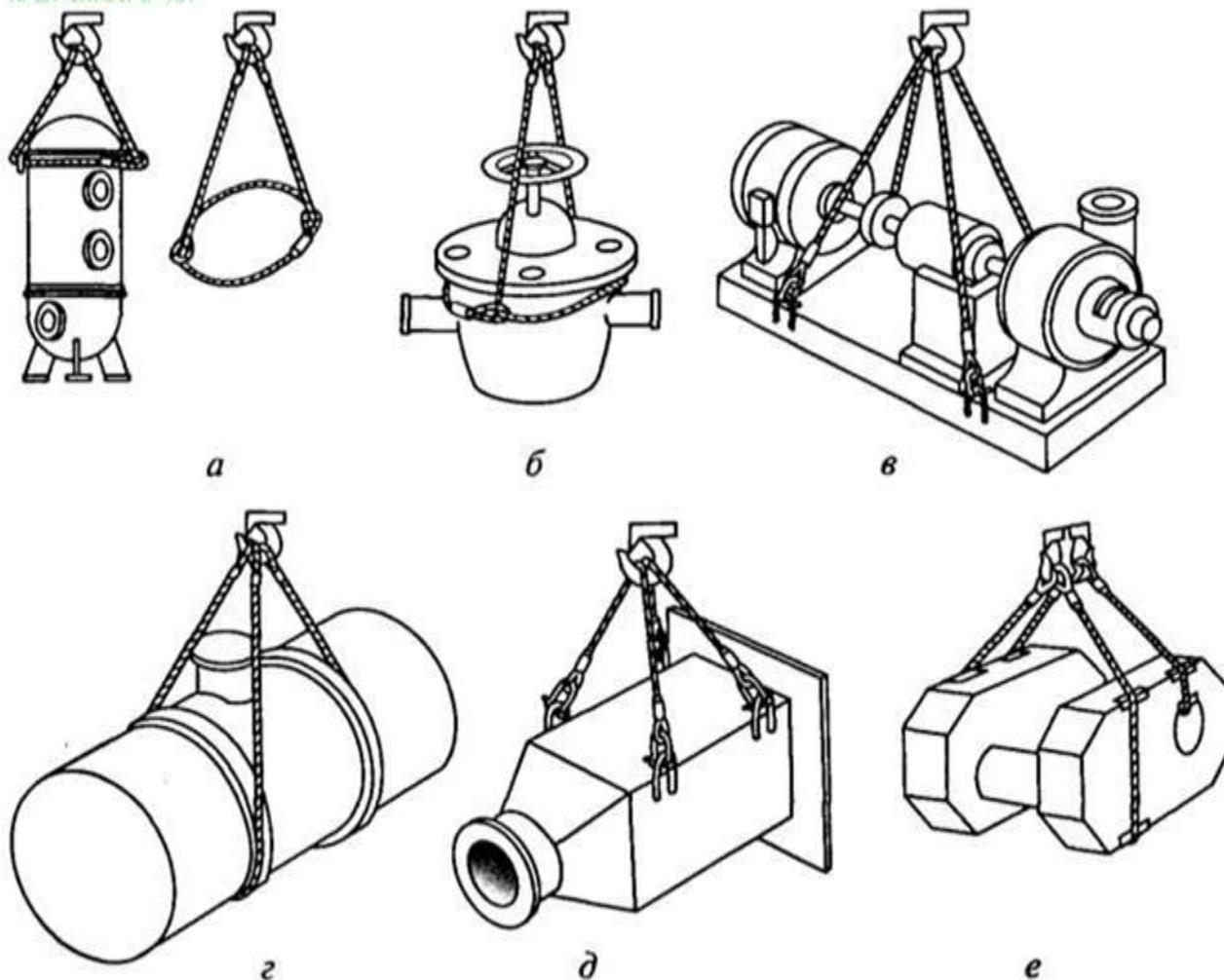


Рис. 10.18.8 Стropовка оборудования:

а — сосуда двумя двухпетлевыми стропами; б — задвижки двухпетлевым стропом; в — агрегата двумя двухпетлевыми стропами; г — цилиндрического резервуара двумя двухпетлевыми стропами; д — коробка двумя двухпетлевыми стропами; е — детали станка двумя двухпетлевыми стропами; ж — оборудования в деревянной таре двумя двухпетлевыми стропами

При строповке лесоматериалов обычные стропы не могут в полной мере отвечать требованиям при производстве работ. При расцепке и вытаскивании стропов из-под пачки происходит раскатывание лесоматериалов.

Более рационально применять полужесткие стропы с траверсами.

Находят применение и грейферные захваты, навешиваемые на автопогрузчики.

### Тема 10.19 Маркировка грузов и манипуляционные знаки.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает способы маркировки грузов и манипуляционные знаки.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин

<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует способы маркировки грузов и манипуляционные знаки.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### **Маркировка грузов и манипуляционные знаки.**

На всех грузах, которые по своим свойствам требуют особо внимательного обращения с ними, кроме отправительных надписей, т.е. адресов, номеров заказов и количества мест, наносится предупредительная маркировка словами или условными знаками.

Надписи и манипуляционные знаки указывают, как обращаться с грузом в пути и во время погрузочно-разгрузочных операций. На всех грузах в таре обязательно намечается вес «Брутто» и «Нетто», центр тяжести груза.

Иногда необходимы и такие надписи: «Верх», «Не кантовать», «Стекло» и т.п. На отдельных грузах наносятся следующие надписи: «Бойтся сырости», «Бойтся тепла», «Бойтся света», «Огнеопасно» и т. п.

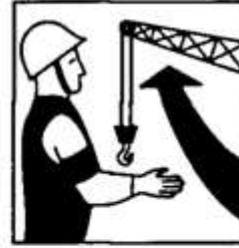
Надписи и знаки должны наноситься четко с двух или трех сторон груза несмываемой краской или тщательно наклеиваться на упаковку, если они отпечатаны типографским способом на плотной бумаге.

В зависимости от свойства груза манипуляционные знаки могут наноситься в различном сочетании. Они указывают на способ обращения с грузом, в частности при его строповке.

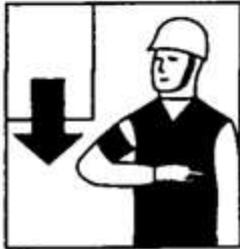
Предупредительные надписи и знаки (рис. 10.19.1), как правило, наносятся на свободных от отправительных надписей сторонах упаковки.



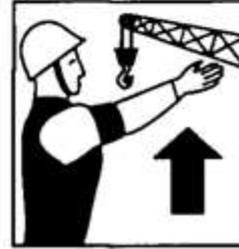
**ПОДНЯТЬ ГРУЗ  
ИЛИ КРЮК**  
Прерывистое движение  
руки вверх на уровне  
пояса ладонью вверх;  
рука согнута в локте



**ПОВЕРНУТЬ СТРЕЛУ**  
Движение рукой,  
согнутой в локте,  
ладонью  
по направлению  
требуемого движения



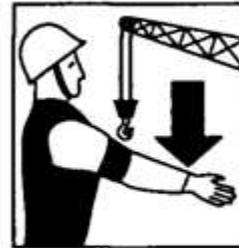
**ОПУСТИТЬ ГРУЗ  
ИЛИ КРЮК**  
Прерывистое движение  
руки вниз перед грудью  
ладонью вниз;  
рука согнута в локте



**ПОДНЯТЬ СТРЕЛУ**  
Подъем вытянутой  
руки, предварительно  
опущенной  
до вертикального  
положения, ладонь  
раскрыта



**ПЕРЕДВИНУТЬ КРАН  
(МОСТ)**  
Движение вытянутой  
рукой, ладонью по  
направлению  
требуемого движения



**ОПУСТИТЬ СТРЕЛУ**  
Опускание вытянутой  
руки, предварительно  
поднятой  
до вертикального  
положения,  
ладонь раскрыта



**ПЕРЕДВИНУТЬ  
ТЕЛЕЖКУ**  
Движение рукой,  
согнутой в локте,  
ладонью по направле-  
нию требуемого  
движения



**СТОП (ПРЕКРАТИТЬ  
ПОДЪЕМ ИЛИ  
ПЕРЕДВИЖЕНИЯ)**  
Резкое движение  
рукой вправо и влево  
на уровне пояса,  
ладонь повернута вниз



**ОСТОРОЖНО (ПРИМЕНЯЕТСЯ ПЕРЕД ПОДАЧЕЙ  
КАКОГО-ЛИБО СИГНАЛА ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ  
НЕЗНАЧИТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ)**  
Руки подняты вверх ладонями друг к другу  
(на небольшом расстоянии)

Рис. 10.19.1 Знаковая сигнализация

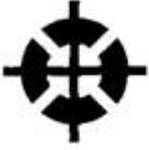
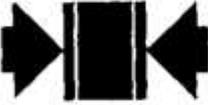
	Хрупкое Осторожно		Указывает на правильное вертикальное положение груза
	Необходимо защитить груз от воздействия влаги		Указывает на центр тяже- сти, если он не совпадает с геометриче- ским центром груза
	При транспорти- ровании, пере- грузке и хранении вскрывать упаков- ку запрещается		Подъем разре- шается только непосредствен- но за груз, а не за упаковку
	Запрещается применение крюков при поднятии груза		На груз при транспортировке и хранении запрещается класть другие грузы
	Указывает на то место, где следует расположить канаты или цепи при подъеме груза		Груз нельзя раскачивать
	Указывает на ме- ста, в которых нельзя применять тележку для подъема груза		Указывает место, в котором груз можно брать зажимами
			Ограничена возможность штабелирования груза

Рис. 10.19.2 Манипуляционные знаки

## Тема 10.20 Транспортирование грузов.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает способы транспортировки грузов.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует способы транспортировки грузов.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Транспортирование грузов.

Транспортировка грузов – это физическое перемещение грузов из начального в конечный пункт. Самый простой вариант транспортировки грузов предполагает одну погрузку и прямую доставку до пункта назначения. Транспортировка может становиться очень сложным процессом, когда грузы перемещаются между континентами или через множество стран и при этом используется несколько видов транспорта. Этот процесс может потребовать консолидации грузов (или, напротив, их расконсолидации) в более крупные грузовые партии в целях повышения эффективности транспортировки и снижения ее стоимости. Помимо этого, грузы могут проходить через ряд портов, складов и пунктов хранения, возможно, осматриваться и подвергаться досмотру, следовательно, в организации и работе всей транспортной цепи играет свою роль значительное число сторон. При этом при транспортировке грузов необходимо соблюдать согласованные между продавцом и покупателем сроки и условия, отслеживать перемещение груза в ходе транспортировки, предоставлять владельцам груза отчеты о ходе доставки и осуществлять нормативно-правовые процедуры, предписанных целым рядом государственных органов.

Транспортировка грузов предполагает исполнение целого ряда документальных требований, что дает властям возможность отследить транспортный маршрут, вид транспорта (судно, воздушное судно, грузовой автомобиль, железнодорожные товарные вагоны, баржи), используемое транспортное оборудование и упаковку (контейнеры, паллеты и т. д.), а также перевозимый груз и его соответствие требованиям, касающимся его типа и количества.

#### Роль международных транспортных конвенций

Международные транспортные конвенции являются правовой и документальной базой для перемещения грузов различными видами транспорта, а также для сопроводительных документов (накладной КДПГ для дорожной перевозки грузов, накладной МГК для железнодорожной перевозки грузов, авианакладной, коносамента для перевозки груза морским путем). Многие из документальных требований вытекают из международных конвенций, которые принимались в течение многих десятилетий. Соглашения и конвенции ЕЭК ООН можно найти в Перечне международных соглашений.

Существуют и другие требования к мультимодальным и интермодальным перевозкам: одни касаются разрешения использовать более одного вида транспорта, а другие касаются специфического оборудования, используемого в ходе интермодальных перевозок. Международные

транспортные организации играют важную роль в разработке мер по упрощению процедур торговли и внедрению в транспортном секторе соответствующих инструментов. Международные перевозки включают в себя импорт, экспорт и международный транзит. Транзитные перевозки могут быть сложными, длительными по времени и дорогими, так как транзитные страны могут стремиться ограничивать количество транзитных перевозок. Международная конвенция МДП является основным инструментом, помогающим в организации режима международного транзита. Требования по обеспечению безопасности, применяются в частности при обращении с опасными и вредными грузами.

#### Виды транспорта

В портах и аэропортах перевозятся и хранятся большие объемы грузов, особенно, предназначенных на экспорт или импорт. Управление портом может внести значительный вклад в ускорение этих процессов путем организации эффективного и беспрепятственного захода и выхода грузов в порт и из порта.

Основной заботой на сегодняшний день является безопасность грузов в ходе транспортировки. Существуют специфические меры по упрощению процедур торговли, позволяющие проводить мониторинг и контроль безопасности и при этом не прерывать физический поток грузов без крайней на то нужды.

Транспортная логистика

**Выбор вида или *видов транспорта* осуществляется по следующим *критериям*:**

- экономичность перевозок грузов;
- способность доставки грузов в любую точку территориального образования;
- размещение сети путей сообщений;
- сезонность и ритмичность работы транспорта в различных метеорологических условиях;
- провозная способность транспорта;
- дальность перевозки;
- риски, возникающие при транспортировке грузов;
- затраты на перевозку грузов;
- время доставки грузов потребителю.

MyShared

### Тема 10.21 Кантование грузов. Складирование грузов.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает способы кантования грузов. Знает способы складирования грузов.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует способы кантования грузов. Характеризует способы складирования грузов.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.

<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

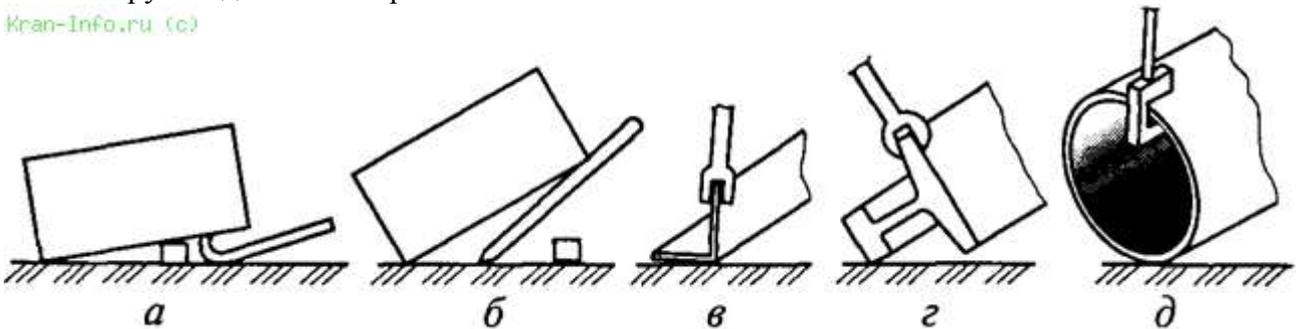
### Кантование грузов. Складирование грузов.

**Кантованием** называют операцию переворачивания, поворачивания груза из одного положения в другое. Кантование (рис. 10.21.1) чаще всего вызывается технологией процессов производства. В металлургическом производстве — это разливка металла из печей в ковши, из ковшей в миксера, печи, изложницы и т. п. На машиностроительных предприятиях кантование необходимо производить при изменении операции обработки. Прибегают к кантованию изделий при проведении ремонтов, монтаже и демонтаже оборудования. Иногда кантование груза применяют в связи с необходимостью поставить или уложить груз в требуемое положение: из транспортного в рабочее, и наоборот.

В зависимости от площади цеха, его оснащённости, формы и массы деталей и от массовости производства существуют следующие виды кантования:

- ручное;
- механизированное;
- грузоподъемными кранами.

Kran-Info.ru (с)



**Рис. 10.21.1. Кантование грузов:**

а, б — прямоугольной детали с помощью лома; в, г, д — профильного проката и труб с помощью кантовальной скобы

#### **Ручное кантование**

деталей массой до 100 кг выполняют с помощью монтировки (специального лома) и подкладок. Под деталь сначала подсовывают загнутую часть лома, приподнимают ее и подкладывают брусок, затем переворачивают деталь другим концом лома (см. рис. 10.21.1, а, б).

Профильный металл и трубы можно кантовать специальным инструментом, напоминающим гаечный ключ (см. рис. 10.21.1, в, г, д).

Ручные кантователи (захватные рычаги) часто используют для разворота деталей и узлов, когда их поднимают не вручную, а кранами.

#### **Механизированное кантование**

деталей массой более 100 кг осуществляют специальными механическими кантователями. Поворачивание деталей вокруг продольной горизонтальной оси выполняют цепными кантователями, которые навешивают на крановые крюки, и клещевыми кантователями — манипуляторами. Поворот деталей вокруг вертикальной оси выполняют с помощью роликов, тележек, поворотных кругов, столов станков и т. п.

Кантование груза кранами — это ответственная и трудоемкая операция, выполнение которой доверяют только опытным стропальщикам, такелажникам и крановщикам. Правильная организация и выбор наиболее эффективного способа кантования влияют на повышение производительности труда. Кантование деталей может выполняться как одним краном, так и двумя спаренными,

работающими на одних путях или на разных, в ярус, т.е. друг под другом, что часто встречается в современных высоких цехах.

Kran-Info.ru (с)

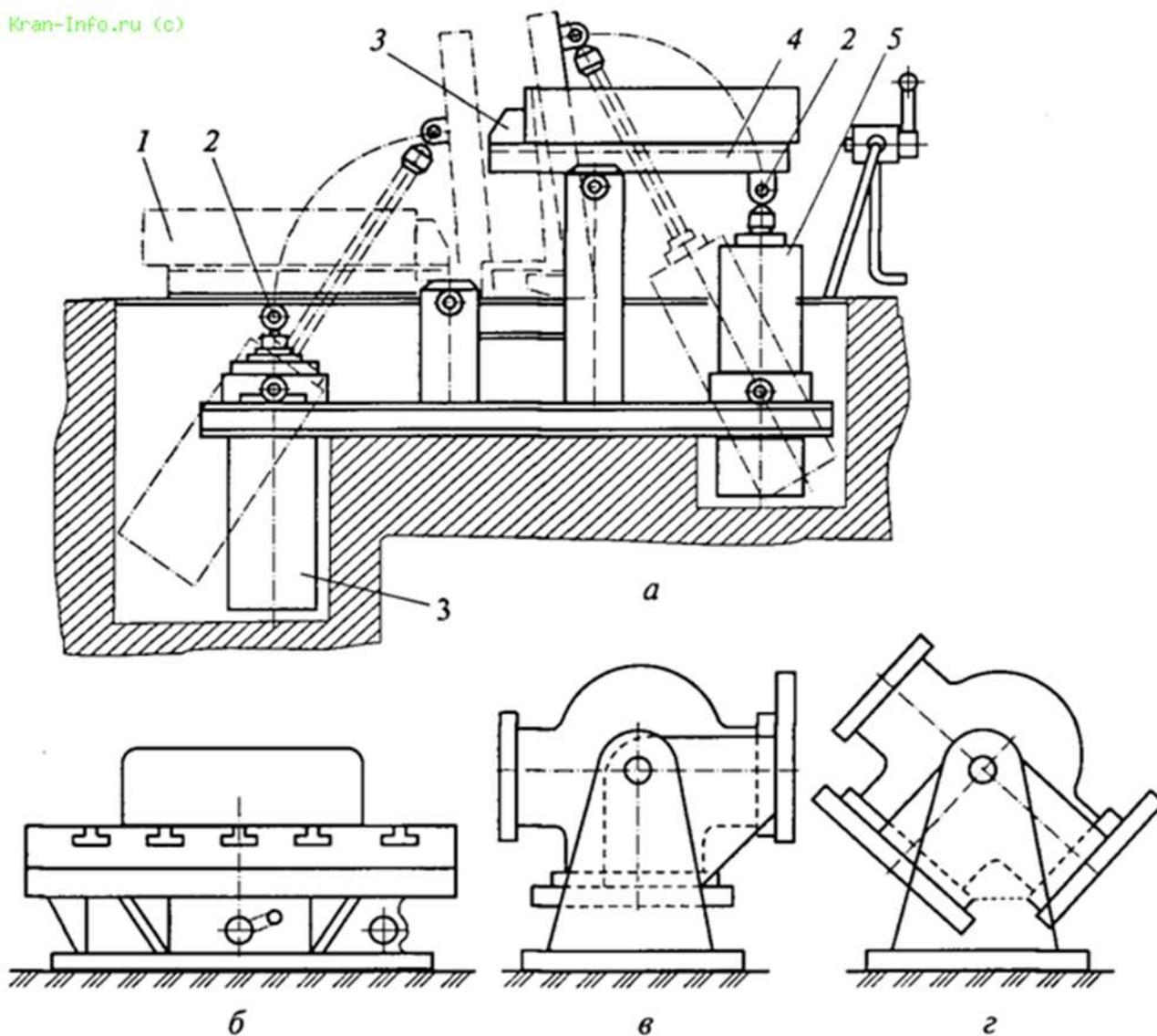


Рис.10.21. 2. Кантователи пневматический (а), подвесной с электродвигателем (б) и приспособления (в, г) для кантования деталей на 90°: 1,4 — столы; 2 — ось; 3 — упор; 5 — пневматический цилиндр

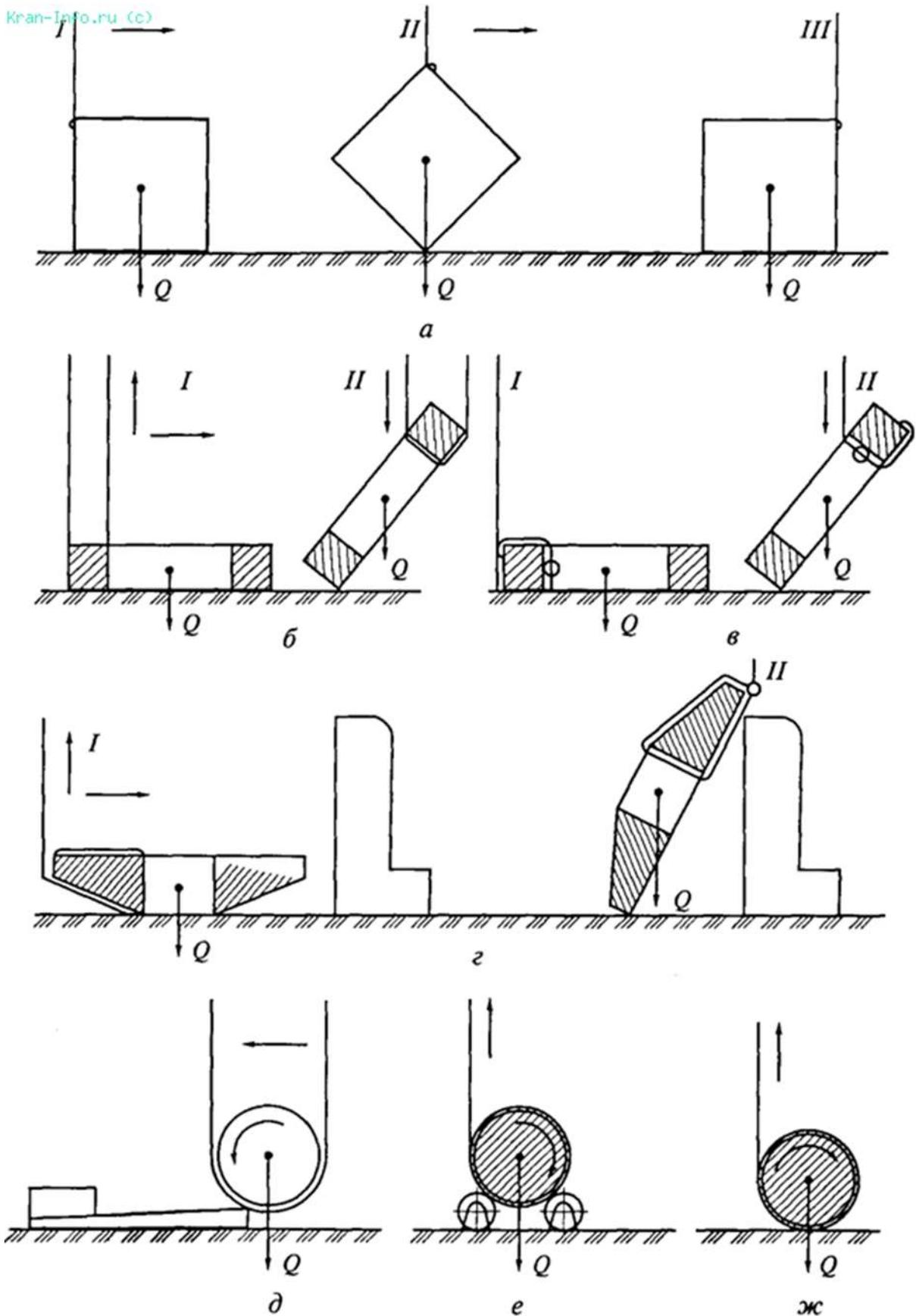


Рис. 10.21.3. Кантование груза кранами:

а — закрепленного в верхней точке; б — простым обхватом в верхней точке; в — крюком в верхней точке; г — высоких и неустойчивых деталей с помощью угольника; д — деталей типа валов, барабанов по наклонной плоскости до упора; е — вращением в роликовых призмах; ж — на плоскости (I...III — позиции кантования);  $Q$  — вес груза,  $\tau$

В процессе переворачивания груза очень важную роль играет положение его центра тяжести. Когда он расположен в пределах площади опоры, деталь находится в положении покоя (см. рис. 10.21.3, а).

В момент подъема, когда центр тяжести выходит за пределы опорной поверхности, деталь переворачивается и падает на другую плоскость. Следовательно, кантование основано на принудительном смещении центра тяжести груза.

Кантование можно производить плавно (см. рис. 10.21.3, б, в); ударом (см. рис. 10.21.3, г); рывками. Выбор способа кантования зависит от массы и размеров груза, его формы, наличия мест захвата и возможностей крепления к стропам.

Наиболее распространенными способами являются:

- кантование на весу (плавное переворачивание груза);
- кантование на бросок (поворачивание со свободным падением);
- кантование на упор (деталь краном опускается на край подставки (упор) так, чтобы центр тяжести оказался вне опоры. При опускании крюка крана деталь станет поворачиваться вокруг ребра подставки и кромкой встанет на поверхность площадки (см. рис. 10.21.3, а). Если центр тяжести детали окажется за точкой опоры, то при дальнейшем опускании крюка деталь сама встанет на торец.

## Тема 10.22 Работа кранов вблизи линии электропередачи.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает требования к работе кранов вблизи линии электропередачи
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует требования к работе кранов вблизи линии электропередачи.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Работа кранов вблизи линии электропередачи.

Высоковольтные линии электропередач – опасные объекты, работать вблизи которых надо с осторожностью и соблюдением норм безопасности. Работы крана вблизи ЛЭП ведут, только если расстояние до линий электропередач не будет меньше 30 м. Иначе требуются допуски.

## Правила установки крана Работа вблизи воздушных линий электропередач

**А** - расстояние от токоведущего элемента ВЛ, ближе которого **запрещено** расположение металлоконструкций крана, ступицы канатов и груза

**Б** - расстояние до границы охранной зоны ВЛ

Напряжение кВ	Б, м
до 1	2
св. 1 до 20	10
св. 20 до 35	15
св. 35 до 110	20
св. 110 до 220	25
св. 220 до 500	30
св. 500 до 750	40
св. 750 до 1150	55

**ОХРАННАЯ ЗОНА**

**Допустимые расстояния А(м) до токоведущих частей, находящихся под напряжением**

Напряжение кВ	до 1		св. 1 до 20		св. 20 до 35		св. 35 до 110		св. 110 до 220		св. 220 до 500		св. 500 до 750		св. 750 до 1150	
	д	м	д	м	д	м	д	м	д	м	д	м	д	м	д	м
минимальное, измеренное техническими средствами	1,5	2	2	2	4	5	7	10	11							

**ЕСЛИ КРАН ОКАЗАЛСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ**

- быстро разорвать возникший контакт
- отвести стрелу от токоведущей части на безопасное расстояние А
- предупредить окружающих об опасности

**ДО СНЯТИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

- прикасаться к крану
- спускаться или выпрыгивать из кабины

**НЕ СТОЙ ПОД СТЕЛОЙ РАБОТАЙ!**

**В охранной зоне работать только по разрешению владельца ВЛ**

**Вблизи 30 м работать по наряду-допуску**

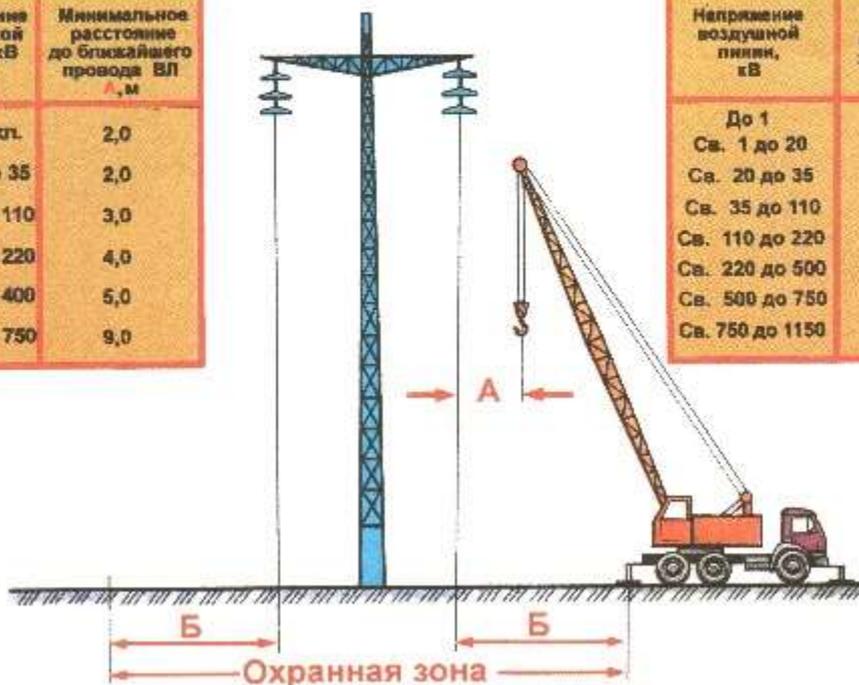
Памятка для водителя крана по правилам работы возле линий электропередач

Когда работа крана вблизи ЛЭП ближе 30 метров, то оператору требуется получить наряд-допуск, в котором будут определены безопасные условия труда. Расстояние высчитывается таким образом. В расчет берется расстояние от выдвижной части подъемного крана в любом ее положении, от груза, подвешенного на стреле, до вертикальной плоскости, которая образуется от проекции, проведенной от кабеля под прямым углом до земли.

По воздушной линии электропередач должно протекать не менее 42 Вольт.

## РАБОТА СТРЕЛОВОГО САМОХОДНОГО КРАНА ВБЛИЗИ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (ВЛ)

Напряжение воздушной линии, кВ	Минимальное расстояние до ближайшего провода ВЛ, м
До 20 вкл.	2,0
Св. 20 до 35	2,0
Св. 35 до 110	3,0
Св. 110 до 220	4,0
Св. 220 до 400	5,0
Св. 400 до 750	9,0



Напряжение воздушной линии, кВ	Граница охранной зоны, м
До 1	2
Св. 1 до 20	10
Св. 20 до 35	15
Св. 35 до 110	20
Св. 110 до 220	25
Св. 220 до 500	30
Св. 500 до 750	40
Св. 750 до 1150	55

Во время установки выносных опор  
машинист должен находиться вне кабины крана

- Запрещается устанавливать стреловой кран ближе  $\frac{1}{4}$  0 м от крайней выступающей части крана или груза до ближайшего провода линии электропередачи
- При необходимости работать ближе  $\frac{1}{4}$  0 м от ВЛ крановщику выдается наряд-допуск. Для работы в охранной зоне требуется оформить разрешение владельца ВЛ

### ПОРЯДОК УСТАНОВКИ КРАНА ВБЛИЗИ ВЛ

1. Ответственный за безопасное производство работ определяет место установки крана.
2. Кран устанавливают на выбранную площадку, заземляют переносным заземлителем и выставляют выносные опоры.
3. Ответственный за безопасное производство работ делает запись в вахтенном журнале крановщика: *"Установку крана на указанном мною месте проверил. Работу разрешаю."*
4. Машинист крана переводит стрелу из транспортного положения в рабочее.
5. Определяют опасные зоны работы крана, выставляют сигнальные ограждения.

8

Порядок установки крана близко к ЛЭП

К охраняемым зонам ЛЭП относятся участки земли и пространства, находящиеся между плоскостями, расположенными по сторонам от вертикальных проекций на землю крайних проводов – все графически нарисовано на схеме сверху. Чем выше напряжение сети, тем большими будут отступы: До 1кВ – 2 метра. От 1 до 20кВ – 10 метров. 35кВ – 15 метров. 110кВ – 20 метров. От 150 до 220кВ – 25 метров. От 330 до 500кВ – 30 метров. 750кВ – 40 метров. 1150кВ

– 50 метров. При этом расстояние от крайних проводов до крана и переносимого груза будет составлять: До 1кВ – 1,5 метра. От 1 до 20кВ – 2 метра. До 110кВ – 4 метра. От 110 до 220кВ – 5 метров. 330кВ – 6 метров. До 800 кВ – 9 метров.

### Тема 10.23 Такелажные узлы и петли. Правила выполнения такелажных работ.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает правила выполнения такелажных работ. Знает способы такелажных узлов и петель.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует правила выполнения такелажных работ. Характеризует способы такелажных узлов и петель.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, ответить на контрольные вопросы.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Такелажные узлы и петли. Правила выполнения такелажных работ.

К производству такелажных работ с помощью подъемных механизмов с механическим или электрическим приводом допускаются рабочие не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, обученные по специальной программе, сдавшие экзамены и получившие об этом удостоверение на право производства такелажных работ.

К работам с помощью ручных подъемных механизмов допускаются рабочие после проверки их знаний и практических навыков ответственным руководителем работ.

Одной из самых важных и ответственных такелажных операций является строповка (увязывание или зацепка) деталей, узлов и элементов трубопроводов при подъемах и перемещениях. О допуске рабочего к работе стропальщиком издается распоряжение по монтажному управлению или участку. Стропальщик должен знать вес груза, предназначенного к подъему, и уметь определять его расчетом.

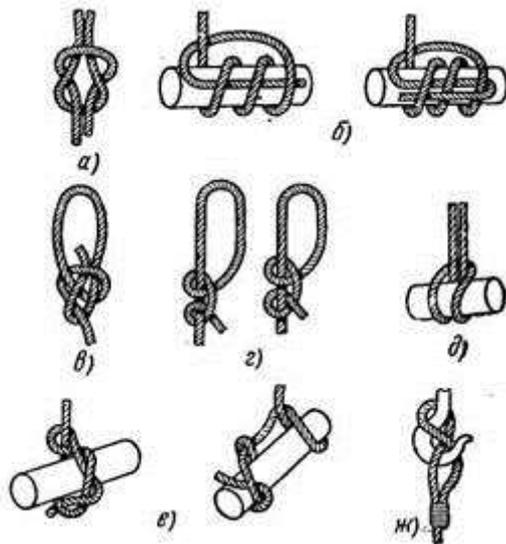


Рис.10.23.1 Узлы и петли:

а — прямой узел для вязки двух концов каната, б — морской нормальный и с дополнительной подхлесткой конца, в — морская петля, г — петля с двойным узлом, д — мертвая петля, е — петля для легких грузов, ж — крюковый (гаковый) узел

Увязку груза следует производить таким образом, чтобы исключалась возможность выпадания груза и обеспечивалось его устойчивое положение при перемещении.

Строп полагается укреплять только за надежные части груза. При обвязке груза чалочные канаты следует накладывать на деталь или на крюк без узлов и петель. Подвешивать груз к крюку подъемного механизма необходимо так, чтобы канат или строп не развязался при натяжении и его можно было легко освободить при снятии груза. Элементы трубопроводов при подъемах и перемещениях стропуют различными способами в зависимости от их геометрической формы, размеров, количества, веса. Ветви стропа должны быть натянуты равномерно; это следует проверять при грузе, поднятом на высоту 100—200 мм. Стропальщик обязан следить за тем, чтобы у крана перед подъемом грузовые канаты полиспаста находились в вертикальном положении, и не допускать подтаскивания груза или косога натяжения каната.

Перед подачей сигнала о подъеме груза стропальщик должен убедиться, что на грузе нет незакрепленных деталей или инструментов, которые могут упасть.

На рис. 10.23.2 показаны устройства для строповки труб. Строповка труб и элементов трубопроводов, П-образных компенсаторов выполняется с помощью инвентарного стропа, уравнивающего груз (рис. 10.23.2,а). Строп состоит из сегмента 1 с направляющими ручьями, в которые пропускаются нити тросов 2. Количество ручьев соответствует количеству тросов. Сегмент подвешивается к крюку подъемного механизма с помощью серьги 3. Конструкция стропа позволяет сбалансировать (уравновесить) груз в момент подъема. Устройство для захвата длинномерных труб (рис. 10.23.2, б) выполнено в виде петли, соединенной с двумя рычагами 5, которые шарнирно крепятся к опорной плите 4. При подъеме груза рычаги, подвешенные на тросах к траверсе 7, сжимаются и обеспечивают захват груза петлей и плитой. При опускании груза рычаги, наоборот, разжимаются и с помощью тягового тросика 8, фиксатора-замка 6 петля освобождает груз.

Длинномерные трубы и узлы поднимают с помощью устройства, состоящего из двух таких стропов, смонтированных на траверсе. Для захвата коротких труб и элементов опорную плиту 4 удлиняют (рис.10.23.2,в). Полуавтоматический строп «удавка» (рис. 10.23.2, г) предназначен для подъема коротких труб и элементов. Он состоит из опорной плиты 4, к одной стороне которой приварены две щеки 9, а на противоположной имеется насечка. На щеках закреплен замок-фиксатор, к которому прикреплен тяговый тросик. При строповке груза самозатягивающаяся петля одним концом укрепляется за палец 10, а другим пропускается вокруг

штифта замка-фиксатора (между шеек). С груза строп снимается после его ослабления за тяговый тросик.

Устройство для строповки грузов цилиндрической формы (рис. 10.23.2, *д*), установленных вертикально, группами или поштучно состоит из подвешенной на крюк траверсы 7 с двумя гибкими подвесками для петлевого захватного органа. Для улучшения условий строповки и повышения надежности в эксплуатации захватный орган выполнен из двух взаимодействующих с двумя петлями пластин 11. Пластины одним концом привязаны к гибким подвескам траверсы, а другим — к тросам, свободные концы которых закреплены в средних частях, напротив расположенных пластин. При строповке образованная ими петля свободно надевается на груз, а при подъеме затягивает его.

При производстве такелажных работ следует тщательно соблюдать правила техники безопасности. Категорически запрещается: находиться под грузом; поднимать груз, зажатый другими деталями, примерзший к земле или находящийся в неустойчивом положении; поправлять чалочные канаты при подъеме ударами кувалды, ломом или другим предметом; удерживать или поправлять канаты, соскальзывающие с груза; находиться на поднимаемом или опускаемом грузе; оставлять груз при натянутом канате; крепить блок полиспасты, тали, лебедки, расчалки за перекрытия и другие сооружения без предварительного осмотра и получения письменного разрешения; смазывать, очищать и ремонтировать механизмы и такелажную оснастку, когда они находятся под нагрузкой; поднимать грузы при сильном ветре, недостаточном освещении, плохой видимости или слышимости сигналов крановщиков.

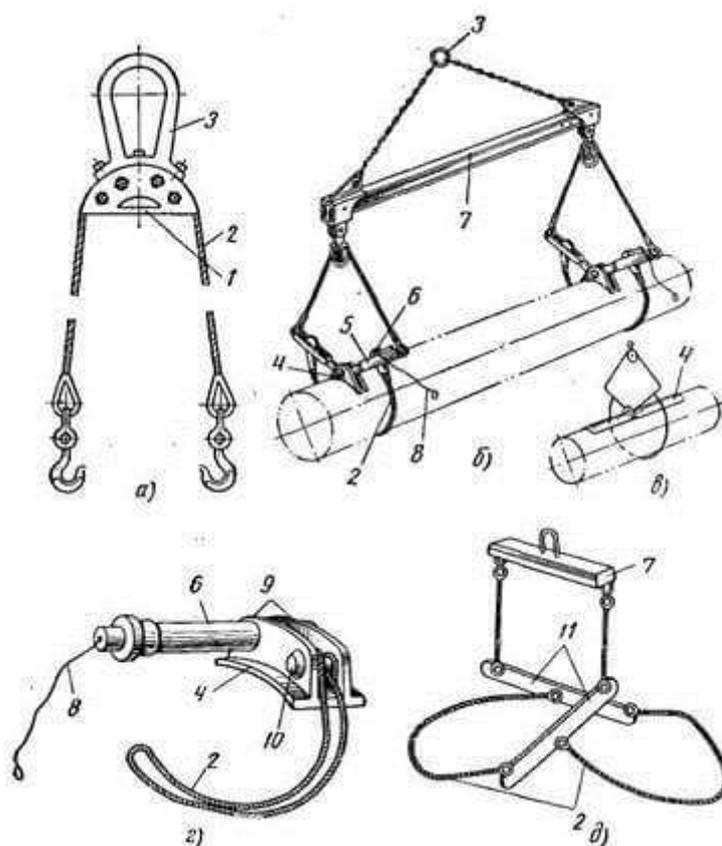


Рис. 10.23.2 Устройства для строповки труб:

*а* — инвентарный строп, *б* — для строповки длинномерных труб, *в* — для строповки коротких труб,  
*г* — полуавтоматический строп «удавка», *д* — для строповки цилиндрических грузов, установленных вертикально; 1 — сегмент, 2 — трос, 3 — серьга, 4 — опорная плита, 5 — рычаг, 6

— фиксатор-замок,  
 7 — траверса, 8 — тросик, 9 — щеки, 10 — палец, 11 — пластины.

Площадка под поднимаемым грузом является опасной зоной и вход посторонних на нее запрещается на все время подъема; для этого ставят предупредительные ограждения с надписями.

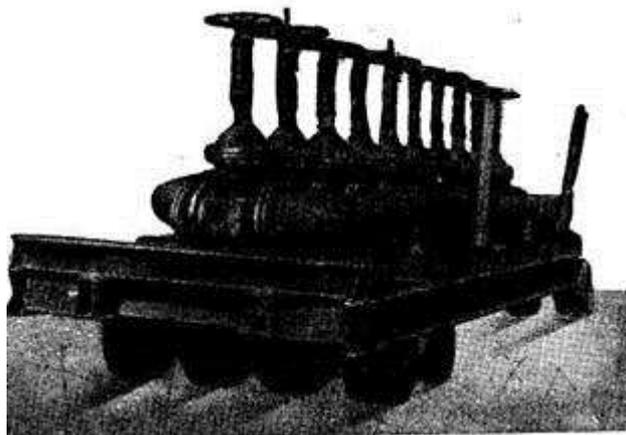


Рис. 10.23.3 Перевозка узла с арматурой на трайлере

Согласованная работа при подъеме и перемещении груза обеспечивается четкой подачей команды одним опытным руководителем работ и тщательно разработанной сигнализацией для передачи команды рабочим, а также участвующим в подъеме крановщикам и мотористам.

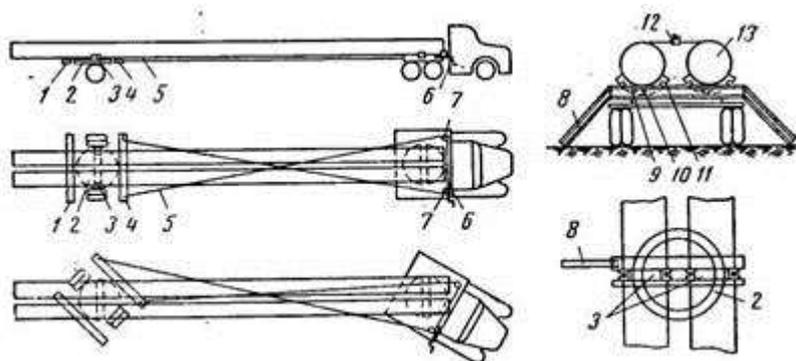


Рис. 10.23.4 Схема саморазгружающегося плетевоза:

1 — поперечная переключина, 2 — поворотное устройство, 3 — опрокидывающаяся подушка, 4 — траверса прицепа, 5 — боковые тяги, 6 — лебедка, 7 — блок, 8 — покоты, 9 — фиксатор, 10 — ось подушки, 11 — паз подушки, 12 — замок крепления труб, 13 — секция трубопровода.

Транспортирование трубопроводов (элементов, узлов и блоков) к месту монтажа производится в соответствии с разработанным графиком производства работ. В зависимости от местных условий и готовности общестроительных работ и работ по монтажу оборудования сроки подачи элементов и узлов трубопроводов в монтажную зону следует уточнять.

Перемещают трубопроводы в пределах монтажной площадки на небольшие расстояния (от места укрупнения до цеха и внутри цеха) кранами, трубоукладчиками. При горизонтальном

перемещении поднятых на высоту трубопроводов стропальщик должен сопровождать их и следить за тем, чтобы груз не перемещался над людьми и не зацепил за что-нибудь.

Для транспортирования трубопроводов на значительные расстояния применяют автомашины с прицепами, тягачи ЯАЗ-210, ЯАЗ-219 и МАЗ-200, трайлеры, а также тракторы С-80 и С-100 с санями. На рис. 126 изображена перевозка узлов трубопроводов на трайлере. Прямолинейные секции трубопроводов перевозят на плетевозах. На рис. 127 показана схема саморазгружающегося плетевоза для перевозки секций длиной до 30 м, грузоподъемностью 8—10 тс. Конструкция плетевоза позволяет производить разгрузку без вспомогательных механизмов. При транспортировании труб, секций и узлов трубопроводов их необходимо тщательно закреплять, чтобы предотвратить падение или повреждение.

Контрольные вопросы

1. Как надо стропить детали, элементы и узлы при монтаже?
2. Какие применяют устройства для строповки труб?
3. Назовите основные правила выполнения такелажных работ.

**Тема 10.24 Технологические схемы транспортировки, кантовки и установки такелажных средств на стапель.**

#### Инструкционная карта

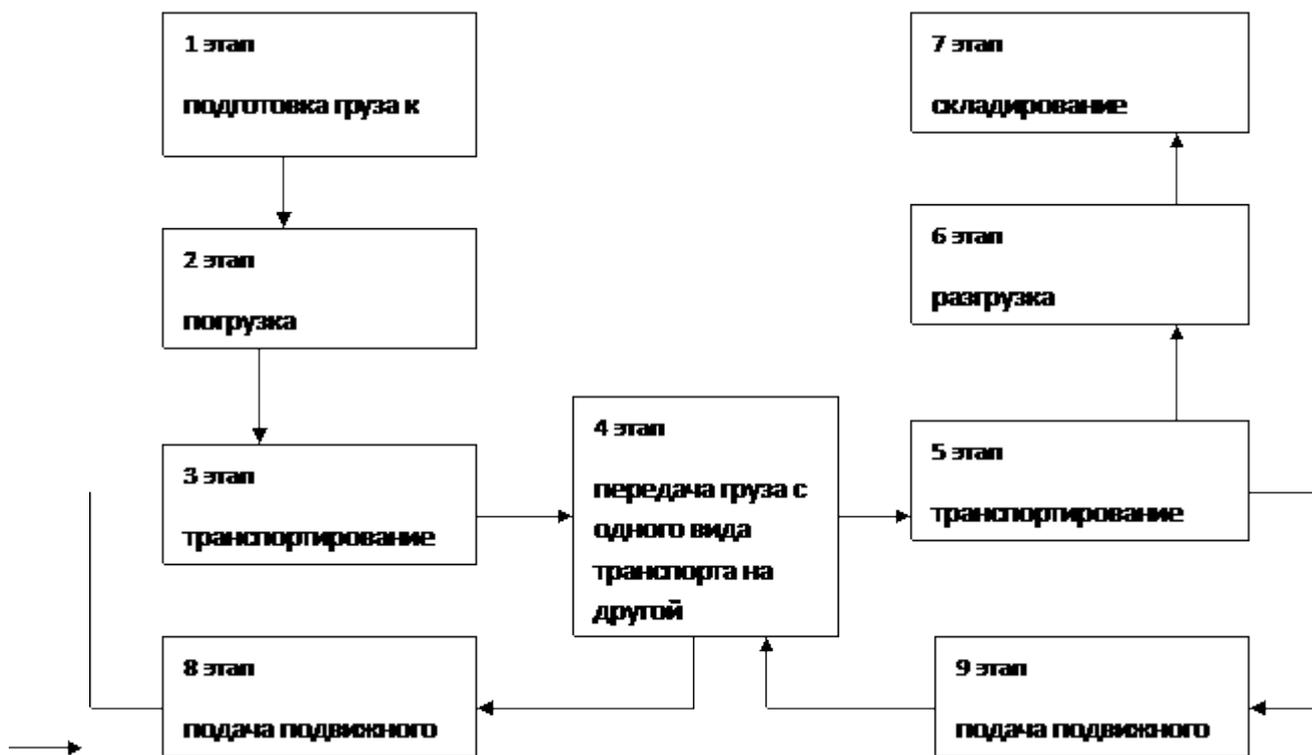
	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает технологические схемы транспортировки, кантовки и установки такелажных средств на стапель.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует технологические схемы транспортировки, кантовки и установки такелажных средств на стапель.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

#### **Технологические схемы транспортировки, кантовки и установки такелажных средств на стапель.**

На рисунке показаны схемы процесса перевозки грузов. Он имеет циклический характер. Это значит, что, за исключением трубопроводного транспорта, который действует непрерывно, перемещение грузов совершается повторяющимися производственными циклами, следующими один за другим. Ритм этих циклов определяется их частотой, которая, в свою очередь, зависит от средней продолжительности одного цикла. Каждый цикл характеризуется высокой степенью динамизма, непрерывной сменой состояния и изменением состава элементов. Циклы отдельных процессов перевозки колеблются во времени. Однако они всегда имеют начало и конец. Каждый повторяющийся цикл перевозки складывается из многих отдельных этапов, находящихся в тесной взаимосвязи и одинаково направленных, так как их конечная цель – достичь пространственной смены положения грузов. Комплекс этих циклов, складывающихся в цикл перевозки, создает перевозочный процесс.



а.)



б.)

Рис.1 Технологические схемы процесса перевозки грузов:

а – одним видом транспорта; б – различными видами транспорта.

Анализ схем процесса показывает, что в любом процессе перевозки есть этапы, присущие только грузу, только подвижному составу, но есть и совместные этапы. К последним относятся этап погрузки, транспортирования и разгрузки. Различные этапы – подача подвижного состава под погрузку, подготовка груза к отправке, хранение груза в пункте производства и промежуточных пунктах, складирование, экспедиторские операции и т.д. Такое положение затрудняет однозначность понятия процесса перевозки. С позиции автотранспортных предприятий, когда на первый план выдвигаются вопросы улучшения использования подвижного состава, сокращения

времени оборота подвижного состава и т.д., для выполнения процесса перевозки груза необходимо помимо его транспортирования произвести погрузку и выгрузку, а также подать подвижной состав под погрузку, т.е. выполнить транспортный процесс.

Дадим определения некоторым основополагающим понятиям.

Процесс перевозки – совокупность операции от момента подготовки груза к отправлению до момента его получения, связанных с перемещением груза в пространстве без изменения его геометрических форм, размеров и физико-химических свойств (этапы 1-2-3-4-5, рис. 1 а; или этапы 1-2-3-4-5-6-7, рис.1 б).

Процесс перемещения – совокупность погрузочных операций в пункте погрузки, перегрузочных операций в пунктах передачи груза с одного вида транспорта на другой, промежуточного его хранения, транспортирования и разгрузочных операций в пункте разгрузки (этапы 2-3-4 рис. 1 а; или этапы 2-3-4-5-6, рис. 1 б)

Транспортный процесс – совокупность операций погрузки в погрузочном и перегрузочном пунктах, транспортирования, разгрузочных операций в пунктах передачи груза с одного вида транспорта на другой и пункте разгрузки и подачи подвижного состава под погрузку (этапы 2-3-4-6, рис. 1 а; или этапы 2-3-4-8 плюс 4-5-6-9, рис.1 б).

Цикл транспортного процесса – производственный процесс по перевозке груза, когда выполняются этапы подачи подвижного состава под погрузку, транспортирования и разгрузки. Законченный цикл транспортного процесса называется также ездой (этапы 2-3-4-6, рис. 1 а; или 2-3-4-8 или 4-5-6-9, рис. 21 б).

Операция перемещения – часть процесса перемещения, выполняемая с помощью одного или системы совместно действующих механизмов или вручную.

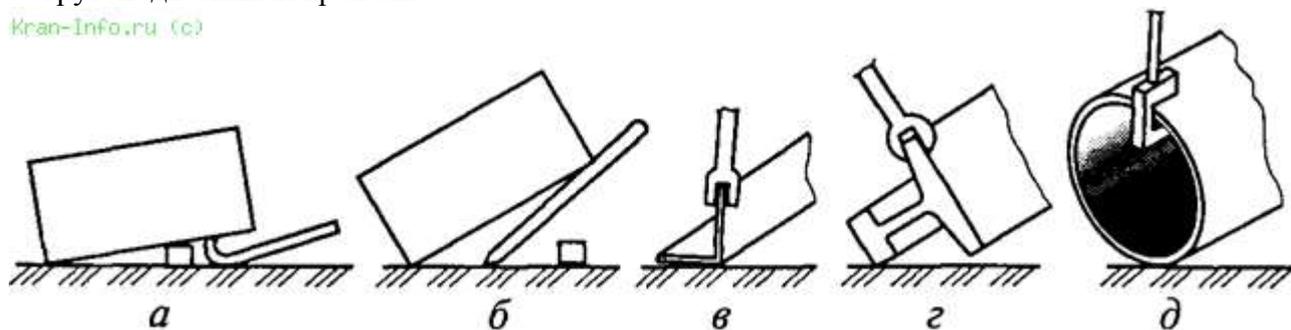
Транспортирование – операция перемещения груза по определенному маршруту от места погрузки до места разгрузки или перегрузки (этап 3 или этап 5, рис.1 б).

Транспортная продукция – масса груза в натуральном выражении доставленная от места производства до места потребления. Опыт по организации перевозок показывает, что не весь груз, погруженный в пункте производства на подвижной состав, доставляется до места его потребления. Причина тому – потери груза, порча, естественная убыль и др.

**Кантование** называют операцией переворачивания, поворачивания груза из одного положения в другое. Кантование (рис. 5.11) чаще всего вызывается технологией процессов производства. В металлургическом производстве — это разливка металла из печей в ковши, из ковшей в миксера, печи, изложницы и т. п. На машиностроительных предприятиях кантование необходимо производить при изменении операции обработки. Прибегают к кантованию изделий при проведении ремонтов, монтаже и демонтаже оборудования. Иногда кантование груза применяют в связи с необходимостью поставить или уложить груз в требуемое положение: из транспортного в рабочее, и наоборот. В зависимости от площади цеха, его оснащённости, формы и массы деталей и от массовости производства существует следующие виды кантования:

- ручное;
- механизированное;
- грузоподъемными кранами.

Kran-Info.ru (с)



**Рис. 1. Кантование грузов:**

а, б — прямоугольной детали с помощью лома; в, г, д — профильного проката и труб с помощью кантовальной скобы

**Ручное кантование** деталей массой до 100 кг выполняют с помощью монтировки (специального лома) и подкладок. Под деталь сначала подсовывают загнутую часть лома, приподнимают ее и подкладывают брусок, затем переворачивают деталь другим концом лома (см. рис. 1, а, б). Профильный металл и трубы можно кантовать специальным инструментом, напоминающим гаечный ключ (см. рис. 1, в, г, д).

Ручные кантователи (захватные рычаги) часто используют для разворота деталей и узлов, когда их поднимают не вручную, а кранами.

**Механизированное кантование** деталей массой более 100 кг осуществляют специальными механическими кантователями. Поворачивание деталей вокруг продольной горизонтальной оси выполняют цепными кантователями, которые навешивают на крановые крюки, и клещевыми кантователями — манипуляторами. Поворот деталей вокруг вертикальной оси выполняют с помощью роликов, тележек, поворотных кругов, столов станков и т. п.

Кантование груза кранами — это ответственная и трудоемкая операция, выполнение которой доверяют только опытным стропальщикам, такелажникам и крановщикам. Правильная организация и выбор наиболее эффективного способа кантования влияют на повышение производительности труда. Кантование деталей может выполняться как одним краном, так и двумя спаренными, работающими на одних путях или на разных, в ярус, т.е. друг под другом, что часто встречается в современных высоких цехах.

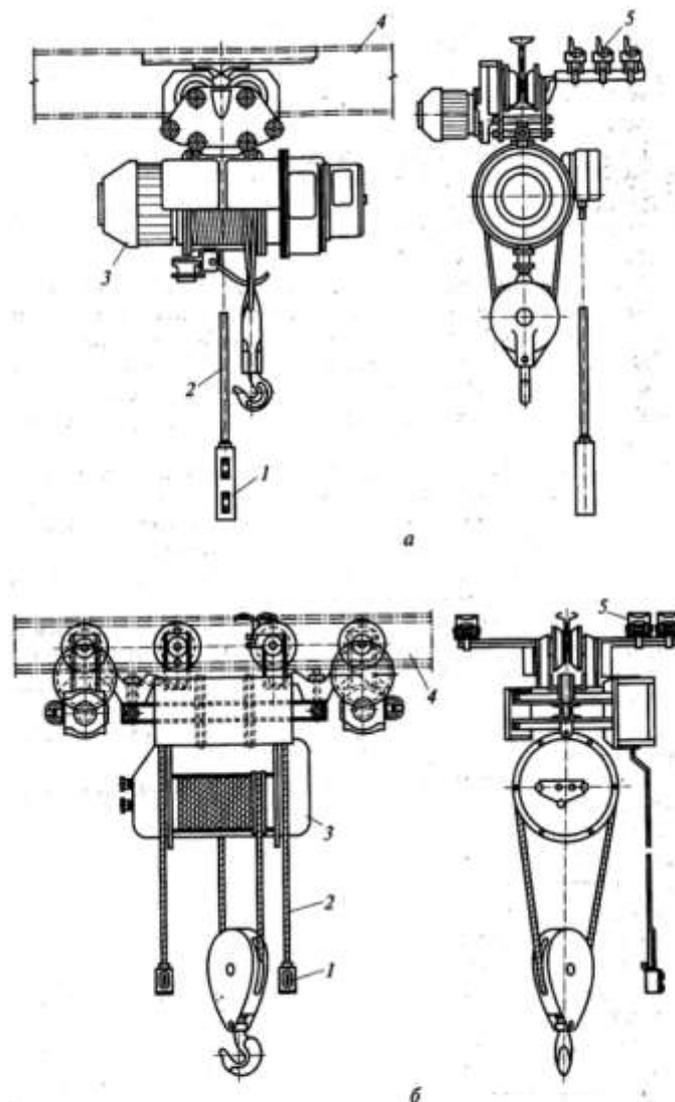


Рис. 2.40. Тельферы грузоподъемностью 2, 3 т (а) и 5 т (б):

1 — пульт управления; 2 — гибкий кабель; 3 — электрический привод; 4 — моно-рельс; 5 — троллей

Тельферы грузоподъемностью 2, 3 и 5 тонн

Электротали могут перемещаться как на незначительные, так и на значительные расстояния. При передвижении на значительные расстояния ток подводится гибким кабелем, а в остальных случаях — троллеями, расположенными сбоку монорельса или под ним.

При помощи такелажных приспособлений поднимают, перемещают и устанавливают различные грузы. От надежности работы такелажных приспособлений зависит безопасность людей, поэтому исправности такелажных приспособлений уделяется особое внимание.

Все вновь поступившие на монтаж такелажные приспособления (блоки, полиспасты, лебедки, домкраты, якоря, тали и тельферы) перед началом работы проверяют в рабочем положении.

Рабочие, обслуживающие такелажные приспособления, должны периодически осматривать их в установленные сроки. Результаты осмотра такелажных приспособлений заносят в журнал учета и осмотра.

Блоки и полиспасты испытывают ежегодно. Домкраты испытывают ежегодно при периодическом техническом освидетельствовании. Испытание проводят статической нагрузкой, превышающей их предельную грузоподъемность не менее чем на 10 %, в течение 10 мин; при этом винты (рейки, шток) должны быть выдвинуты в крайнее верхнее положение.

Тали, тельферы и лебедки испытывают ежегодно, проверяя их нагрузкой, превышающей рабочую на 25 %. Тали и лебедки, предназначенные для подъема людей и взрывчатых грузов, при статическом испытании проверяют нагрузкой, превышающей в 1,5 раза их грузоподъемности, а при динамическом — нагрузкой, превышающей грузоподъемность на 10 %.

Для работы на высоте применяют следующие инвентарные приспособления:

- леса;
- подмости;
- ограждения;
- лестницы;
- монтажные люльки;
- временные площадки.

Инвентарные приспособления изготавливают по типовым проектам и устанавливают с помощью монтажных кранов.

При выборе способов подъема и перемещения грузов учитывают степень безопасности выбранного способа, а также следующие факторы:

- топографические (рельеф местности, планировку, размеры опасной зоны и т.д.);
- организационные (совмещение работ, условия действующего цеха);
- метеорологические (температуру, ветер, туман, дождь, снегопад и т. п.);
- границы опасных зон по действию опасных факторов;
- эргономические (физическую и психологическую нагрузку на работающего, освещенность);
- возможность наблюдения за движением груза;
- связь между участниками подъема и перемещения груза.

### Тема 10.25 Меры безопасности при проведении такелажных и стропальных работ.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает меры безопасности при проведении такелажных и стропальных работ.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует меры безопасности при проведении такелажных и стропальных работ.

<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Меры безопасности при проведении такелажных и стропальных работ.

**Перемещение краном людей или груза с находящимися на нем людьми.** В соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов не допускается перемещение грузоподъемной машиной людей или груза с находящимися на нем людьми.

Подъем людей кранами может производиться в исключительных случаях только кранами мостового типа и только в специально изготовленной кабине после разработки мероприятий, обеспечивающих безопасность людей.

**Перемещение краном грузов над помещениями, в которых находятся люди.** Перемещение грузов над перекрытиями производственных, жилых или служебных помещений, в которых могут находиться люди, не допускается.

**Строповка грузов в стесненных условиях (вблизи стен, колонн, станков и т.д.).** При подъеме груза, установленного вблизи стены, колонны, штабеля, железнодорожного вагона, станка, не должно допускаться нахождение людей (в том числе и стропальщика) между поднимаемым грузом и указанными частями здания или оборудованием. Это требование должно выполняться и при опускании груза.

Таблица 1

Определение опасных зон

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета груза (предмета) при падении, м	
	перемещаемого краном	падающего с здания
До 10	4	3,5
До 20	7	5
До 70	10	7
До 120	15	10
До 200	20	15
До 300	25	20
До 450	30	25

Минимальное расстояние между поворотной платформой крана и строениями, колоннами, штабелями груза должно составлять не менее 1 м.

Границы опасных зон в местах, над которыми происходит перемещение грузов подъемными кранами, а также вблизи строящегося здания принимаются от крайней точки горизонтальной проекции наружного наименьшего габаритного размера перемещаемого груза или стены здания с

прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза и минимального расстояния отлета груза при его падении (табл. 1).

**Строповка (расстроповка) грузов на высоте.** Для обеспечения безопасности при строповке (расстроповке) грузов на высоте необходимо:

- применять устройства для дистанционной и автоматической строповки (расстроповки) грузозахватных устройств;
- обеспечивать рабочие места средствами коллективной и индивидуальной защиты (лесами, подмостками, ограждениями, предохранительными поясами и т.д.);
- применять укрупнительную сборку конструкций и оборудования на земле;
- соблюдать технологию монтажа временного закрепления конструкций;
- поддерживать рабочее место на высоте в надлежащем виде (следить за отсутствием льда, снега, мусора, посторонних деталей и пр.).

**Подъем и перемещение опасных грузов.**

**Опасные грузы** — вещества, материалы и изделия, обладающие свойствами, проявление которых в транспортном процессе может привести к гибели, травмированию, отравлению, облучению, заболеванию людей, а также к взрыву, пожару, повреждениям сооружений, транспортных средств и т.д.

Работники, допущенные по результатам проведенного медицинского осмотра к выполнению работ по погрузке (разгрузке) опасных и особо опасных грузов, предусмотренных соответствующими государственными стандартами, должны проходить специальное обучение по безопасности труда с последующей аттестацией, знать и уметь применять на практике приемы оказания первой доврачебной помощи.

## Тема 10.26 Ознакомление с организационной структурой предприятия.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает организационную структуру предприятия. Знает специфику выбранной профессии. Владеет навыками организации производственного процесса в первичных звеньях производственной структуры. Знает систему взаимосвязей конкретного подразделения.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Объясняет специфику выбранной профессии. Выполняет описание методов организации производственного процесса в первичных звеньях производственной структуры. Характеризует функции основных подразделений предприятия. Описывает систему взаимосвязей конкретного подразделения.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

## Ознакомление с организационной структурой предприятия.

Глобальная цель функционирования энергетических предприятий – привести предприятие к вершине успеха, закрепить его там и дать ему возможность смотреть в будущее, видя там новые перспективы его развития. Сущность функционирования энергетических предприятий состоит в постоянном совершенствовании самого предприятия, его стратегии и тактики в борьбе за место на рынке, в стремлении к совершенству. Для полноценного и гармоничного развития энергетического предприятия и его бизнеса необходим системный подход к управлению персоналом и деятельностью.

Менеджмент как система управления в широком смысле имеет несколько составных частей. Каждая из них имеет свои цели и задачи, а также способы их исполнения.

Первая составляющая менеджмента – маркетинг. Это не только определение вкусов и привычек потребителей услуг энергетического предприятия, но и управление ими и формирование таковых.

Маркетинг – одна из самых важных составляющих успеха деятельности энергетического предприятия. Маркетинг – такая организация деятельности энергетического предприятия, направленная на поиск и создание услуг, которые обеспечат устойчивый и расширяющийся круг потребителей. Маркетинг как система управления имеет свои принципы, функции, методы и структуры. основополагающим принципом маркетинга является обоснованный свободный выбор опреде-

ленных целей и стратегии функционирования и роли энергетического предприятия в целом. Другой главный принцип маркетинга – комплексный подход к увязке целей с ресурсами и возможностями энергетического предприятия.

Определяющей составляющей менеджмента энергетического предприятия является анализ. Функцией анализа является исследование и оценка структуры энергетического предприятия и внешней среды, функционирование и прогноз динамики энергетического предприятия и внешней среды, а также оценка возможных последствий изменений для энергетического предприятия.

Целесообразно создать группу для проведения внешнего и внутреннего анализа сложившейся в энергетическом предприятии и за его пределами ситуации.

К внешним факторам относятся законодательная база, в условиях которой функционирует энергетическое предприятие, постановления Правительства, министерств, постановления региональных, муниципальных органов управления, общественные организации. Своевременный и полный учет всех факторов управления и возмущения дает руководству энергетического предприятия возможность, анализируя совершенные действия, выработать стратегию на будущее.

---

Внутренняя среда (состояние) энергетического предприятия – это та часть общей среды, которая находится в поле интересов любой организации.

Факторы внутренней среды энергетического предприятия следующие:

- ◆ персонал (сотрудники) энергетического предприятия, для которого существуют процессы взаимодействия руководителей и рядовых работников, найма, обучения, продвижения по служебной лестнице, оценка результатов труда, стимулирование труда;
- ◆ административный фактор, который включает коммуникационные процессы в энергетическом предприятии, структуру энергетического предприятия, нормативы и правила, распределение прав и обязанностей среди руководителей и их подчиненных;
- ◆ фактор оказания услуг потребителям, который охватывает сферу услуг, снабжение материалами и оборудованием, обслуживание оборудования, исследование и разработку новых видов услуг;
- ◆ маркетинг, который оценивает работы маркетингового отдела, анализирует продвижение услуг на рынке и разрабатывает новые виды услуг;
- ◆ финансовый фактор, представляющий движение финансовых средств энергетического предприятия, обеспечение рентабельности функционирования;
- ◆ организационная культура, оценивающая отношение между сотрудниками энергетического предприятия, отношение сотрудников с потребителями, конкурентами, государственными органами и населением региона расположения энергетического предприятия;
- ◆ имидж и культура – это обычаи и нравы, условия и правила работы в энергетическом предприятии.

---

Анализ внешней среды – необходимый процесс, с помощью которого при разработке стратегического плана можно контролировать внешние факторы, чтобы определить перспективы развития энергетического предприятия. Анализ позволит выработать тактические и стратегические планы на случай непредвиденных обстоятельств. Стратегия поможет выявить и превратить угрозы в выгоду для энергетического предприятия. При помощи анализа можно создать перечень опасностей и возможностей, с которыми энергетическое предприятие сталкивается в настоящее время.

При анализе внешней среды учитывают следующие факторы:

- ◆ экономический;
- ◆ политический;

- ◆ социальный;
- ◆ технологический;
- ◆ конкурентный;
- ◆ рыночный.

Для анализа экономического фактора необходимо анализировать информацию в стране, безработицу, производительность труда, процентную ставку банков, структуру населения, уровень образования рабочей силы.

Для анализа политического фактора необходимо изучить и предугадать намерения правительства, узнать и проанализировать те средства, которые используют правительство и местные органы власти для проведения своей политики.

При изучении и анализе социального фактора выясняют отношение сотрудников энергетического предприятия к работе и качеству жизни, обычаи населения, рост населения, демографию.

Нужно заранее предсказать, как будет развиваться техника, технологии производства и распределения энергии, технологии услуг потребителям, как это повлияет на эффективность функционирования энергетического предприятия.

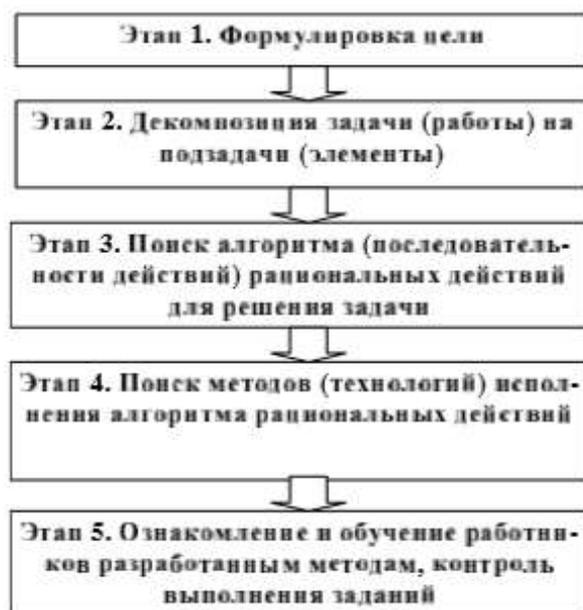
Согласно известному определению менеджмента [1,2] как вида деятельности, менеджмент энергетического предприятия – одна из наиболее рациональных форм управления в условиях рыночных отношений. Поэтому предмет менеджмента энергетического предприятия – это совокупность отношений, возникающих в процессе управления объектами энергетического предприятия и связанных с деятельностью отдельных сотрудников учреждения.

Цель менеджмента энергетического предприятия состоит в нахождении методов и способов достижения поставленных перед коллективом энергетического предприятия целей, используя труд, интеллект и мотивы поведения отдельных сотрудников учреждения.

Цель менеджмента энергетического предприятия состоит в нахождении методов и способов достижения поставленных перед коллективом энергетического предприятия целей, используя труд, интеллект и мотивы поведения отдельных сотрудников учреждения.

Организация управленческой деятельности энергетического предприятия сводится к определению необходимых действий и последовательности их осуществления для достижения конечной цели.

Процесс управления в энергетическом предприятии, исходя из принципов системного подхода, можно представить в виде пяти этапов, как это показано на рис. 1 [3].



*Рис. 1. Процесс управления в энергетическом предприятии*

Управленческая деятельность в системе менеджмента энергетического предприятия – это работа по достижению сформулированной цели, представляющая собой серию непрерывных взаимосвязанных действий (управленческих функций). В управленческой деятельности следует выделить пять функций управления:

- ◆ прогнозирование и планирование;
- ◆ организация;
- ◆ распорядительные функции;
- ◆ координация;
- ◆ контроль.

Процесс управления энергетического предприятия состоит из четырех этапов, представленных на рис. 2.



Рис. 2. Этапы процесса управления

В зависимости от размеров энергетического предприятия, численности работающих на нем, от особенностей организационной структуры управления на каждом конкретном предприятии решается вопрос о необходимости создания на нем специального функционального подразделения по управлению персоналом.

Функция управления персоналом в условиях рыночного хозяйства приобретает несколько иной, не пассивный, а активный характер и все более перемещается в плоскость предпринимательской деятельности, нацеленной, прежде всего, на повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции или оказываемых услуг, с одной стороны, и на повышение производительности труда и результативности работников – с другой.

Человеческие (трудовые) ресурсы на современном энергетическом предприятии – сознательные, экономически мыслящие и активно действующие работники, наряду с материальными и финансовыми ресурсами стали для предприятий и фирм стратегическим фактором. С точки зрения производственной подсистемы, организации производства, это означает, что работник действует в новых условиях, а именно в творческой атмосфере, в которой раскрываются такие его качества, как трудовая активность, возможность инновационной деятельности, личная ответственность, и т.п. Подобная концепция базируется на философии предпринимательства, которая признает человека, работника как носителя мотивации, его потребностей и способностей, а также признает его возрастающие требования на участие в процессе принятия решений. Это наглядно показано на рис. 3.

Ошибочным полагать, что существуют какие-то универсальные, запатентованные рецепты успешного функционирования энергетических предприятий, эффективной работы персонала, пригодные на все случаи жизни. Каждое предприятие имеет свою специфику, а если говорить о работниках, то каждый из них – индивидуальность.

Механизм управления персоналом – сложный динамический процесс, составляющие которого также подвержены постоянному реформированию вследствие изменения внешней и внутренней среды функционирования энергетического предприятия, условий, в которых работники принимают решения, корректировки текущих целей, задач и методов их достижения.



Рис. 3. Мотивации сотрудника предприятия

Механизм управления персоналом состоит из двух крупных компонентов: организации управления и системы руководства персоналом на предприятии.

Работники энергетических предприятий выполняют различные функции. Все работающие на энергетическом предприятии подразделяются на две большие группы:

- ◆ промышленно-производственный персонал (ППП);
- ◆ непромышленный персонал.

### Тема 10.27 Функции и задачи структурного подразделения.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает функции и задачи структурного подразделения. Знает систему взаимосвязей конкретного подразделения.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Объясняет специфику выбранной профессии. Характеризует функции основных подразделений предприятия. Описывает систему взаимосвязей конкретного подразделения.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

## Функции и задачи структурного подразделения.

### Энергетические предприятия

К энергетическим предприятиям относят электростанции, котельные, предприятия тепловых и электрических сетей. Продукцией энергетического предприятия является электроэнергия и тепло, а главной задачей – бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией и теплом в необходимом количестве. Процесс производства – непрерывная цепь превращений энергии: – производство энергии; – транспорт и распределение энергии; – потребление энергии.

Процесс производства, передачи, распределения и потребления энергии протекает практически одновременно, что приводит к особенностям: –имеется абсолютная соразмерность производства и потребления энергии (отсутствуют местные скопления полуфабрикатов и продукции); – исключается бракование продукции и изъятие ее из потребления; – отсутствует проблема сбыта, ввиду чего невозможно затоваривание; – отпадает надобность складировать продукцию.

Энергетические предприятия связаны со всей совокупностью приемников электрической и тепловой энергии, что предопределяет жесткую зависимость производства энергии от режима потребления. Это выдвигает требования обеспечения высокого уровня надежности работы энергетических предприятий с целью бесперебойности энергоснабжения потребителей. Особенность производства энергии заключается в относительно быстром развитии аварийных ситуаций, а также во влиянии, которое оказывает отказавший элемент на другие элементы, работающие с ним во взаимосвязи.

Энергетические предприятия допускают как изолированную, так и совместную, параллельную работу - надежность энергоснабжения тем выше, чем большее число энергетических предприятий работает совместно и имеется возможность резервирования друг друга. Энергетическая система имеет общий резерв мощности, который вводится при авариях и отключениях какой-либо части энергосистемы.

Энергетические системы, связанные между собой ЛЭП, образуют объединенную (Межрайонную) энергосистему, которые образуют единую энергосистему.

В энергетическом хозяйстве особое значение имеет оперативное управление работой отдельных электростанций, предприятий электрических сетей и энергосистемы в целом. В связи с этим возникает необходимость в оперативном порядке корректировать заданную производственную программу и подчинять режим работы отдельных электростанций диспетчерской службе энергосистемы, в которую они входят.

### Построение структур управления

Рабочее место – часть производственной площади, где рабочий или группа рабочих выполняют определенные операции по обслуживанию процесса производства, используя при этом соответствующее оборудование и технологическую оснастку. Производственный участок – первичная структурная производственная единица предприятия, возглавляемая мастером. Производственный цех – основная структурная единица промышленного предприятия.

В цехах основного производства предприятия осуществляются производственные процессы по качественному изменению энергии. Цеха и подразделения вспомогательного производства обеспечивают основному производству необходимые условия для нормальной работы. К непромышленным относятся хозяйства, продукция и услуги которых не входят в основную деятельность предприятия.

В соответствии с правилами технической эксплуатации электростанций и сетей все устанавливаемое оборудование, здания и сооружения должны быть закреплены за соответствующими производственными цехами, службами и лабораториями, а внутри них за мастерами и другим персоналом. Состав, функции и взаимоотношения цехов, производственных служб, отделов и других подразделений энергопредприятий определяются утвержденными организационными структурами управления энергопредприятиями.

Управление производством предполагает установление согласованности между индивидуальными работами и выполнения общих функций, необходимость которых возникает при выполнении всего производственного процесса. Сложность функций управления вызывает необходимость в специальном аппарате управления - руководители разного рода функциональных органов.

## Основные задачи управления

– планирование производства и реализации, продукции; – планирование теплоэнергетического баланса; – организация и осуществление производства продукции; – организация и осуществление оперативного руководства; – планирование, организация и производство ремонтов энергооборудования, зданий и сооружений; – организация и планирование труда и заработной платы; – учет и отчетность.

## Типы организационных структур

Структура – это система взаимоотношений между должностями и людьми в организации. Назначение структуры – распределение работ между членами организации и координации их действий, направленных на достижение общих целей организации. Структура определяет задачи и ответственность работников, рабочие роли и взаимоотношения, а также коммуникации между ними.

Неверно сформированная организационная структура может проявляться следующим образом: – медленное и/или некачественное принятие решений; – низкий уровень морали и мотивации работников; – отсутствие координации и конфликты между подразделениями; – рост административных затрат превышает рост прибыли; – негибкая реакция на изменение обстоятельств.

Схема организационной структуры управления отражает статическое положение подразделений и должностей и характер связи между ними. Различают следующие виды связи: – линейные (административное подчинение); – функциональные (по сфере деятельности без прямого административного подчинения); – межфункциональные, или кооперационные (между подразделениями одного и того же уровня).

## Функциональная структура

Работники, занятые одной функцией, объединены в один отдел – возможность при возникновении вопросов получать консультации у более опытных коллег, происходит обмен опытом. Недостатки: – сотрудники каждого отдела являются специалистами в одной области; – на всех ступенях карьеры работники занимаются узким кругом специальных вопросов; – интересы отдела могут стать для работников важнее интересов организации в целом; – многие работники могут ни разу не встретиться с внешними потребителями.



**Тема 10.28 Ознакомление с основными формами делового взаимодействия в структурном подразделении.**

**Инструкционная карта**

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знает основные формы делового взаимодействия в структурном подразделении. Приобретает навыки описывать методы организации производственного процесса в первичных звеньях производственной структуры.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Характеризует назначение каждого производственного участка в производственном процессе предприятия. Даёт технологическую характеристику каждого производственного участка.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

**Ознакомление с основными формами делового взаимодействия в структурном подразделении.**

Под структурой управления организации понимается упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, находящихся между собой в устойчивых отношениях, обеспечивающих их функционирование и развитие как единого целого.

Структура управления обеспечивает выполнение общих и конкретных функций управления, сохраняет целесообразные вертикальные и горизонтальные связи и разделение элементов управления.

Вертикальное разделение определяется числом уровней управления, а также подчиненностью и директивными отношениями. Тем самым фирма создается как иерархическая структура. Горизонтальное разделение осуществляется по отраслевым признакам.

Организационная структура регулирует:

- разделение задач по отделениям и подразделениям;
- их компетентность в решении определенных проблем;
- общее взаимодействие этих элементов.

Вертикальное развертывание разделения труда образует уровни управления. Под уровнем управления понимают совокупность звеньев управления (т. е. структурных подразделений или отдельных специалистов), занимающих определенную ступень в системе управления организацией.

Уровни управления организацией

**Структурное подразделение**

Структурное подразделение - это структурная часть организации, которая выполняет определенные производственные или функциональные задачи в рамках устава и должностных инструкций работников.

## Правовые аспекты работы структурных подразделений

Структурное подразделение не может быть рассмотрено в отдельности от предприятия, ведь оно не наделено юридической или экономической самостоятельностью. В соответствии с законодательством, можно выделить следующие особенности данных структурных единиц: если руководство предприятия приняло решение о том, что необходимо создать структурное подразделение, то нет никакой надобности или обязательства сообщать об этом в регистрационные органы; не требуется постановка на учет в налоговых органах, пенсионных и страховых фондах; для структурного подразделения не ведется отдельных бухгалтерских документов, а его деятельность отражается в общем балансе организации; для данного звена не назначается отдельный статистический код; не допускается открытие отдельных банковских счетов для структурного подразделения.

### Положение о подразделениях

Деятельность структурного подразделения осуществляется на основании специального положения, которое разрабатывается руководством предприятия в соответствии с установленными законодательными нормами. Документ содержит в себе следующие основные разделы: общие положения, в которых производится описание самого предприятия, а также намерений о создании определенной организационной структуры; обзор численности и состава персонала как в общем, так и по каждому подразделению; функции, которые должно выполнять структурное звено; определение целей его деятельности, а также постановка задач, которые обеспечат их достижение; назначение руководства подразделений, а также определение круга их полномочий; описание механизмов взаимодействия между структурными подразделениями, а также с руководящими органами; определение ответственности подразделения в целом, а также руководителя и отдельных работников лично; порядок ликвидации структурного звена с указанием процедуры, а также существенных причин.

### Требования к структурным подразделениям

Чтобы обеспечивать непрерывную эффективную работу, структурное подразделение должно соответствовать ряду обязательных требований, а именно: подчинение должно быть централизованным, то есть каждый из работников должен быть подотчетным непосредственно руководителю данного структурного звена, который, в свою очередь, регулярно предоставляет отчетность генеральному директору; работа подразделения должна быть гибкой, с возможностью быстро реагировать на любые изменения как внутри организации, так и во внешней среде; работа каждой структурной единицы должна быть строго специализированной (то есть звено должно отвечать за определенную сферу деятельности); нагрузка на одного руководителя не должна быть слишком большой (не более 20 человек, если речь идет о среднем звене); независимо от своего функционального предназначения, подразделение должно всячески обеспечивать экономию финансовых ресурсов.

### Функции структурных подразделений

Каждое структурное подразделение организации призвано выполнять определенные функции, отраженные в соответствующем положении. Их содержание зависит от сферы и рода деятельности звена. При разработке функций руководство должно основываться на следующих требованиях: формулировка функций подразумевает одновременную постановку задач для их достижения; обозначение функций в документе осуществляется в убывающем порядке (от основных к побочным); функции разных структурных подразделений не должны пересекаться между собой и повторяться; если у звена есть определенные связи с другими структурными единицами, то их функции должны быть согласованы во избежание противоречий; все функции подразделений должны иметь четкое числовое или временное выражение, чтобы обеспечить возможность оценки качества работы; при разработке функций нужно обращать внимание на то, чтобы они не выходили за рамки полномочий или прав руководства. Управление подразделениями Как и предприятие в целом, все его звенья нуждаются в эффективном управлении. Непосредственную ответственность за выполнение этой задачи несет руководитель структурного подразделения. Стоит отметить, что методика и модели управления могут быть выбраны локальным начальством самостоятельно или же делегированы сверху. В зависимости от сферы деятельности подразделения, а также рамок ответственности руководителя, последний имеет право делегировать некоторые полномочия своим

подчиненным. При этом должна соблюдаться строгая система отчетности и контроля. Итоговая ответственность за результаты работы лежит исключительно на руководителе. Деятельность должна быть организована следующим образом: в начале периода руководитель осуществляет планирование, что закрепляется в соответствующих документах; далее идет непрерывный мониторинг результатов работы, чтобы иметь возможность вовремя среагировать на отклонения; в конце отчетного периода проводится проверка на соответствие результирующих показателей плановым.

#### Выводы

Структурное подразделение организации - это ее основная рабочая ячейка, которая выполняет те или иные функции, регламентированные соответствующим положением. Стоит отметить, что такое структурное деление целесообразно только в рамках крупного предприятия, ведь в небольших фирмах полномочия могут быть распределены между отдельными работниками. Важно организовать эффективное взаимодействие между различными структурными подразделениями. Их функции не должны дублироваться, а также противоречить друг другу. Особое внимание уделяется вопросу организации руководства. Начальство структурного звена хоть и имеет широкие полномочия касательно его управления, но тем не менее обязуется неукоснительно выполнять все распоряжения и требования генерального директора



**Тема 10.29** Ознакомление с должностными обязанностями электромонтажника по распределительным устройствам.

#### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают инструкцию должностных обязанностей электромонтажника по распределительным устройствам.

<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Формулирует должностные обязанности электромонтажника по распределительным устройствам.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	ДОЛЖНОСТНАЯ ИНСТРУКЦИЯ электромонтажника по распределительным устройствам и вторичным цепям 2-го (3, 4, 5, 6, 7) разряда. Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### **Ознакомление с должностными обязанностями электромонтажника по распределительным устройствам.**

ДОЛЖНОСТНАЯ ИНСТРУКЦИЯ электромонтажника по распределительным устройствам и вторичным цепям 2-го (3, 4, 5, 6, 7) разряда

#### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Электромонтажник по распределительным устройствам и вторичным цепям (далее - Работник) относится к рабочим.

1.2. Настоящая должностная инструкция определяет функциональные обязанности, права и ответственность Работника при выполнении работ по специальности и непосредственно на рабочем месте в " \_\_\_\_\_ " (далее - Работодатель).

1.3. Работник назначается на должность и освобождается от должности приказом Работодателя в установленном действующим трудовым законодательством порядке.

1.4. Работник подчиняется непосредственно \_\_\_\_\_.

1.5. Работник должен знать:

#### **2-й разряд.**

Основные марки применяемых проводов; сортамент цветных и черных металлов; виды основных материалов, применяемых при изготовлении и монтаже электроконструкций; основные виды крепежных деталей и мелких конструкций; основные виды инструмента, применяемого при электромонтажных работах; электрические схемы монтируемых распределительных устройств и вторичных цепей.

#### **3-й разряд.**

Основные виды крепежных деталей и арматуры; устройство применяемых приборов, электроаппаратов и электрифицированного и пневматического инструмента; электрические схемы монтируемых устройств и цепей; устройство и способы применения простых такелажных средств; правила комплектования материалов и оборудования для выполнения электромонтажных работ в жилых, культурно-бытовых и административных зданиях.

#### **4-й разряд.**

Основные виды распределительных устройств; способы измерения сопротивления изоляции; электрические схемы монтируемых распределительных устройств; способы соединения, оконцевания и присоединения проводов всех марок сечением до 240 кв. мм; способы маркировки стальных и пластмассовых труб и отводов; правила строповки и перемещения обслуживаемого оборудования; устройство и способы применения механизированного такелажного оборудования; устройство порохового инструмента и правила ухода за ним; устройство взрывных камер для опрессовки наконечников; назначение релейной защиты; способы монтажа распределительных устройств; устройство аппаратуры для сушки и заливки масла; устройство основных узлов и

деталей трансформаторов; правила комплектования материалов и оборудования для выполнения электромонтажных работ в промышленных зданиях и на инженерных сооружениях.

5-й разряд.

Электрические схемы монтируемого оборудования; способы монтажа, предмонтажного осмотра, сушки и регулирования электрооборудования напряжением до 220 кВ; способы соединения, оконцевания и присоединения проводов всех марок сечением свыше 240 кв. мм; правила разметки мест установки опорных конструкций, оборудования, трасс прокладки проводов и шин; правила производства замеров и составления эскизов отдельных узлов проводок, конструкций, узлов и блоков электрооборудования для изготовления на стендах и в мастерских; правила сборки и крепления открытых и экранированных шинопроводов; порядок фазировки выполненной проводки и методы проверки выполненных схем; изоляционные характеристики трансформаторов.

6-й разряд.

Электрические схемы; способы монтажа, ревизии и сушки электрооборудования напряжением до 750 кВ и методы его регулирования; способы монтажа проводов и тросов всех марок; технические характеристики трансформаторов; устройство электротехнических установок; технические условия на сдачу монтируемого электрооборудования в эксплуатацию; правила выполнения работ во взрывоопасных зонах; правила выполнения релейной защиты монтируемого оборудования.

Требуется среднее профессиональное образование.

7-й разряд.

Конструкцию и электрические схемы монтируемого оборудования; способы монтажа, ревизии и сушки электрооборудования напряжением свыше 750 кВ и методы его регулирования; системы электрических приводов дистанционного управления, их устройство и принцип действия.

Требуется среднее профессиональное образование.

1.6. В период временного отсутствия Работника его обязанности возлагаются на \_\_\_\_\_.

(должность)

## 2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЯЗАННОСТИ РАБОТНИКА

2-й разряд.

Установка и заделка деталей крепления. Изготовление мелких деталей крепления и прокладок, не требующих точных размеров. Забивка вручную электродов заземления. Окраска проводов и шин. Пробивка гнезд, отверстий и борозд по готовой разметке вручную. Распаковка оборудования и уборка упаковочного материала. Очистка и протирка оборудования. Установка и снятие применяемых подмостей.

3-й разряд.

Установка дюбелей. Заделка проходов для всех видов проводок и шин заземления через стены и перекрытия. Раскатывание проводов с установкой барабанов. Монтаж сетей заземления и зануляющих устройств. Окраска оборудования. Снятие распределительных пунктов (шкафов) закрытого или открытого типа. Демонтаж простых аппаратов и приборов (опорных изоляторов, рубильников и переключателей с рычажным приводом, предохранителей, реостатов, трансформаторов тока и напряжения и т.п.). Пробивка отверстий механизированным инструментом. Зачистка мест сварки механизированным инструментом. Изготовление настилов и подмостей. Монтаж шинодержателей на опорных колонках изоляторов. Комплектование материалов и оборудования для выполнения электромонтажных работ в жилых, культурно-бытовых и административных зданиях.

4-й разряд.

Соединение, оконцевание и присоединение проводов всех марок сечением до 240 кв. мм различными способами, кроме сварки. Установка защитных устройств, кожухов и ограждений. Маркировка проложенных труб и отводов. Крепление конструкций и аппаратов с помощью порохового инструмента. Опрессовка наконечников во взрывной камере. Припайка наконечников к жилам проводов. Проверка и регулирование электромагнитных реле тока и напряжения. Установка

скоб и металлических опорных конструкций. Крепление конструкций приклеиванием. Измерение сопротивления изоляции. Прокладка стальных и пластмассовых труб в бороздах, по полу, по стенам, фермам и колоннам. Прокладка перфорированных монтажных профилей. Комплектование материалов и оборудования для выполнения электромонтажных работ в промышленных зданиях и на инженерных сооружениях. Армирование и установка опорных изоляторов, предохранителей, добавочных сопротивлений на напряжение более 1 кВ. Монтаж низкоомных шунтирующих сопротивлений. Установка плит из изоляционных материалов и защитных каркасов. Установка и подготовка к сварке деталей открытых и экранированных шинопроводов (компенсаторов, кожухов, экранов, контактных пластин, фланцев и т.п.). Изготовление маслопроводов. Намотка на бак трансформатора намагничивающей обмотки. Испытание изоляторов (кроме испытаний во взрывной камере). Заготовка и гибка шин, спусков, петель и перемычек. Установка задвижек, кранов, штуцеров, манометров и термометров. Взятие проб масла. Сборка арматуры и изоляторов в изолирующие подвески для подстанций распределительных устройств. Заливка оборудования маслом и слив масла. Ревизия и установка задвижек на трубопроводах при монтаже трансформаторов. Прозвонка проводов.

#### 5-й разряд.

Соединение, оконцевание и присоединение проводов всех марок сечением свыше 240 кв. мм всеми способами, кроме сварки. Монтаж разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, заземлителей, разрядников и ограничителей перенапряжений напряжением до 220 кВ. Установка выключателей нагрузки, ящиков с сигнальными аппаратами и реле и замков блокировки. Монтаж трансформаторов напряжения и тока напряжением до 220 кВ. Монтаж силовых трансформаторов, автотрансформаторов и реакторов мощностью до 63 тыс. кВА, напряжением до 220 кВ и мощностью до 125 тыс. кВА, напряжением до 110 кВ. Испытание изоляторов во взрывной камере. Монтаж элегазовых ячеек напряжением до 220 кВ. Монтаж блочных транспортабельных устройств (УТБ). Монтаж бетонных реакторов массой до 3 т. Заготовка и монтаж магистральных сборных и ответвительных шин, гибких отводов и компенсаторов сечением до 1000 кв. мм. Монтаж готовых пакетов и блоков шин массой до 250 кг. Фазировка устройств. Выполнение замеров и составление эскизов при монтаже оборудования. Испытание и монтаж радиаторов. Установка маслососов. Установка шинопроводов из сдвоенных алюминиевых швеллеров. Установка опорных силуминовых колец на конструкции. Сборка глухих углов шинопроводов при предварительной заготовке блоков. Прокладка шинопроводов с выверкой по осям и креплением на замках. Монтаж оборудования высокочастотной связи, защиты и телемеханики (кроме фильтров присоединения и резонансных заградителей). Монтаж установок типа "Суховой" и "Иней". Монтаж экранированных токопроводов. Монтаж масляных выключателей. Монтаж воздушных выключателей напряжением до 110 кВ. Монтаж жесткой ошиновки распределительных устройств. Разметка и прокладка проводов всех марок и сечений (кроме взрывоопасных зон).

#### 6-й разряд.

Разметка осей мест установки оборудования. Замеры и составление эскизов установки отдельных узлов оборудования. Установка и регулирование комплектных распределительных устройств и отдельных блоков и узлов. Монтаж воздушных выключателей, трансформаторов тока и напряжения, разъединителей, разрядников, ограничителей перенапряжения и заземлителей напряжением до 750 кВ. Монтаж силовых трансформаторов, автотрансформаторов и реакторов мощностью до 250 тыс. кВА, напряжением до 750 кВ. Монтаж элегазовых ячеек напряжением свыше 220 кВ. Монтаж бетонных реакторов массой свыше 3 т. Монтаж и ревизия сложного электрооборудования. Установка электрооборудования массой свыше 3 т. Заготовка и монтаж магистральных, сборных и ответвительных шин, гибких отводов и компенсаторов сечением свыше 1000 кв. мм. Монтаж готовых пакетов и блоков шин массой свыше 250 кг. Монтаж резонансных заградителей и фильтров присоединения. Монтаж опорных конструкций под открытые и экранированные шинопроводы. Стыковка при монтаже секций шинопроводов (прямых и под углом). Испытание гидравлических и воздушных приводов. Монтаж батарей статических конденсаторов. Сборка и проверка болтовых контактных соединений. Контрольный прогрев и сушка трансформаторов. Монтаж систем охлаждения трансформаторов. Выполнение замеров и составление эскизов монтажа сложного электрооборудования и отдельных его узлов.

7-й разряд.

Монтаж силовых трансформаторов, автотрансформаторов и реакторов мощностью свыше 250 тыс. кВА напряжением свыше 750 кВ. Монтаж воздушных выключателей, трансформаторов тока и напряжения, разъединителей и разрядников напряжением свыше 750 кВ. Монтаж и ревизия уникального электрооборудования. Выполнение замеров и составление эскизов монтажа отдельных узлов уникального оборудования.

### 3. ПРАВА РАБОТНИКА

Работник имеет право на:

- предоставление ему работы, обусловленной трудовым договором;
- рабочее место, соответствующее государственным нормативным требованиям охраны труда и условиям, предусмотренным коллективным договором;
- полную достоверную информацию об условиях труда и требованиях охраны труда на рабочем месте;
- профессиональную подготовку, переподготовку и повышение своей квалификации в порядке, установленном Трудовым кодексом РФ, иными федеральными законами;
- получение материалов и документов, относящихся к своей деятельности;
- взаимодействие с другими подразделениями Работодателя для решения оперативных вопросов своей профессиональной деятельности.

### 4. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Работник несет ответственность за:

- 4.1. Невыполнение своих функциональных обязанностей.
- 4.2. Недостоверную информацию о состоянии выполнения работы.
- 4.3. Невыполнение приказов, распоряжений и поручений Работодателя.
- 4.4. Нарушение правил техники безопасности и инструкции по охране труда.

Непринятие мер по пресечению выявленных нарушений правил техники безопасности, противопожарных и других правил, создающих угрозу деятельности Работодателя и его работникам.

- 4.5. Несоблюдение трудовой дисциплины.

### 5. УСЛОВИЯ РАБОТЫ

5.1. Режим работы Работника определяется в соответствии с Правилами внутреннего трудового распорядка, установленными у Работодателя.

5.2. В связи с производственной необходимостью Работник обязан выезжать в служебные командировки (в т.ч. местного значения).

5.3. В соответствии с \_\_\_\_\_ Работодатель проводит оценку эффективности деятельности Работника. Комплекс мероприятий по оценке эффективности утвержден \_\_\_\_\_ и включает в себя:

- \_\_\_\_\_;
- \_\_\_\_\_;

Таблица 1 - Группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки

I (первая) группа по электробезопасности	II (вторая) группа по электробезопасности.	III (третья) группа по электробезопасности	IV (четвертая) группа по электробезопасности	V (пятая) группа по электробезопасности
<p>Лица, не имеющие специальной электротехнической подготовки, но имеющие элементарное представление об опасности электрического тока и мерах безопасности при работе на обслуживаемом участке, электрооборудовании, установке. Лица с группой I должны быть знакомы с правилами оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока.</p>	<p>Для лиц с группой II обязательны:                      1. Элементарное техническое знакомство с электроустановками.                      2. Отчетливое представление об опасности электрического тока и приближения к токоведущим частям.                      3. Знание основных мер предосторожности при работе в электроустановках.                      4. Практические навыки оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока.</p>	<p>Для лиц с группой III обязательны:                      1. Знакомство с устройством и обслуживанием электроустановок.                      2. Отчетливое представление об опасностях при работе в электроустановках.                      3. Знание общих правил техники безопасности.                      4. Знание правил допуска к работам в электроустановках напряжением до 1000 В.                      5. Знание специальных правил техники безопасности по тем видам работ, которые входят в обязанности данного лица.                      6. Умение вести надзор за работающими в электроустановках.                      7. Знание правил оказания первой помощи и умение практически оказать первую помощь пострадавшему (приемы искусственного дыхания и т.п.) от электрического тока.</p>	<p>Для лиц с группой IV обязательны:                      1. Познание в электротехнике в объеме специализированного профтехучилища.                      2. Полное представление об опасности при работах в электроустановках.                      3. Знание полностью настоящих Правил (в объеме занимаемой должности).                      4. Знание установки настолько, чтобы свободно разбираться, какие именно элементы должны быть отключены для производства работы, находить в натуре все элементы и проверять выполнение необходимых мероприятий по обеспечению безопасности.                      5. Умение организовать безопасное проведение работ и вести надзор за ними.                      6. Знание Правил оказания первой помощи и умение практически оказать первую помощь пострадавшему (приемы искусственного дыхания и т.п.) от электрического тока.                      7. Знание схем и оборудования своего участка.                      8. Умение обучить персонал других групп правилам техники безопасности и оказанию первой помощи пострадавшим от электрического тока.</p>	<p>Для лиц с группой V обязательны:                      1. Знание схем и оборудования своего участка.                      2. Твердое знание настоящих Правил, а также специальных глав.                      3. Ясное представление о том, чем вызвано требование того или иного пункта.                      4. Умение организовать безопасное производство работ и вести надзор за ними в электроустановках любого напряжения.                      5. Знание правил оказания первой помощи и умение практически оказать первую помощь (приемы искусственного дыхания и т.п.) пострадавшему от электрического тока.                      6. Умение обучить персонал других групп правилам техники безопасности и оказанию первой помощи пострадавшему от электрического тока.</p>

## Тема 10.30 Методы организации производства каждого участка и предприятия в целом.

### Инструкционная карта

	Производственная практика по выполнению вспомогательных и такелажных работ.
<b>Конструированные виды знаний, умений и навыков</b>	Знают методы организации производства каждого участка и предприятия в целом.
<b>Нормированное время выполнения, мин.</b>	360 мин
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	Объясняет специфику условий труда каждого производственного участка. Выполняет описание технологии производства каждого участка и предприятия в целом. Приобретает навыки описывать технологию производства каждого участка.
<b>Технология выполнения задания</b>	Законспектировать и выучить основные понятия, выполнение проекта.
<b>Перечень необходимого оборудования</b>	Инструкционная карта.
<b>Перечень расходных материалов</b>	

### Методы организации производства каждого участка и предприятия в целом.

Организация производства – наука, изучающая действие и проявление объективных экономических законов в разносторонней деятельности предприятия и разрабатывающая на этой основе пути и способы планомерного экономического выполнения государственных и частных заданий.

Главная цель организации производственного процесса – всемерная экономия времени, обеспечение высокого качества и эффективности производства продукции.

Разработка теоретических вопросов и положений в области организации производства основывается на изучении, анализе, систематизации и обобщении опыта передовых отечественных и зарубежных предприятий, цехов и участков, а также опыта новаторов производства

Методы организации производства в значительной мере зависят от технологического профиля предприятия. Многие организационные вопросы могут быть решены только на основе глубоких знаний, применяемых на предприятии технологических процессов, особенностей оборудования и оснастки, технологической и конструкторской характеристик изделия.

Производство при всех условиях является общественным и находится в состоянии изменения и развития. Оно не может быть неорганизованным, иначе распадётся, перестанет существовать.

Поэтому организация производства – неотъемлемая часть любого способа производства, изменяющаяся и совершенствующаяся по мере его развития.

Организация производственного процесса предусматривает рациональное сочетание в пространстве и во времени всех основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, обеспечивающее наименьшее время его осуществления.

Основные принципы организации производственного процесса

Рациональная организация производственных процессов на предприятиях базируется на следующих принципах:

- специализации и стандартизации;
- прямоточности;
- непрерывности;
- ритмичности;

- автоматичности;
- профилактики.

### Принцип специализации и стандартизации

Специализация представляет собой форму общественного разделения труда, которая, развиваясь планомерно, обуславливает выделение и обособление отраслей, предприятий, цехов, участков, линий и отдельных рабочих мест.

Они изготавливают определённую продукцию и потому отличаются особым производственным процессом и кадрами, подготовленными для наиболее успешного его осуществления.

Важным фактором, способствующим специализации машиностроительных заводов, является стандартизация.

Ограничивая число разновидностей и типов изделий одного эксплуатационного назначения минимально необходимым ассортиментом наиболее совершенных образцов, стандартизация приводит к сужению номенклатуры выпускаемой продукции при значительном увеличении масштаба производства по каждому изделию.

Специализация завода во многом определяет внутризаводскую специализацию: чем глубже проведена первая, тем лучше специализированы цехи, участки, линии и рабочие места, тем стабильнее сочетание основных, вспомогательных и обслуживающих процессов в пространстве и во времени.

Уровень специализации машиностроительных заводов и их подразделений (вплоть до рабочих мест) всецело зависит от сочетания двух факторов:

- масштаба производства;
- трудоёмкости продукции.

Масштаб производства определяется объёмом работ, вытекающим из плана по выпуску заводом готовой продукции, конструкцией изделий, а также требованиями внутризаводского планирования. Увеличение масштаба производства отдельных видов изделий, узлов, деталей и заготовок во многом зависит от проводимой на заводе стандартизации, которая обеспечивает повторяемость узлов и деталей не только в одном изделии, но и в различных изделиях.

Трудоёмкость продукции по мере роста масштабов производства и освоения технологических процессов снижается.

При значительных масштабах производства уменьшение трудоёмкости достигается путём внедрения прогрессивных технологических процессов, основанных на использовании механизированного и автоматизированного оборудования, а также специальной оснастки.

Большой масштаб производства в механических цехах обеспечивает возможность использования металлорежущих станков-автоматов и полуавтоматов, автоматических станочных линий, специальных, многоинструментальных и других высокопроизводительных станков.

Вывод: при организации производственного процесса необходимо всемерно соблюдать принцип специализации и закреплять за каждым производственным подразделением, начиная с завода и кончая рабочими местами, строго ограниченную номенклатуру работ, подобранных по признаку их конструктивно-технологической однородности.

### Принцип прямоточности

Принцип прямоточности в организации производственного процесса следует понимать как обеспечение кратчайшего пути прохождения изделием всех стадий и операций производственного процесса, от запуска в производство исходных материалов, до выхода с завода готовой продукции. В соответствии с этим принципом взаимное расположение зданий и сооружений на территории предприятия, а также размещение в них основных цехов должно соответствовать требованию прямоточности производственного процесса: поток материалов, полуфабрикатов и изделий должен быть поступательным и кратчайшим, без встречных и возвратных движений.

Поэтому вспомогательные цехи и склады следует размещать возможно ближе к обслуживаемым ими основным цехам. Расположение участков и линий в рамках отдельных цехов, в свою очередь, должно отвечать последовательности производственного процесса.

Вывод: при организации производственного процесса необходимо соблюдать принцип прямоточности, обеспечивая кратчайшие пути прохождения изделия через все стадии и операции производственного процесса.

#### Принцип непрерывности

Принцип непрерывности производственного процесса следует понимать прежде всего как ликвидацию либо уменьшение перерывов в производстве данного конкретного изделия. К их числу относятся перерывы межоперационные, внутриоперационные и междусменные.

Примером ликвидации или резкого сокращения межоперационных перерывов может служить непрерывное производство, при котором длительности отдельных операций так подобраны (синхронизированы), что изделие (заготовка, деталь, узел и т.п.) передаётся на последующую операцию немедленно после завершения предыдущей.

Наибольшей непрерывностью обладает автоматическое производство.

Вывод: при организации производственного процесса необходимо осуществлять принцип непрерывности с целью сокращения длительности производственного цикла и повышения в нем доли времени, затрачиваемого непосредственно на выполнение технологического процесса.

#### Принцип ритмичности

Принцип ритмичности предполагает выпуск в равные промежутки времени одинаковых или возрастающих количеств продукции и соответственно повторение через эти промежутки времени производственного процесса на всех его стадиях и операциях.

Порядок повторения производственного процесса определяется производственными ритмами:

- ритм выпуска продукции (в конце процесса);
- операционные (промежуточные) ритмы;
- ритм запуска (в начале процесса).

Ведущим является ритм выпуска продукции. Он обусловлен планом предприятия на определенный календарный период. Ритм выпуска может быть длительно устойчивым только при условии, если соблюдаются операционные ритмы на всех рабочих местах.

В свою очередь, это условие может быть удовлетворено при соблюдении ритма запуска, который предусматривает равномерное питание первых операций производственного процесса материалами, заготовками, деталями и т.д.

Методы организации ритмичного производства зависят от особенностей специализации завода и изготавливаемой им продукции.

На заводах и в цехах узкой специализации, с устойчивой номенклатурой непрерывно выпускаемой продукции для соблюдения установленного ритма необходимо, чтобы за каждый ритм на всех операциях изготовлялось количество годных заготовок или деталей, соответствующее количеству выпускаемых готовых изделий и обеспечивающее запланированный рост выпуска в плановом периоде.

На заводах и в цехах широкой специализации, со значительной номенклатурой изделий (включая и эпизодически изготавливаемые), ритмичность производства обеспечивается выполнением равных или систематически возрастающих объёмов продукции в равные календарные отрезки времени.

Номенклатура изделий в каждом отрезке должна определяться сводным календарным планом выполнения заказов. Отсюда следует, что принцип ритмичности приложим к производству не только повторяющейся, но и эпизодически изготавливаемой продукции.

Вывод: при организации производственного процесса необходимо строго соблюдать принцип ритмичности, обеспечивая выпуск продукции по графику на основе равномерного хода производства во всех подразделениях предприятия, а также своевременной его подготовки и комплексного обслуживания.

#### Принцип автоматичности

Этот принцип предполагает максимальное выполнение операций производственного процесса автоматически, т.е. без непосредственного участия в нем рабочего либо под его наблюдением и контролем.

Необходимость автоматизации обусловлена, как правило, интенсификацией технологических режимов, повышением требований к точности обработки, увеличением программных заданий,

когда механизированные, а тем более ручные операции не могут обеспечить заданных и повышенных показателей производственного процесса.

Принцип автоматичности приложим непосредственно не только к технологическому процессу, но и к управлению им, включая работы в области технической подготовки, контроля, регулирования и обслуживания.

Высокой эффективностью обладает комплексная автоматизация, которая в наиболее полной мере отвечает всей совокупности рассмотренных принципов организации производственного процесса. Вместе с комплексной механизацией комплексная автоматизация является одним из генеральных направлений научно-технического прогресса.

Вывод: при проектировании и организации цехов, участков или рабочих мест необходимо осуществлять автоматизацию производственного процесса, добиваясь на этой основе повышения производительности и облегчения труда, совершенствования качества и снижения себестоимости продукции.

#### Принцип профилактики

Этот принцип предполагает организацию обслуживания новой техники, направленную на предотвращение аварий и простоев оборудования, брака продукции или любых иных отклонений от нормального хода производственного процесса.

Так например, для полноценного использования автоматических линий необходимо организовать плано-предупредительный ремонт оборудования, исключающий возможность его случайных отказов и аварийных простоев; своевременно по графику снабжать линию инструментом и заготовками; выполнять профилактический контроль качества продукции, позволяющий ликвидировать возникающие отклонения от нормальных условий работы автоматической линии до того, как эти отклонения могут привести к браку и другим потерям.

Вывод: при эксплуатации оборудования в масштабе предприятия, цеха, участка, линии или рабочего места необходимо осуществлять принцип профилактики как непереносимое условие высокопроизводительной и эффективной работы.

#### Классификация типов производства

Под типом производства необходимо понимать организационно-технологическую характеристику производственного процесса, основанную на его специализации, повторяемости и ритмичности (на одном рабочем месте, в масштабе линии, участка, цеха, завода в целом).

Свойственный данному заводу или цеху тип производства во многом предопределяет применяемые здесь методы подготовки, планирования, контроля производства, формы организации труда, особенности технологических процессов.

По уровню специализации и характеру повторения детали-операций, каждое рабочее место может быть отнесено к одному из следующих типов производства:

- массовое;
- серийное;
- единичное.

Рабочие места массового производства специализированы на выполнении одной повторяющейся операции.

Рабочие места серийного производства специализированы на выполнении двух или нескольких закреплённых за ними операций, причём они чередуются в определённой последовательности и таким образом ритмично повторяются через определённые промежутки времени.

Рабочие места единичного производства лишены постоянно закреплённых за ними операций и поэтому загружаются различными работами.

Специализация таких рабочих мест обусловлена только их технологической характеристикой, габаритами обрабатываемых на них изделий. Ритмичное чередование операций здесь отсутствует. Особенности загрузки отдельных рабочих мест весьма важны, но их ещё недостаточно для характеристики типа производственного процесса в целом. Поскольку последний связан с движением изделий через рабочие места, выполняющие отдельные операции, следует учитывать также формы взаимной связи этих рабочих мест, выражаемые принципами непрерывности и прямоточности.

По степени непрерывности различают:

- прерывное движение изделий в процессе производства;
- непрерывное движение изделий в процессе производства.

Прерывное движение изделий характеризуется межоперационными перерывами, вызванными несогласованностью выполнения операций во времени. В течение этих перерывов происходит накопление изделий между рабочими местами, производятся складские (в частности, комплектовочные) и контрольные работы.

Непрерывное движение изделий находит практическое выражение в непрерывном потоке, отличительной особенностью которого является прохождение изделия через все операции без задержек, вызванных несогласованностью выполнения этих операций во времени. Сочетая особенности загрузки отдельных рабочих мест с формами движения изделий между ними, получают общую классификацию типов производства.

В массовом непрерывно-поточном (неавтоматическом) производстве загрузка каждого рабочего места одной постоянно повторяющейся операцией сочетается с непрерывным движением изделий. Рабочие места размещаются в соответствии с принципом прямоточности в порядке, соответствующем последовательности операций технологического процесса.

В массовом непрерывно-поточном (автоматическом) производстве процесс осуществляется при помощи системы машин-автоматов, объединяемых в поточно-автоматические линии.

В массовом прямоточном производстве каждое рабочее место также загружено только одной операцией, однако непрерывность движения изделий здесь отсутствует, рабочие места размещаются в той последовательности, которая отвечает порядку технологических операций.

Серийное производство характеризуется прикреплением к каждому рабочему месту нескольких операций.

**ДИАГНОСТИКО-КОНТРОЛИРУЮЩИЙ БЛОК**  
**Контрольный лист**  
**«Қосымша және такелаждық жұмыстарын орындау» модулінің**  
**модуля «Выполнение вспомогательных и такелажных работ»**

<b>ТЕКСЕРУ СЫНАУ ТҮРІ ТИП ПРОВЕРОЧНОГО ИСПЫТАНИЯ</b>	<b>Диагностикалық тапсырма/ Диагностическое задание</b>	<b>Зертханалық жұмысты қорғау / Защита лабораторной работы</b>	<b>Практикалық жұмысты қорғау/ Защита практической работы</b>	<b>Графикалық тапсырма / Графическое задание</b>	<b>Тәжірибеге бағытталған тапсырмалар /</b>	<b>Сынақ /Зачет</b>
<b>ОҚЫТУ НӘТИЖЕЛЕРІ/ БАҒАЛАУ КРИТЕРИЙЛЕРІ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ/ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ</b>	<b>Оқыту нәтижелері / Результат обучения:</b> 1) Готовить рабочее место к выполнению работ и после завершения работ производить его сдачу.					
	<b>Бағалау критерийлері / Критерий оценки</b> 1.Использует правила применения средств индивидуальной защиты. 2. Использует правила, регламент и положения, касающиеся проведения вспомогательных работ.	v				
<b>Бағалау критерийлері / Критерий оценки</b> 3. Производит осмотр оборудования и выявление дефектов. 4.Готовит рабочее место к выполнению работ.	v					
<b>Оқыту нәтижелері / Результат обучения:</b> 2) Производить распаковку, очистку оборудования.						
<b>Бағалау критерийлері / Критерий оценки</b> 1.Использует правила распаковки и расконсервации подлежащего монтажу оборудования. 2.Выполняет очистку и протирку оборудования от смазки.	v					
<b>Оқыту нәтижелері / Результат обучения:</b> 3)Выполнять чертежи деталей с помощью прикладных программ.						
<b>Бағалау критерийлері / Критерий оценки</b> 1.Характеризует основные положения конструкторской, технологической и другой нормативной документации. 2.Выполняет геометрические построения, используя правила вычерчивания контуров технических деталей. 3.Выполняет проекции геометрических тел и их аксонометрию.				v		

4.Выполняет проекции деталей, необходимые разрезы и сечения. 5.Выполняет изображение и обозначение резьб. 6.Выполняет эскизы и чертежи деталей. 7.Выполняет чертежи разъемных и неразъемных соединений. 8. Выполняет чертежи передач.						
<b>Оқыту нәтижелері / Результат обучения:</b> <b>4) Определять свойства и классифицировать материалы, применяемые в производстве.</b>						
<b>Бағалау критерийлері / Критерий оценки</b> 1.Характеризует виды, свойства и области применения основных электротехнических материалов, используемых в производстве.	√					
<b>Бағалау критерийлері / Критерий оценки</b> 2.Характеризует электротехнические материалы	√					
<b>Оқыту нәтижелері / Результат обучения:</b> <b>5) Выполнять комплектацию материалов и оборудования для выполнения электромонтажных работ.</b>						
<b>Бағалау критерийлері / Критерий оценки</b> 1.Определяет технические характеристики и данные на высоковольтное электрооборудование. 2.Определяет технические характеристики и данные на низковольтное электрооборудование. 3.Определяет технические характеристики и данные кабельно - проводниковой продукции.					√	
4.Определяет технические характеристики и данные на приборы вторичной коммутации. 5.Комплектует материал и оборудование для выполнения электромонтажных работ.					√	
<b>Оқыту нәтижелері / Результат обучения:</b> <b>7) Классифицировать виды инструктажа по технике безопасности, противопожарной безопасности и производственной санитарии</b>						
<b>Бағалау критерийлері / Критерий оценки</b> 1.Классифицирует основные виды инструктажей по технике безопасности. 2.Классифицирует основные виды инструктажей по противопожарной безопасности. 3.Перечисляет и обосновывает основные требования производственной санитарии. 4.Классифицирует помещения по условиям окружающей среды, степени опасности поражения людей электрическим током, степени пожаро - и взрывоопасности. 5.Владеет вопросами по промышленной безопасности. 6.Ориентируется на территории предприятия. 7.Выполняет требования охраны труда на предприятии. 8.Приобретает навыки выполнения требований охраны труда и техники безопасности на предприятии.					√	

<b>Оқыту нәтижелері / Результат обучения:</b>						
<b>6) Выполнять требования к проведению такелажных работ, с применением грузоподъемных механизмов.</b>						
Бағалау критерийлері / Критерий оценки 1.Использует требования к проведению такелажных работ. 2.Характеризует грузоподъемных механизмов и средств малой механизации. 3.Выполняет такелажные работы с применением грузоподъемных механизмов. 4.Выполняет вспомогательные и такелажные работы под руководством мастера производственного обучения.					V	
<b>Оқыту нәтижелері / Результат обучения:</b>						
<b>8) Описывать методы организации производственного процесса в первичных звеньях производственной структуры.</b>						
Бағалау критерийлері / Критерий оценки 1.Характеризует функции основных подразделений предприятия 2.Описывает систему взаимосвязей конкретного подразделения. 3.Объясняет специфику выбранной профессии. 4.Формулирует должностные обязанности электромонтажника по распределительным устройствам. 5.Выполняет описание методов организации производственного процесса в первичных звеньях производственной структуры. 6.Приобретает навыки описывать методы организации производственного процесса в первичных звеньях производственной структуры.					V	
<b>Оқыту нәтижелері / Результат обучения:</b>						
<b>9) Описывать технологию производства каждого участка и предприятия в целом.</b>						
Бағалау критерийлері / Критерий оценки 1.Характеризует назначение каждого производственного участка в производственном процессе предприятия. 2.Даёт технологическую характеристику каждого производственного участка. 3.Объясняет специфику условий труда каждого производственного участка. 4.Выполняет описание технологии производства каждого участка и предприятия в целом. 5.Приобретает навыки описывать технологию производства каждого участка и предприятия в целом.					V	
<b>Модуль бойынша қорытынды бақылау:</b> <b>Итоговый контроль по модулю:</b>						V

## Контрольно-измерительные материалы

### Тестовый материал

1. На сколько основных групп принято подразделять используемые в технике металлы ?:
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
2. Воображаемая пространственная сетка, в узлах которой расположены атомы:
- Структурная решетка
  - Кубическая решетка
  - Кристаллическая решетка
  - Металлическая решетка
  - Объемная решетка
3. Масса, заключенная в объеме металла:
- Структура металла
  - Емкость металла
  - Плотность металла
  - Свойство металла
  - Твердость металла
4. По температуре плавления металлы разделяют на ... группы:
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
5. Способность металлов передавать тепло от более нагретых к менее нагретым участкам называется:
- Теплоёмкость
  - Теплостойкость
  - Теплопроводность
  - Тепловое расширение
  - Нагревостойкость
6. Химическое разрушение металлов под действием на их поверхность внешней агрессивной среды называют
- Теплоёмкость
  - Плотность металла
  - Электропроводность
  - Коррозия
  - Пробой
7. Процесс постепенного накопления повреждений материала под действием повторно-переменных напряжений, приводящий к образованию трещин и разрушению называют:
- Усталость
  - Ударная вязкость
  - Прочность
  - Коррозия
  - Нагревостойкость
8. К основным технологическим свойствам относят:
- Хладостойкость
  - Жаропрочность
  - Упругость
  - Ковкость
  - Выносливость
9. Способность металла поглощать определенное количество тепла:
- Теплоёмкость
  - Теплостойкость
  - Термоустойчивость
  - Тепловое расширение
  - Нагревостойкость
10. Цвет относится к ... свойствам металлов:
- Технологическим
  - Механическим
  - Эксплуатационным
  - Физическим
  - Химическим
11. Теплопроводность относят к ... свойствам металлов:
- Технологическим
  - Механическим
  - Эксплуатационным
  - Физическим
  - Химическим
12. Способность материала сопротивляться разрушению под воздействием нагрузок:
- Усталость
  - Ударная вязкость
  - Прочность
  - Выносливость
  - Твердость
13. Свойство металла противостоять усталости:
- Упругость
  - Плотность
  - Деформация
  - Выносливость
  - Пластичность
14. Прочность относят к ... свойствам металлов:
- Технологическим
  - Механическим
  - Эксплуатационным
  - Физическим
  - Химическим
15. Свойства материала, которые определяют в зависимости от работы машины, называют:
- Технологическими
  - Механическими
  - Эксплуатационными
  - Физическими
  - Химическими
16. Жаропрочность относят к ... свойствам металлов:
- Технологическим
  - Механическим
  - Эксплуатационным
  - Физическим
  - Химическим
17. Сплав железа с углеродом:
- Бронза
  - Чугун
  - Латунь
  - Манганин
  - Силумин
18. По химическому составу стали делятся на :
- Конструкционные и инструментальные
  - Углеродистые и легированные
  - Качественные и высококачественные
  - Спокойные и кипящие

- e. Все перечисленные группы  
19 Нержавеющие стали относят к :
- Конструкционным
  - Инструментальным
  - Углеродистым
  - Сталям специального назначения
  - Качественным
- 20 Процесс удаления кислорода из жидкой стали называется:
- Закалка
  - Отжиг
  - Раскисление
  - Усталость
  - Нормализация
- 21 Упругость относят к... свойствам металлов:
- Технологическим
  - Механическим
  - Эксплуатационным
  - Физическим
  - Химическим
- 22 Пластичность относят к... свойствам металлов:
- Технологическим
  - Механическим
  - Эксплуатационным
  - Физическим
  - Химическим
- 23 Сталь, в состав которой входят специально введенные элементы для придания ей требуемых свойств:
- Легированная
  - Инструментальная
  - Углеродистая
  - Качественная
  - Сталь специального назначения
- 24 Идет на переплавку в сталь ( передельный чугун) :
- Белый чугун
  - Серый чугун
  - Ковкий чугун
  - Высокопрочный чугун
  - Все перечисленные
- 25 Антифрикционность относят к... свойствам металлов:
- Технологическим
  - Механическим
  - Эксплуатационным
  - Физическим
  - Химическим
- 26 Более высокое содержание углерода в :
- Стали
  - Чугуне
  - Одинаковое содержание
  - Зависит от качества
  - Зависит от марки
- 27 К механическим свойствам металлов не относятся:
- Прочность
  - Упругость
  - Пластичность
  - Свариваемость
  - Твердость
- 28 К группе черных металлов не относятся:
- Железо
  - Чугун
  - Медь
  - Сталь
  - Ферросплавы
- 29 Зависимость свойств от направления в кристалле:
- Анизотропия
  - Аллотропия
  - Вакансия
  - Дислокация
  - Прочность
- 30 Что относится к полезным примесям в стали?
- Сера
  - Марганец
  - Фосфор
  - Кислород
  - Все перечисленные
- 31 Сплавы алюминия называются :
- Латунь
  - Сталь
  - Силумин
  - Манганин
  - Бронза
- 32 Баббиты- это антифрикционные сплавы на основе...:
- Олова или свинца
  - Меди или алюминия
  - Железа и углерода
  - Меди и никеля
  - Меди и цинка
- 33 Какой чугун называется «передельным»?
- Белый
  - Серый
  - Ковкий
  - Антикоррозийный
  - Черный
- 34 Свободные места в узлах кристаллической решетки:
- Анизотропия
  - Аллотропия
  - Вакансия
  - Дислокация
  - Дырка
- 35.С ростом температуры электрическое сопротивление проводников:
- Снижается
  - Возрастает
  - Не меняется
  - Зависит от типа проводника
- 36.К материалам высокой проводимости относится:
- Чугун
  - Бронза
  - Манганин
  - Нихром
  - Сталь
- 37.Наивысшей проводимостью обладает:
- Медь
  - Алюминий
  - Серебро
  - Золото
  - Вольфрам
38. Жаростойкий сплав:
- Латунь
  - Бронза
  - Силумин
  - Нихром
  - Чугун
- 39.Проводниковая медь используется для изготовления:
- Реостатов
  - Проводов

- с. Припоев  
d. Нагревательных элементов  
е. Микалент
40. Какой цвет имеет манганин?:  
a. Светло-оранжевый  
b. Серебристо-желтый  
c. Серебристо-серый  
d. Белый или серый  
е. Темно-зеленый
41. Для изготовления резисторов применяют:  
a. Латунь  
b. Бронза  
c. Манганин  
d. Чугун  
е. Сталь
42. К сверхпроводникам относится:  
a. Фехраль  
b. Ниобий  
c. Германий  
d. Золото  
е. Манганин
43. Какие контакты обеспечивают периодическое замыкание и размыкание электрической цепи?:  
a. Неподвижные  
b. Разрывные  
c. Скользящие  
d. Сварные
44. Определить удельную проводимость проводника, если:  $R=1.0 \text{ Ом}$ ,  $l=530 \text{ м}$ ,  $S=10 \text{ мм}^2$   
a.  $53 \text{ м/ Ом} \cdot \text{мм}^2$   
b.  $32 \text{ м/ Ом} \cdot \text{мм}^2$   
c.  $25 \text{ м/ Ом} \cdot \text{мм}^2$   
d.  $7,8 \text{ м/ Ом} \cdot \text{мм}^2$   
е.  $5,3 \text{ м/ Ом} \cdot \text{мм}^2$
45. К сплавам высокого сопротивления относится:  
a. Чугун  
b. Бронза  
c. Манганин  
d. Нихром  
е. Латунь
46. Для электронагревательных приборов применяют сплав:  
a. Латунь  
b. Хромаль  
c. Бронза  
d. Баббит  
е. Чугун
47. Силуминами называют сплавы на основе алюминия и :  
a. Кремния  
b. Хрома  
c. Ванадия  
d. Титана  
е. Меди
48. Сплавы на основе меди, в которых основным легирующим элементом является цинк:  
a. Бронза  
b. Латунь  
c. Манганин  
d. Нейзильбер  
е. Силумин
49. Самый тугоплавкий из технических цветных металлов:  
a. Алюминий  
b. Медь  
c. Вольфрам  
d. Олово  
е. Серебро
50. При увеличении поперечного сечения проводника его сопротивление:  
a. Увеличится  
b. Уменьшится  
c. Не изменится  
d. Зависит от типа проводника
51. При увеличении длины проводника его удельное сопротивление:  
a. Увеличится  
b. Уменьшится  
c. Не изменится  
d. Зависит от типа проводника
52. Температура, при которой совершается переход материала в сверхпроводящее состояние, называется:  
a. критической температурой  
b. температурой плавления  
c. тропической температурой  
d. температурой вспышки паров  
е. температура размягчения
53. Сплавом на основе меди не является:  
a. Латунь  
b. Бронза  
c. Силумин  
d. Манганин  
е. Константан
54. Определить удельное сопротивление проводника, если:  $R=2.0 \text{ Ом}$ ,  $l=0,8 \text{ км}$ ,  $S=16 \text{ мм}^2$   
a.  $0,04 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$   
b.  $40 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$   
c.  $2,5 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$   
d.  $20 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$   
е.  $1,6 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$
55. Какой цвет имеет константан?:  
a. Светло-оранжевый  
b. Серебристо-желтый  
c. Серебристо-серый  
d. Белый или серый  
е. Черный
56. К антифрикционным сплавам относится:  
a. Латунь  
b. Хромаль  
c. Бронза  
d. Баббит  
е. Чугун
57. Сплавы на основе меди с оловом, бериллием, свинцом:  
a. Бронза  
b. Латунь  
c. Манганин  
d. Нейзильбер  
е. Силумин
58. Сплавом на основе алюминия является:  
a. Латунь  
b. Бронза  
c. Чугун  
d. Дюралюмин  
е. Сталь

59. Аллюминий относится к :
- Материалам высокой проводимости
  - Материалам высокого сопротивления
  - Жаростойким материалам
  - Электроугольным материалам
  - Изоляционным материалам
60. Электрические щетки (в электрических машинах) изготовляют на основе:
- асбеста
  - графита
  - фарфора
  - лака
  - алюминия
61. К антифрикционным сплавам не относится:
- Чугун
  - Хромаль
  - Бронза
  - Баббит
  - Алюминиевые сплавы
62. Материал, полученный путем горячего прессования 2-х и более слоев специальной пропиточной бумаги, пропитанной лаком называются:
- лакоткани
  - гетинакс
  - текстолит
  - стеклотекстолит
  - компаунд
63. Предельно допустимая температура класса изоляции E:
- 80°
  - 100°
  - 180°
  - 120°
  - более 200°
64. К сегнетоэлектрикам относятся:
- Парафин, бензол
  - Кварц, слюда
  - Эпоксидные смолы
  - Метатитанат бария
65. Электроизоляционные материалы по агрегатному состоянию бывают:
- Газообразные
  - Жидкие
  - Твердые
  - Твердеющие
  - Все ответы правильные
66. Химическая формула элегаза:
- CF<sub>4</sub>
  - CaCl<sub>2</sub>
  - SF<sub>6</sub>
  - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - H<sub>2</sub>O
67. К природным смолам относятся:
- Силикон
  - Эпоксидные смолы
  - Канифоль
  - Бакелит
  - Энант
68. По своему назначению электроизоляционные лаки делятся на
- пропиточные, покровные и клеящие.
  - пропиточные, заливочные и обмазочные
  - масляные, битумные
  - пропиточные, покровные
  - заливочные, покровные и клеящие
69. Резины изготовляют на основе:
- каучука
  - нефти
  - смолы
  - масла
  - полимеров
70. Для изготовления изоляторов используют:
- стеклоэмали
  - фарфор
  - стекловолокно
  - рутил
  - ситаллы
71. Материалы на основе слюды называются:
- асбест
  - миканит
  - талък
  - гетинакс
  - фарфор
72. К основным свойствам стекол относятся (укажите неправильный ответ):
- плотность
  - механические свойства
  - оптические свойства
  - тепловые свойства
  - эластичность
73. К диэлектрикам относятся (укажите неверный ответ):
- манганин
  - битум
  - лакоткань
  - фарфор
  - стеатит
74. Процесс тепловой обработки слоя сырой резины на проводах:
- поликонденсация
  - полимеризация
  - рекомбинация
  - вулканизация
  - восстановление
75. Отвердевающие электроизоляционные составы, изготовляемые из смол и битумов называются:
- компаунды
  - миканиты
  - слюдиниты
  - стеклопластики
  - асбесты
76. Вещества, вводимые в пластмассы с целью повышения их стойкости к свету и нагреву:
- пластификаторы
  - отвердители
  - красители
  - смазывающие вещества
  - стабилизаторы
77. Старение масла вызывают:
- действие повышенных температур
  - действие электрического поля

- c. соприкосновение с атмосферным воздухом
- d. присутствие воды в масле
- e. все ответы правильные
- 78 Способность диэлектрика образовывать электрическую емкость определяет
- a. Диэлектрическая проницаемость
- b. Электронная поляризация
- c. Тангенс угла диэлектрических потерь
- d. Ударная вязкость
- e. Тропическая стойкость
- 79 Какой вид изоляции установочных проводов обеспечивает им наибольшую холодостойкость?
- a. Из кремнийорганической резины
- b. Резиновая изоляция на основе бутилкаучука
- c. Из поливинилхлоридного пластика
- d. Из полиэтилена
- e. Резиновая изоляция в пропитанной хлопчатобумажной оплетке
- 80 Материал, не способный размягчаться после отвердевания называется:
- a. термопластичным
- b. термостойким
- c. терморезистивным
- d. термоактивным
- e. термотвердым
- 81 Синтетическим жидким диэлектриком является:
- a. совол
- b. фторфлогопит
- c. фибра
- d. конденсаторное масло
- e. глифталевый лак
- 82 Жидкие или твердые вещества, вводимые в лаки, чтобы ускорить их высыхание называются:
- a. пластификаторы
- b. разбавители
- c. растворители
- d. сиккативы
- e. эмали
- 83 В качестве разбавителей для загустевших лаков не используют
- a. бензин
- b. эпоксидная смола
- c. лаковый керосин
- d. скипидар
- e. спиртоугольная смесь
- 84 К намоточным изделиям не относятся:
- a. цилиндры
- b. радиоконтурные трубки
- c. конденсаторные выводы
- d. высоковольтные сердечники
- e. микалента
- 85 Каких из приведенных материалов обладает самой высокой нагревостойкостью?
- a. Электрокерамика
- b. Полиэтилен
- c. Гетинакс
- d. Миканиты
- e. Стеклотекстолит
- 86 К механическим характеристикам материалов относятся:
- a. Водопоглощение
- b. Ударная вязкость
- c. Электронная поляризация
- d. Теплостойкость
- e. Нагревостойкость
- 87 Предельно допустимая температура класса изоляции А:
- a. 135°
- b. 180°
- c. 105°
- d. 50°
- e. 150°
- 88 Какой вид изоляции обмоточных проводов обеспечивает им наибольшую нагревостойкость?
- a. Из стеклянной пряжи
- b. Из лавсановых волокон
- c. Из капроновых волокон
- d. Из хлопчатобумажной пряжи
- e. Из шелковой пряжи
- 89 К слоистым пластмассам не относится:
- a. гетинакс
- b. стеклотекстолит
- c. текстолит
- d. стеатит
- e. ДСП
90. Лакоткани, в соответствии с применяемой тканевой основой делят на (укажите неверный ответ):
- a. хлопчатобумажные
- b. шелковые
- c. капроновые
- d. стеклянные
- e. эмалированные
- 91 К диэлектрикам не относятся:
- a. лавсан
- b. асбест
- c. альсифер
- d. гетинакс
- e. винипласт
- 92 Закон Пашена отображает явление:
- a. пробоя газообразных диэлектриков
- b. полимеризации
- c. вспышки паров
- d. поликонденсации
- e. Водопоглощения
93. Сиккативы вводят в лаки, чтобы:
- a. придать им эластичность
- b. ускорить их высыхание
- c. разбавить лаки
- d. понизить хрупкость
- e. повысить холодостойкость
- 94 Электроизоляционные эмали являются:
- a. покровными материалами
- b. пропиточными материалами
- c. заливочными материалами

- d. клеящими материалами
- e. Обмазочными материалами
- 95 Неактивные наполнители ( мел, тальк и каолин) вводят исходные резиновые смеси для:
- a. повышения стойкости резиновой изоляции к тепловому и световому старению
- b. повышения механической прочности резин
- c. улучшения пластичности сырых резин
- d. повышения стойкости резиновой изоляции к окислению
- e. удешевления резин
- 96 Для чего в исходные резиновые смеси вводят активные наполнители?
- a. Для повышения механической прочности
- b. Для улучшения пластичности
- c. Для удешевления
- d. Для замедления процесса старения
- e. Для повышения их стойкости к свету и нагреву
- 97 Твердые или гибкие листовые материалы, получаемые склеиванием листочков щепаной слюды с помощью клеящих смол (шеллачной, глифталевой и др.) или лаков на основе этих смол, называются:
- a. Компаунды
- b. Эмали
- c. Миканиты
- d. Лакоткани
- e. Слоистые пластмассы
- 98 Сегнетоэлектрики обладают:
- a. большим значением диэлектрической проницаемости
- b. высокой нагревостойкостью
- c. высокой водостойкостью и газонепроницаемостью
- d. хорошей адгезией
- e. наибольшим разрушающим напряжением при растяжении
- 99 В каком из видов слоистых пластмасс наполнителем является хлопчатобумажная ткань?
- a. текстолит
- b. гетинакс
- c. стеклотекстолит
- d. ДСП
- e. Во всех перечисленных
100. К природным смолам относятся:
- a. силикон
- b. эпоксидные смолы
- c. канифоль
- d. бакелит
- e. энант
- 101 Недостатком фторфлогопита является:
- a. Низкая устойчивость к воздействию «электрической короны»
- b. Низкая рабочая температура
- c. Горючесть
- d. Быстрое растворение в кислотах, щелочах и других агрессивных средах
- e. гигроскопичность
- 102 Миканиты используют:
- a. Для изоляции
- b. Для изготовления щеток электрических машин
- c. Для изготовления диодов
- d. При пайке металлических частей
- e. Для склеивания материалов
- 103 К слюдяным материалам относятся (укажите неверный ответ):
- a. флогопит
- b. мусковит
- c. фибра
- d. миканиты
- e. фторфлогопит
- 104 Активными диэлектриками являются:
- a. слоистые пластмассы
- b. жидкие диэлектрики
- c. газообразные диэлектрики
- d. сегнетоэлектрики
- e. высокополимерные диэлектрики
- 105 По назначению миканиты делятся на (укажите неверный ответ):
- a. заливочный.
- b. коллекторный
- c. прокладочный
- d. формовочный
- e. гибкий
- 106 Какие материалы применяются для пропитки обмоток электрических машин и аппаратов с целью цементации витков обмотки и защиты их от влаги?
- a. Компаунды.
- b. Эмали
- c. Полиэтилен
- d. Совтол.
- e. Миканиты
- 107 Класс нагревостойкости (изоляция) с предельно допустимой температурой (при длительной работе) 105°
- a. С
- b. Н
- c. В
- d. Е
- e. А
- 108 Отличительной характеристикой кремнийорганических диэлектриков является:
- a. Высокая проводимость
- b. Высокая нагревостойкость
- c. Влагостойкость
- d. Гигроскопичность

- e. Эластичность  
109 Хрупкая смола, получаемая из смолы хвойных деревьев, слабополярный диэлектрик:
- канифоль
  - шеллак
  - янтарь
  - асбест
  - гетинакс
- 110 Для определения условной вязкости жидких диэлектриков используют:
- Аппарат Мартенса
  - АИМ-80
  - Анемометр
  - Ваттметр
  - Вискозиметр
- 111 Недостаток совола:
- Горючесть
  - Воспламеняемость
  - Токсичность
  - Высокая цена
  - Малая диэлектрическая проницаемость
- 112 Электроизоляционные компаунды по назначению делятся на
- пропиточные, покровные и клеящие.
  - пропиточные, заливочные и обмазочные
  - масляные, битумные
  - пропиточные, покровные
  - заливочные, покровные и клеящие
- 113 Синтетическая слюда называется:
- совол
  - фторфлогопит
  - мусковит
  - гетинакс
  - мусковит
- 114 Чтобы замедлить процесс старения масла в него вводят
- Стабилизаторы
  - Отвердители
  - Сиккативы
  - Пластификаторы
  - Ингибиторы
- 115 Электроизоляционные бумаги по назначению делятся на (укажите неверный ответ):
- Кабельная
  - Конденсаторная
  - Трансформаторная
  - Пропиточная
  - Намоточная
- 116 Как изменяются электроизоляционные свойства бумаги с увеличением влажности?
- Улучшаются
  - Ухудшаются
  - Не изменяются
- 117 Недостаток дерева как диэлектрика:
- Высокая цена
  - Низкие механические характеристики
  - Гигроскопичность
  - Плохая адгезия
  - Небольшой срок службы
- 118 Смазывающие вещества (стеарин, олеиновая кислота) вводятся в пластмассы для :
- замедления процесса старения
  - повышения их стойкости к свету и нагреву
  - ускорения их высыхания
  - пропитки наполнителей
  - лучшего отделения от поверхности стальной пресс-формы отпрессованного изделия.
- 119 К слоистым пластмассам относятся:
- Фибра
  - Текстолит
  - Миканит
  - Манганин
  - Фторопласт
- 120 Характерным свойством всех резин является:
- Эластичность
  - Высокая нагревостойкость
  - Высокая холодостойкость
- d. Взаимодействие с кислотами
- e. Механическая прочность
- 121 Какие компоненты повышают стойкость резиновой изоляции к окислению, тепловому и световому старению?
- Стабилизаторы
  - Отвердители
  - Наполнители
  - Пластификаторы
  - Противостарители
- 122 Пропиточная бумага предназначена для изготовления:
- Цилиндров
  - Гибкой слюдяной ленты
  - Фибры
  - Картона
  - Гетинакса
- 123 Способность диэлектрика образовывать электрическую емкость определяет
- Электрическая прочность
  - Диэлектрическая проницаемость
  - Удельное сопротивление
  - Тангенс угла диэлектрических потерь
  - Ударная вязкость
- 124 Характеристика, позволяющая оценить стойкость диэлектриков к кратковременному нагреву.
- Температура вспышки паров
  - Теплостойкость
  - Нагревостойкость
  - Температура плавления
  - Температура размягчения
- 125 Лаки с введенными в них пигментами называются:
- Эмаль
  - Компаунд
  - Флогопит
  - Мусковит
  - Совтол
- 126 При превышении напряжения

приложенного к слою изоляции происходит:

- a. Короткое замыкание
- b. Электрический пробой
- c. Возгорание
- d. Возрастание температуры
- e. Понижение температуры

127

Пластификаторы вводят в пластмассы для

- a. Для повышения механической прочности
- b. Для улучшения пластичности
- c. Для удешевления
- d. Для замедления процесса старения
- e. Для повышения их стойкости к свету и нагреву

128 Савол – это

- a. Слоистая пластмасса
- b. Газообразный диэлектрик
- c. Клей
- d. Эмаль
- e. Синтетический жидкий диэлектрик

129 К

электрокерамическим материалам относится:

- a. Стеатит
- b. Флогопит
- c. Гетинакс
- d. Фторопласт
- e. Оргстекло

130 Вулканизация-это

- a. Процесс тепловой обработки слоя сырой резины на проводах
- b. Процесс высыхания лаков
- c. Процесс соединения молекул мономерного вещества в большие молекулы высокополимерного вещества
- d. Процесс получения гетинакса
- e. Процесс получения лакоткани

## **Рефераттар мен баяндамалардың тақырыптары. Тематика рефератов и докладов.**

1. Строение электротехнических материалов электроустановок.
2. Физические процессы в проводниковых материалах.
3. Эффекты и явления в проводниках.
4. Свойства проводниковых материалов.
5. Металлы и сплавы электроустановок различного назначения.
6. Свойства проводниковой меди и алюминия.
7. Сверхпроводящие металлы и сплавы, применяемые в электроэнергетике.
8. Сплавы высокого сопротивления и сплавы для термопар.
9. Свойства тугоплавких металлов электроустановок.
10. Неметаллические проводящие материалы.
11. Основные физические процессы в полупроводниках
12. Свойства полупроводниковых материалов различного типа.
13. Основные оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках.
14. Физические явления и свойства кремния для полупроводников.
15. Основные физические явления и свойства германия электроустановок.
16. Физические явления и свойства карбида кремния электронной техники.
17. Поляризация диэлектриков.
18. Электропроводимость диэлектрических материалов.
19. Потери в диэлектриках электроустановок.
20. Электрический пробой газообразных диэлектриков.
21. Электрический пробой жидких диэлектриков.
22. Электрический пробой твердых диэлектриков.
23. Свойства пассивных диэлектриков.
24. Активные диэлектрики автоматики электроустановок.
25. Свойства и характеристики сегнетоэлектриков.
26. Свойства и характеристики пьезоэлектриков.
27. Свойства и характеристики пироэлектриков.
28. Свойства и характеристики электретов.
29. Физические процессы в магнитных материалах.
30. Природа ферромагнитного состояния.
31. Процессы при намагничивании ферромагнетиков.
32. Поведение ферромагнетиков в переменных магнитных полях.
33. Свойства магнитных материалов электроустановок.
34. Магнитомягкие материалы, применяемые в электротехнике.
35. Свойства магнитотвердых материалов.
36. Направления совершенствования электротехнических материалов.

## **Қорытынды бақылауға арналған сұрақтар**

### **Вопросы для итогового контроля**

1. Требования к электротехническим материалам.
2. Механические свойства материалов на основе цветных металлов.
3. Показатели прочности цветных металлов и их сплавов.
4. Показатели пластичности материалов из цветных металлов.
5. Механические испытания цветных металлов на твердость.
6. Классификация и технические характеристики сплавов алюминия.
7. Назначение, технические характеристики латуни и бронзы.
8. Основные способы обработки цветных сплавов.
9. Назначение и области применения диэлектрических материалов.
10. Назначение, классификация и области применения диэлектриков.
11. Электрофизические свойства диэлектрических материалов.
12. Требования к электроизоляционным материалам и их свойствам.
13. Построение энергетической диаграммы твердых диэлектриков.
14. Газообразное, жидкое и твердое состояние диэлектриков.
15. Значение и свойства электрической изоляции в электроустановках.
16. Объемная и поверхностная электропроводимость диэлектриков.
17. Виды электропроводимости диэлектрических материалов.
18. Электронная проводимость диэлектриков в электрических полях.
19. Факторы, влияющие на электропроводимость газообразных диэлектриков в слабых электрических полях.
20. Зависимость плотности тока от напряженности в газах.
21. Природа электропроводимости жидких диэлектриках.
22. Зависимость электропроводимости от температуры в диэлектриках.
23. Зависимость проводимости от температуры в твердых диэлектриках.
24. Поверхностная электропроводимость твердых диэлектриков.
25. Механизм изменения напряженности электрического поля плоского конденсатора заполненного диэлектриком.
26. Понятие о диэлектрической проницаемости. Образование диполей в диэлектрике, помещенном в электрическое поле.
27. Понятие о поляризованности диэлектрика. Электрический момент поляризованной частицы.
28. Физическая природа поляризации диэлектриков. Виды микроскопических процессов приводящих к возникновению поляризации.
29. Характерные электрические свойства сегнетоэлектриков.
30. Виды поляризации сегнетоэлектриков.
31. Зависимость диэлектрического гистерезиса и проницаемости от напряженности электрического поля и температуры.
32. Виды потерь мощности в диэлектрических материалах.
33. Угол диэлектрических потерь и удельные диэлектрические потери.
34. Диэлектрические потери в газообразных диэлектриках.
35. Диэлектрические потери в твердых диэлектриках.
36. Диэлектрические потери в жидких диэлектриках.
37. Пробой диэлектриков и его физическая природа.
38. Пробой газообразных, жидких и твердых диэлектриков.
39. Изменение электрической прочности диэлектриков при облучении.
40. Поверхностный пробой электроизоляционных материалов.
41. Механические свойства диэлектриков.
42. Термические свойства диэлектриков.
43. Физико-химические свойства диэлектриков.
44. Основные свойства газообразных диэлектриков.

45. Жидкие диэлектрики на основе нефтяных масел.
46. Синтетические жидкие диэлектрики.
47. Диэлектрики кремнийорганических и фторорганических соединений.
48. Свойства линейных полярных и неполярных полимеров.
49. Свойства полимеров получаемых поликонденсацией (смолы).
50. Свойства композиционных материалов (гетинакс, текстолит).
51. Свойства резины применяемой при производстве кабельных изделий.
52. Свойства электроизоляционных лаков, эмалей, компаундов и клеев.
53. Свойства волокнистых материалов (дерево, бумага, картон, лакоткани).
54. Свойства слюды и слюдяных материалов.
55. Свойства стекла и электротехнической керамики.
56. Свойства полупроводников применяемых в электротехнике.
57. Электропроводимость полупроводников.
58. Термоэлектрические явления (эффекты Зеебека и Томпсона).
59. Гальваномангнитные эффекты в полупроводниках (ЭДС Холла).
60. Свойства простых полупроводников (германий и кремний).
61. Назначение и электрические характеристики проводников.
62. Электрические характеристики проводниковых материалов. Удельная проводимость цветных металлов.
63. Удельное сопротивление цветных металлов и методы его определения.
64. Факторы, влияющие на удельное сопротивление проводников.
65. Зависимость сопротивления цветных металлов от температуры.
66. Характеристика термодвижущей силы и схема термопары.
67. Свойства проводниковых материалов и высокой проводимостью.
68. Назначение, состав и области применения серебра в электротехнике.
69. Свойства и электрические характеристики (графические и аналитические зависимости удельного сопротивления от температуры) меди.
70. Зависимость удельного сопротивления меди от температуры в области криогенных температур. Марки меди.
71. Назначение, свойства, марки и области применения алюминия.
72. Явление сверхпроводимости в металлах. Современная теория сверхпроводимости. Образование электронных пар.
73. Сверхпроводниковые материалы первого, второго и третьего порядка.
74. Свойства высокотемпературные сверхпроводники.
75. Криопроводниковые материалы на основе меди и алюминия.
76. Классификация и область применения контактных материалов.
77. Свойства и величина термодвижущей силы сплавов для термопар.
78. Назначение, состав, классификация и области применения материалов с большим удельным сопротивлением.
79. Характеристики магнитных материалов электроустановок.
80. Процессы намагничивания и перемагничивания материалов.
81. Свойства технически чистого железа.
82. Магнитные свойства пермаллоев (железоникелевые сплавы).
83. Магнитные сплавы с особыми свойствами.
84. Свойства аморфных магнитных материалов.
85. Свойства магнитодиэлектриков и магнитомягких ферритов.
86. Ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса.
87. Свойства магнитотвердых материалов.
88. Свойства литых высококоэрцитивных сплавов.
89. Свойства металлокерамических и металлопластических магнитов.
90. Свойства магнитотвердых ферритов на основе бария и кобальта.
91. Свойства магнитов на основе редкоземельных металлов (кобальта и цезия, кобальта и самария).
92. Свойства магнитотвердых материалов (мартенситные стали).

## **Заключение**

Учебно-методический комплекс направлен на повышение профессионального мастерства подготовки преподавателя при подготовке к теоретическим и практическим занятиям по профессиональному модулю «Выполнение вспомогательных и такелажных работ».

Данный комплекс дает возможность преподавателю последовательно выстроить процесс подготовки обучающегося по профессиональному модулю на основе системного подхода изложения теоретического и практического материала, а также способен помочь обучающимся правильно понять и закрепить основные вопросы.

## **Ұсынылған әдебиеттердің тізімі/ Список рекомендуемой литературы**

### **Негізгі/**

#### **Основная:**

1. Григорьева С.В. «Общая технология электромонтажных работ» : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования / С.В. Григорьева. – М.: Издательский центр «Академия», 2017 г. -192 с.
2. Павлова А.А. «Техническое черчение» : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования / А.А. Павлова и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2019 г. -272 с.
3. Заплатин В.Н. «Основы материаловедения»: учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2017 г. -272 с.
4. Петрова Л.Г., Потапов М.А., Чудина О.В. Электротехнические материалы: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ). – М., 2008. - 198 с.
5. Белоруссов Н.И. и др. Электрические кабели, провода и шнуры: Справочник/-М.: Энергоатомиздат, 2008-536с.

### **Қосымша/**

#### **Дополнительная:**

1. Акимова И.А., Котеленец Н.Ф., Сентюрихин Н.И. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования.- М.: Академия, 2008.
2. Куценко Г.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок: практическое пособие. – Мн.: Дизайн ПРО, 2006.
3. Субикин Ю.Д. Технология электромонтажных работ: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006.
4. Справочник по ремонту и наладке электрооборудования /Под общ. ред. В.С. Вьюнова, 2008.

### **Оқытудың қосымша ұсыныс құралдары/**

#### **Дополнительные рекомендуемые средства обучения:**

1. Технические средства обучения (компьютер, проектор, видеотехника).
2. Макеты.
3. Плакаты.
4. Журналы и ведомости измерений на ЛПЗ
5. Производственное электрооборудование.
6. Технологические карты.
6. Электромонтажные инструменты.
7. Журналы для инструктажей.