



БПОУ ВО «ГРЯЗОВЕЦКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

**РАСМОТРЕНО**

Цикловой комиссии  
Протокол № 1  
От «31» августа 2018г.  
Председатель ЦК  
 Н. Н. Абанина

**СОГЛАСОВАНО**

Зам. директора по ОМР  
 Е.А. Ткаченко  
«31» августа 2018г.

**Методические рекомендации по организации к выполнению  
практических (лабораторных) работ студентов**

**ПМ.01 Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов  
оборудования, агрегатов, машин, станков и другого  
электрооборудования**

**Профессия 13.01.10 Электромонтёр по ремонту и обслуживанию  
электрооборудования (по отраслям)**

2018 г.

## Практическая работа

### Тема: Выполнение разметки по месту монтажа электрооборудования

**Цель:** научиться определять и размечать места установки аппаратов, приборов, щитков, ящиков, коробок, опорных крепежных конструкций и деталей, а также размечать отверстия, гнезда, борозды и трассы электропроводок.

### Методические указания

Разметка – ответственный вид электромонтажных работ.

Выполняют разметку в определенной последовательности. Вначале изучают чертежи рабочего проекта. Затем исследуют место, где будут выполняться работы, сравнивая его с чертежами, при этом обращают внимание на создание безопасных условий. Подготавливают необходимые инструменты, приспособления и материалы. Определяют места установки электрооборудования и вводов, размечают места для гнезд, отверстий, ниш, установки закладных деталей для закрепления электрооборудования.

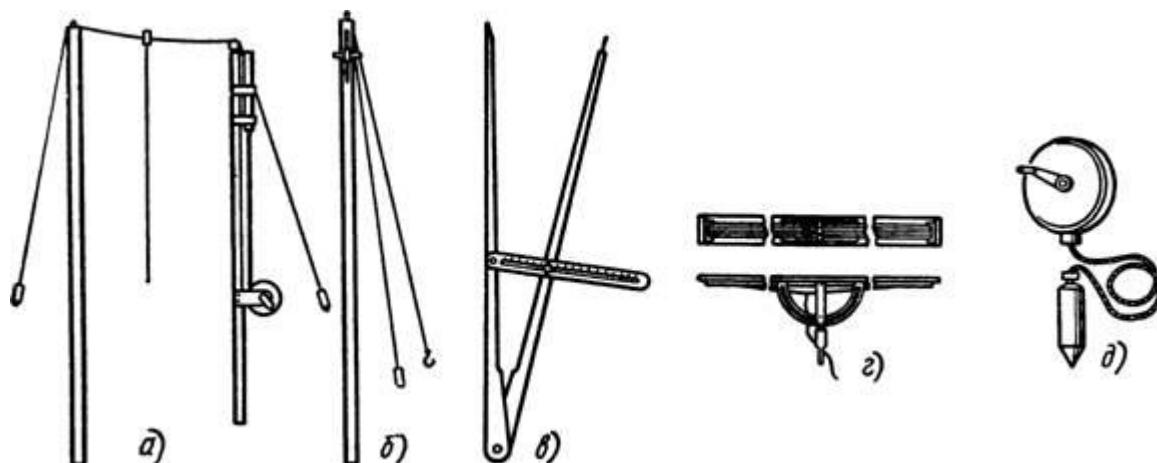
В рабочих чертежах проекта указывают расстояние от пола, потолка, колонн, ферм или других конструктивных элементов зданий и сооружений. При выполнении разметки используют и маркшейдерские отметки по высоте.

После определения мест установки электрооборудования размечают трассы электропроводок. Трассы открытых электропроводок наносят окрашенным шнуром параллельно стенам и потолкам с учетом архитектурных линий помещений и сооружений. На трассах размечают места выполнения соединений, отверстий, ответвлений, проходов, обходов, креплений. Места креплений начинают размечать с конечных, а заканчивают промежуточными точками. Трассы скрытых электропроводок по перекрытиям размечают по кратчайшим расстояниям, а по стенам строго вертикально или горизонтально.

### Разметка трасс электропроводок

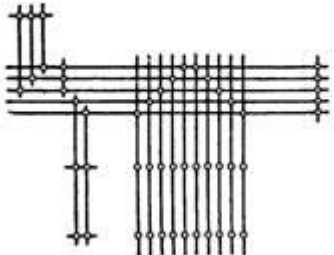
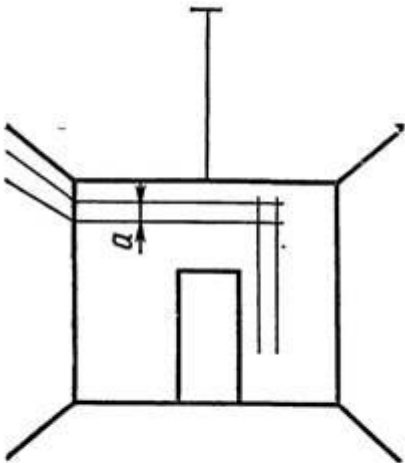
Инвентарные разметочные приспособления: а – два шеста со шнуром, б – шест с отвесом, в – разметочный циркуль, г – линейка-рамка, д – разметочный шнур с отвесом

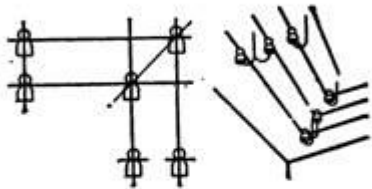
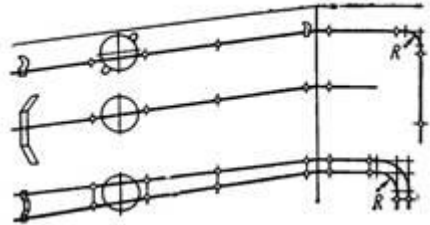

Область применения: для определения мест крепления электропроводок и электрооборудования.

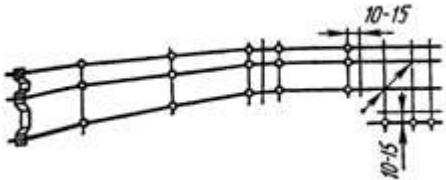
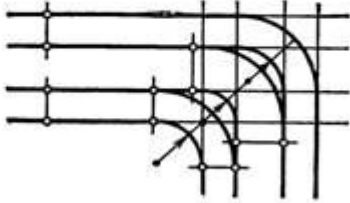


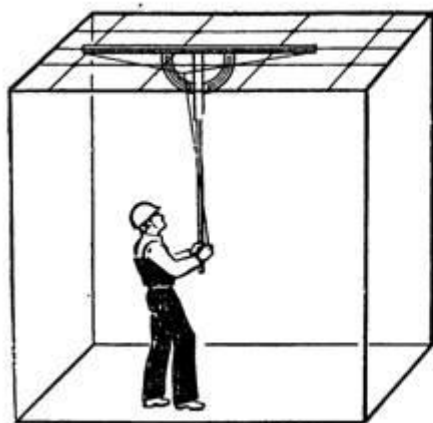
Требования.  
Разметку следует производить мелом, простым мягким карандашом

м, углем или чертилкой. Линии надо наносить с помощью приспособлений и шнура, натертого порошковым мелом, углем или синькой. Точки крепления на размеченных линиях трасс и осях разметки отмечают поперечными линиями. При этом линии должны быть видны как во время работы пробивным инструментом, так и во время монтажа. Сквозные отверстия, гнезда, борозды необходимо размечать, указывая их наружные очертания (круг, квадрат, прямоугольник) и размеры. Инструменты и приспособления: разметочный циркуль, линейка- рамка, разметочный шнур с отвесом, два шеста со шнуром, шест с отвесом, рулетка, подмости-столики, стремянка или приставная лестница. Материалы: краситель для шнура (мел, уголь, синька), простой карандаш М4-М6, ролики, изоляторы, отрезки защищенных проводов и кабелей, ответвительные коробки, крепежные детали, конструкции для установки изоляторов, обтирочная ветошь.

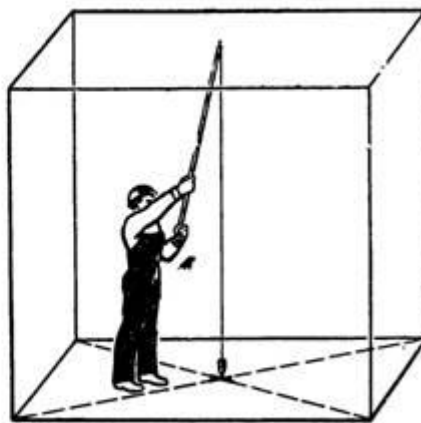
Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения
 <p>Разметка электропроводки изолированными проводами на роликах</p>	<p>Наибольшее расстояние, мм, между точками крепления незащищенных изолированных проводов (при их прокладке на роликах): при сечении жил до 10 мм<sup>2</sup> — 800, при 16—25 мм<sup>2</sup>— 1000. Наименьшее расстояние между осями проводов при сечении жил до 10 мм<sup>2</sup>—35 мм, при 16—25 мм<sup>2</sup> — 50 мм</p>
 <p>Разметка электропроводки на изоляторах</p>	<p>Наибольшее расстояние, м, между точками крепления незащищенных изолированных проводов (при прокладке их на изоляторах) должно быть:</p> <p>по стенам и потолкам внутри помещений при сечении жил до 2,5 мм<sup>2</sup> — 1, от 4 до 10 мм<sup>2</sup>—2, от 16 до 25 мм<sup>2</sup>—2,5, от 35 до 70 мм<sup>2</sup> — 3, при 95 мм<sup>2</sup> и более — 6 по стенам при наружной электропроводке при всех сечениях жил — 2</p> <p>по фермам, между стенами или опорами при сечении медных жил до 2,5 мм<sup>2</sup> — 6, при 4 мм<sup>2</sup>— 12, от 6 мм<sup>2</sup> и более— 16—25, при сечении алюминиевых жил 2,5 мм<sup>2</sup> — 2,5, от 4 до 6 мм<sup>2</sup> — 6, при 10 мм<sup>2</sup>—12, от 16 мм<sup>2</sup> и более — 16—25</p> <p>Наименьшее расстояние, мм, между осями проводов должно быть при сечении жил до 25 мм<sup>2</sup> — 70, от 35 до 50 мм<sup>2</sup> — 100, от 70 мм<sup>2</sup> и более — 150</p>
Разметка электропроводки на изоляторах	Расстояние от изолятора до смежной

	<p>стены при переходе проводов с одной поверхности на другую и от концевого изолятора до прохода через стену должно быть равным 1,5—2- кратной высоте изолятора</p> <p>Трассы электропроводок незащищенными изолированными проводами следует прокладывать на высоте не менее 2,5 м от уровня пола или площадки обслуживания. В помещениях без повышенной опасности и при напряжении 42 В допускается снижение высоты прокладки до 2 м</p> <p>Провода, прокладываемые в производственных помещениях, должны защищаться от механических повреждений от пола или площадки обслуживания (в случаях спусков к штепсельным розеткам, аппаратам и щиткам) до высоты не менее 1,5 м.</p> <p>Разметка должна обеспечивать радиус изгиба не менее 3-кратного наружного диаметра провода. Расстояние от провода до поверхности стен и перекрытий должно быть не менее 10 мм</p>
Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Расстояние между скобами должно быть: при горизонтальной прокладке кабелей сечением жил до 4 мм<sup>2</sup> — не более 500 мм, выше 4 мм<sup>2</sup> — 1000 мм; при вертикальной прокладке при сечении жил до 4 мм<sup>2</sup> — 700 мм, выше 4 мм<sup>2</sup> — 1000 мм</p>
<p>Разметка мест креплений для одного-двух проводов и защищенных кабелей</p>	<p>Расстояние от коробки, прибора, прохода до точки крепления кабеля должно быть 50— 100 мм. При поворотах трассы точки крепления кабеля берут на расстоянии 10—15 мм от точек сопряжения радиуса R изгиба кабеля с прямыми линиями разметки</p>
	<p>Высота прокладки пакетов кабелей от уровня пола или площадки обслуживания не регламентируется. Разметка должна обеспечивать наименьший допустимый радиус изгиба для защищенного кабеля типа ВРГ, НРГ, равный 10-кратному наружному диаметру</p>
<p>Разметка мест креплений пакетов кабелей</p>	<p>При прокладке защищенных проводов и</p>

	<p>кабелей на полосах и лентах последние закрепляют вплотную к основанию по всей длине трассы, за исключением углов поворотов. Расстояние между точками крепления к основанию должно быть не менее 800—1000 мм, от последнего крепления до конца полосы или ленты — не более 50—70 мм, а между точками крепления проводов и кабелей к полосе или ленте — 500 мм</p>
<p>Разметка электропроводки при общей точке крепления смежных скоб</p>	<p>При прокладке защищенных проводов и кабелей по струнам (стальная оцинкованная проволока диаметром 2—4 мм) наибольшее расстояние между</p>
	<p>точками крепления струны должно быть: при сечении жил защищенных проводов и кабелей <math>2,5 \text{ мм}^2</math> и диаметре струны 2 мм — не нормируется, между промежуточными креплениями с натяжным устройством — 2 м, без натяжных устройств — 1 м; при сечении жил от 4 до <math>6 \text{ мм}^2</math> и диаметре струны 3 мм — 4 м, между промежуточными</p>
<p>Разметка радиуса изгиба пакетов кабелей</p>	<p>креплениями с натяжным устройством — 3 м, без натяжного устройства — 1,5 м; при сечении жил от 10 до <math>16 \text{ мм}^2</math> и диаметре струны 4 мм — 6 м, между промежуточными* креплениями с натяжным устройством — 4 м, без натяжного устройства — не нормируется /</p>



а)



б)

Способы разметки мест установки светильников:

а — с помощью линейки-рамки непосредственно на потолке,

б — с помощью шеста с отвесом переносом разметки с пола на потолок

## Разметка мест установки светильников

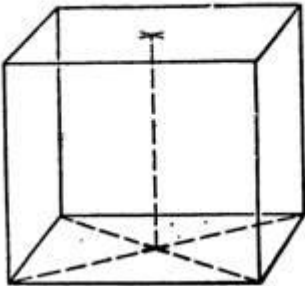
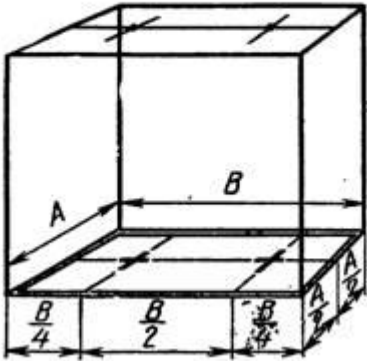
Область применения: для определения мест крепления светильников на потолках.

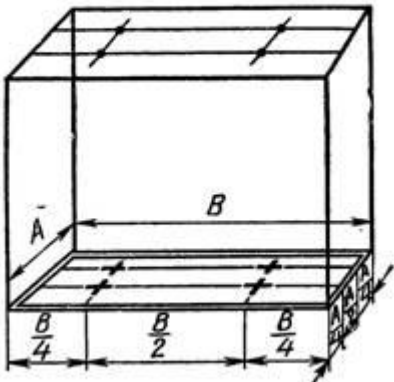
Цель: научиться размечать места крепления светильников на потолке с помощью приспособлений.

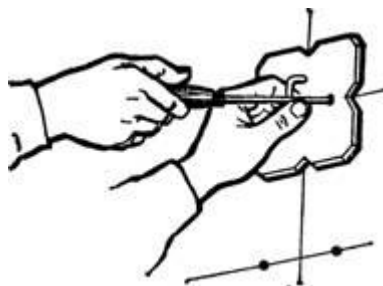
Требования. Разметка должна обеспечивать правильное расположение светильников в ряду и по высоте без заметных на глаз отклонений. На поверхностях, имеющих лепные розетки, разрисовку, светильники устанавливают с учетом отделки поверхности в соответствии с требованиями проекта. При отсутствии указаний в проекте разметка должна обеспечивать установку светильников с таким расчетом, чтобы световой поток был направлен вертикально вниз.

Инструменты и приспособления: линейка-рамка, шест с отвесом, два шеста со шнуром, рулетка, разметочный циркуль, масштабная линейка.

Материалы: краситель для шнура (мел, уголь, синька), простей карандаш М4—М6, обтирочная ветошь.

Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Разметить две диагональные линии на полу. Отметить точку пересечения диагоналей. Перенести точку пересечения диагоналей с пола на потолок с помощью шеста с отвесом, для чего острие шеста установить на потолке с таким расчетом, чтобы отвес расположился точно над точкой пересечения диагональных линий на полу.</p>
Разметка места установки одного светильника	
	<p>Разметить осевую линию по центру вдоль помещения. На осевой линии отметить точки, расположенные на расстоянии <math>B/4</math> от поперечных стен. Перенести две размеченные точки на потолок с помощью шеста и отвеса. Выполнить разметку в указанной последовательности непосредственно на потолке с помощью линейки-рамки или двух шестов со шнуром.</p>
Разметка мест установки двух светильников	

	<p>Разметить на полу две линии, параллельные продольным стенам, на расстоянии <math>L/4</math>. На линиях отметить четыре точки на расстоянии <math>B/4</math> от поперечных стен.</p> <p>Перенести размеченные точки на потолок с помощью шеста и отвеса.</p> <p>Выполнить разметку в указанной последовательности непосредственно на потолке с помощью линейки-рамки или двух шестов со шнуром.</p>
<p>Разметка мест установки четырех светильников</p>	
	<p>Разметить на полу две линии, параллельные продольным стенам, на расстоянии <math>L/4</math>. На одной линии отметить точки: первую на расстоянии <math>B/9</math>, остальные через каждые <math>2B/9</math>. На другой линии повторить разметку в таком же порядке, только начать отсчет от противоположной поперечной стены.</p> <p>Выполнить разметку в указанной последовательности непосредственно на потолке с помощью линейки-рамки или двух шестов со шнуром.</p>
<p>Разметка мест установки нескольких светильников в шахматном порядке</p>	



Способ разметки мест установки выключателей и штепсельных розеток с помощью специального приспособления

### Разметка мест монтажа установочных аппаратов

Область применения: для определения мест установки выключателей (переключателей) и штепсельных розеток.

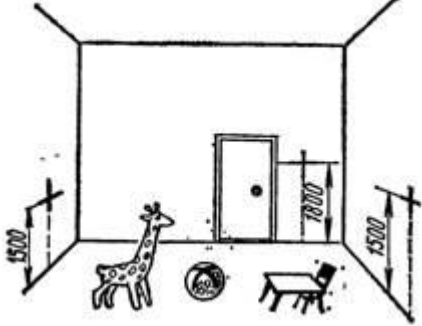
Цель: научиться размечать места установки выключателей (переключателей), штепсельных розеток при монтаже внутренних электропроводок.

Требования. В жилых помещениях квартир и общежитий надо устанавливать не менее одной штепсельной розетки на каждые полные и неполные  $6 \text{ м}^2$  площади, в

коридорах квартир — не менее одной розетки на каждые полные и неполные 10 м<sup>2</sup> площади, а в кухнях — две розетки. Штепсельные розетки следует также ставить в коридорах гостиниц, общежитий, административных, лечебных и т. п. зданий для включения уборочных машин (электропылесосов, электрополотеров). Линии разметки должны сохраняться после выполнения дыропробивных работ и служить точными ориентирами при монтаже установочных аппаратов. Инструменты и приспособления: разметочный шнур, рулетка, масштабная линейка, приспособление для разметки (шаблон), чертилка или отвертка. Материалы: краситель для шнура (мел, уголь, синька), простой карандаш М4-М6, образцы выключателей, штепсельных розеток, блоков коммутационных аппаратов.

Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения																							
<table><tr><th rowspan="2">Тип двери</th><th colspan="2">Установка выключателя</th></tr><tr><th>В одном помещении</th><th>В разных помещениях</th></tr><tr><td rowspan="4">Одностворчатая</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="4">Двухстворчатая</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	Тип двери	Установка выключателя		В одном помещении	В разных помещениях	Одностворчатая									Двухстворчатая									<p>Выключатели, устанавливаемые у входа в помещение (внутри или вне него), обычно размещают таким образом, чтобы их не закрывала открывающаяся дверь. Выключатели для уборных и ванных комнат ставят вне помещений. Выключатели можно устанавливать также под потолком (их приводят в действие с помощью шнурка)</p> <p>Разметку мест установки выключателей (переключателей) следует производить в соответствии с рекомендациями, показанными на схеме</p>
Тип двери		Установка выключателя																						
	В одном помещении	В разных помещениях																						
Одностворчатая																								
Двухстворчатая																								
Рекомендуемые места установки выключателей в жилых и общественных зданиях																								
Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения																							
	<p>Штепсельные розетки устанавливают на высоте 800—1000 мм от пола. Они должны быть удалены от заземленных частей (трубопроводов, плиток, раковин) и находиться от них на расстоянии не менее 500 мм Штепсельные розетки допускается устанавливать над плинтусами или в специальном электротехническом плинтусе в случаях, указанных проектом. Они должны иметь специальное устройство, закрывающее токопроводящие части при вынутой вилке</p>																							
Разметка мест установки штепсельных розеток у заземленных частей																								
	<p>Выключатели ставят вблизи входов в помещения кухонь, уборных, ванных комнат на высоте 1500 мм. Запрещается устанавливать выключатели и штепсельные розетки в ванных комнатах, душевых, раздевалках при душевых (допускается исключение для штепсельных розеток в ванных комнатах, присоединенных через разделяющие трансформаторы) Допускается вместо нескольких выключателей ставить блоки, в которых на одной</p>																							



Разметка мест установки выключателей и штепсельных розеток у санитарной кабины квартиры	панели монтируется необходимое количество установочных аппаратов
	<p>В детских учреждениях и в помещениях для пребывания детей выключатели устанавливают на высоте 1800 мм от пола, а штепсельные розетки — 1500 мм от пола</p> <p>При открытой электропроводке размечают места установки деревянных или пластмассовых розеток диаметром 55—60 мм, толщиной не менее 10 мм, на которые ставят выключатели или штепсельные розетки защищенного исполнения</p> <p>Места крепления защищенных выключателей и штепсельных розеток размечают непосредственно на строительном основании</p>
Разметка мест установки выключателей и штепсельных розеток в детских учреждениях	<p>При установке выключателей и штепсельных розеток скрытого исполнения размечают места размещения коробок диаметром 70 мм или коробок прямоугольной формы для монтажа блоков коммутационных аппаратов</p>

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Выполнить разметку.

**Содержание отчета:**

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Правила выполнения разметки

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

### **Тема: СОЕДИНЕНИЯ И ОТВЕТВЛЕНИЯ ЖИЛ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ**

#### **Краткая характеристика**

Приступая к изучению темы, обучающиеся должны знать основные требования, предъявляемые к электрическому контакту.

1. Механическая прочность. Смонтированный на жиле контакт должен не ухудшать ее механических свойств, быть устойчивым к механическим воздействиям в процессе монтажа и эксплуатации (степень механического воздействия зависит от способа прокладки токопроводящих жил, условий эксплуатации и других причин).

2. Электрическое сопротивление контакта не должно превышать сопротивления жилы такой же длины более чем на 20%. Если сопротивление значительно больше сопротивления такого же участка целой жилы, возникают местные перегревы, которые еще больше ухудшают состояние контакта.

3. Электрохимическая коррозия может быть вызвана следующими причинами. При соприкосновении двух проводников из разных металлов, например алюминия и меди, образуется гальваническая пара. Материал, образующий отрицательный электрод – катод (алюминий по отношению к большинству применяемых в электротехнике металлов является катодом), постепенно разрушается. Электролитом в таких случаях служит конденсированная влага в сочетании с газами или окисями соединяемых металлов.

Для борьбы с электрохимической коррозией контактные поверхности покрывают или третьим металлом, или сплавом (например, оловом), смазывают места контакта бескислотным вазелином или прокрашивают их лаком, предотвращая попадание воздуха и влаги к месту соединения.

1. В местах присоединения жил проводов и кабелей нужно оставлять запас, позволяющий выполнять повторное соединение. Места соединений и ответвлений должны быть доступны для осмотра и ремонта.

2. Качество изолирования мест соединений и ответвлений не должно уступать качеству заводской изоляции жил.

Важно знать свойства токопроводящих жил проводов и кабелей. Чаще всего токопроводящие жилы проводов и кабелей изготавливают из меди и алюминия.

Медь обладает хорошей проводимостью, медленно окисляется, имеет удовлетворительные механические характеристики. Окись меди легко удаляется и незначительно влияет на качество электрического соединения. Однако медь относится к числу дефицитных металлов.

Алюминий дешевле и легче меди, менее дефицитен, имеет удовлетворительную пропускающую способность по току, но уступает меди по проводимости. Однако алюминий обладает серьезными недостатками. Это прежде всего трудности, связанные с монтажом электрического контакта.

При соприкосновении с кислородом воздуха на поверхности алюминиевого проводника быстро образуется твердая и тугоплавкая пленка окиси, обладающая

значительным электрическим сопротивлением и существенно ухудшающая состояние электрического контакта. Чтобы при сварке или пайке расплавить пленку окиси алюминия, надо создать температуру около  $2000^{\circ}\text{C}$ , в то время как температура плавления алюминия всего  $657\text{--}660^{\circ}\text{C}$ . При сварке алюминиевых жил пленку окиси растворяют специальным флюсом, а при пайке ее разрушают механическими способами.

Кроме того, алюминий обладает более низким, чем медь, пределом текучести. Это приводит к тому, что плотно зажатый стальными винтами проводник «вытекает» из-под соединения. Указанное явление может возникнуть при нагревании и последующем остывании соединения, что приводит к ослаблению электрического контакта в результате остаточной деформации жилы.

Большая теплопроводность алюминия способствует нагреванию жилы, прилегающей к месту выполнения пайки или сварки, вследствие чего перегревается изоляция и ухудшаются ее свойства.

При изучении темы необходимо убедиться в том, что учащиеся знакомы с приемо-сдаточными нормами и правилами типовых испытаний электрических контактов. Если они их не знают, мастеру следует рассказать о них.

При приемо-сдаточных испытаниях обычно ограничиваются измерением электрического сопротивления или падения напряжения при прохождении по соединению тока, близкого к номинальному. Иногда по требованию приемщика измеряют также температуру нагрева соединения или же превышение ее над температурой окружающей среды при номинальной нагрузке контактного соединения. Пригодными для эксплуатации контактами признают такие, у которых электрическое сопротивление не превышает более чем на 20% сопротивления целого (подключенного) проводника длиной, равной длине контактного соединения. Для алюминиевых жил сечением до  $6\text{ мм}^2$  в местах присоединения их к выводам электрооборудования нормальной считают величину падения напряжения, равную не более 7 мВ, при прохождении по контактному соединению длительно допустимого тока проводника.

Нагрев контактного соединения считается допустимым, если измеренная температура при длительном прохождении номинального тока не превышает  $90^{\circ}\text{C}$  в установках напряжением ниже 660 В и  $80^{\circ}\text{C}$  в установках напряжением выше 660 В при температуре окружающего воздуха  $35^{\circ}\text{C}$  (для жил проводов и кабелей окружающая температура принимается  $25^{\circ}\text{C}$ ). В контактных соединениях алюминиевых жил сечением до  $6\text{ мм}^2$  температура нагрева не должна быть выше  $65^{\circ}\text{C}$  при прохождении тока, величина которого на 25% выше номинальной. При несоблюдении этих требований контактное соединение подлежит ремонту.

При типовых испытаниях всесторонне проверяют новые конструкции контактных устройств или деталей к ним. Эти испытания обычно проводят при разработке конструкций контактов и освоении их производства.

#### **Типовые испытания содержат:**

– испытания на нагрев в продолжительном режиме при номинальной нагрузке, на термическую устойчивость при прохождении токов короткого замыкания, на старение при кратковременном нагреве;

- механические испытания на растяжение, динамическую устойчивость и вибростойкость (для сварных соединений, кроме того, производят испытания на изгиб);
- испытания на коррозионную стойкость при воздействии внешней среды;
- исследование макроструктуры.

**Задание:**

**Выполнить:**

- присоединение алюминиевых проводов и кабелей к контактными выводам электрооборудования;
- выполнение ответвлений от магистральных проводов с алюминиевыми и медными жилами при помощи специальных зажимов.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Составьте технологическую схему соединения и ответвления жил проводов и кабелей.
3. Выполнить отчет по работе.

**Содержание отчета:**

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненное задание

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие требования предъявляются к электрическим контактам?
2. Какой инструмент используют для разделки кабеля?
3. Назовите основные виды работ для разделки проводов и кабелей.
4. Какие виды соединения проводов вы знаете?
5. Требования к болтовому соединению жил проводов.
6. Какие виды скрутки жил проводов и кабелей вы знаете?
7. При помощи, каких инструментов выполняют оконцевание и соединение жил проводов и кабелей методом опрессовки?
8. Виды контроля качества соединения проводов и кабелей.
9. Перечислите основные виды работ соединения, оконцевания жил проводов и кабелей в технологической последовательности.
10. Какие требования безопасности предъявляют при выполнении соединений жил проводов и кабелей?
11. Перечислите требования к присоединению жил проводов и кабелей к контактными выводам электрооборудования.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### Тема: *Опрессовка однопроволочных алюминиевых жил в гильзах*

#### Краткая характеристика

Соединение, ответвление и оконцевание медных и алюминиевых жил опрессовкой широко распространено в электромонтажной практике. Опрессовка может выполняться способами местного вдавливания, сплошного и комбинированного обжатия. При опрессовке жила провода или кабеля вводится в трубчатую часть наконечника или специальную гильзу и сжимается с помощью матрицы и пуансона. Контактное давление, создаваемое при этом между гильзой и жилой, обеспечивает надежное электрическое соединение. При опрессовке способом местного вдавливания зубьями пуансона в одном или нескольких местах создается большое давление в одном месте и наилучший электрический контакт (рис. 1,а).

При опрессовке сплошным обжатием большое давление, а следовательно, и хороший электрический контакт создаются на всем протяжении обжатия (рис. 1,б).

Комбинированное обжатие (рис. 1, в) позволяет улучшить электрический контакт между жилой и трубчатой частью наконечника или гильзы благодаря тому, что в условиях сплошного обжатия создается дополнительно большое давление в месте вдавливания зуба пуансона.

Надежность контактного соединения во всех случаях достаточно высока, если правильно определена область применения, точно выбраны наконечник или гильза, рабочие инструменты, тщательно подготовлены поверхности и правильно произведена опрессовка.

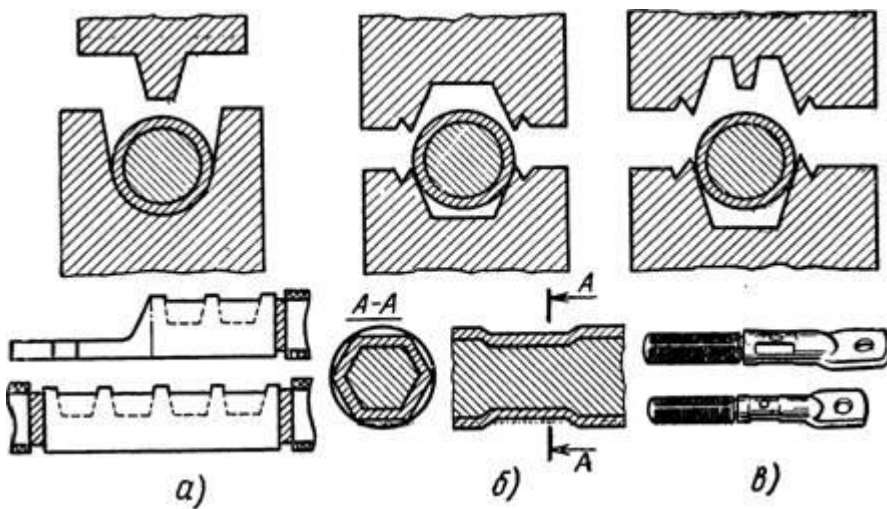


Рис. 1. Способы опрессовки:

а — местным вдавливанием, б, в — сплошным и комбинированным обжатием

Строительные нормы и правила указывают, что для оконцевания алюминиевых жил (сечением от 16 до 240 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ следует применять трубчатые наконечники, для жил сечением 2,5 мм<sup>2</sup> проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ — кольцевые наконечники (пистоны).



Для соединения алюминиевых жил (сечением от 16 до 240 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ рекомендуются гильзы по ГОСТ 9691-68, а для соединения и ответвления жил сечением 10 мм<sup>2</sup> — гильзы ГАО, для соединения медных жил (сечением от 16 до 240 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ — гильзы по ГОСТ 7388—70.

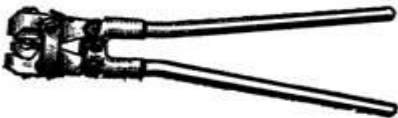
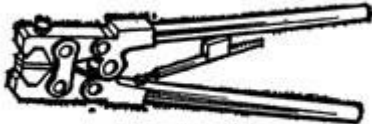


Для оконцевания медных жил (сечением от 0,75 до 240 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ кабелей до 35 кВ надо использовать наконечники по ГОСТ 7386—70, а многопроволочных жил (сечением 1—2,5 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением 2 кВ и кабелей до 1 кВ — наконечники (пистоны) по ГОСТ 9688—76. Допускается применять ответвления жил сечением 2,5 мм<sup>2</sup> проводов напряжением до 2 кВ опрессовкой в фольге гребенчатыми матрицей и пуансоном. Для опрессовки используют



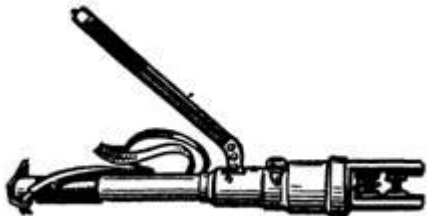
различные инструменты и механизмы, показанные в табл. 1. Учащиеся из курса специальной технологии должны знать, как устроены и эксплуатируются эти механизмы и инструменты. Большую помощь оказывают упражнения, организованные в мастерских. Если нет возможности оснастить мастерские показанными в таблице механизмами и инструментами, в учебном процессе используют те из них, которые применяются на базовых предприятиях. Можно, например, использовать пресс-клещи ПК-1 и ПК-2. Они уже не выпускаются (заменены на ПК-1М и ПК-2М), но еще употребляются при монтаже и в училищах. При выборе способа опрессовки (местным вдавливанием, сплошным или комбинированным обжатием) достаточно освоить приемы выполнения одним из них, так как несмотря на внешние отличия при выполнении опрессовки этими способами большинство операций однотипны. Опрессовка сплошным или комбинированным обжатием требует использования мощных прессов с большим усилием, что иногда удорожает процесс обучения. Для опрессовки местным вдавливанием можно применять всевозможные клещи, которые в большом количестве имеют базовые предприятия и училища. Кроме того, способ местного вдавливания наиболее широко распространен при выполнении электромонтажных работ. Поэтому при изучении учащимися приемов и способов опрессовки жил проводов и кабелей можно отдать предпочтение способу местного вдавливания. По мере оснащения мастерских прессами и инструментами для сплошного или комбинированного обжатия эти способы также используют в учебном процессе. Опрессовке алюминиевых жил посвящены три инструкционные карты, в которых рассмотрено соединение и ответвление жил сечением  $10 \text{ мм}^2$ , оконцевание жил сечением  $16\text{—}240 \text{ мм}^2$  и соединение жил этих же сечений.

Опрессовка медных жил показана на примере оконцевания многопроволочных жил сечением  $1\text{—}2,5 \text{ мм}^2$ , ответвления в фольге гребенчатыми матрицей и пуансоном, оконцевания и соединения жил сечением  $16\text{—}240 \text{ мм}^2$ . При работе с инструментами необходимо соблюдать общие правила техники безопасности, а также правила, приведенные в инструкциях по эксплуатации прессов, клещей и других инструментов.

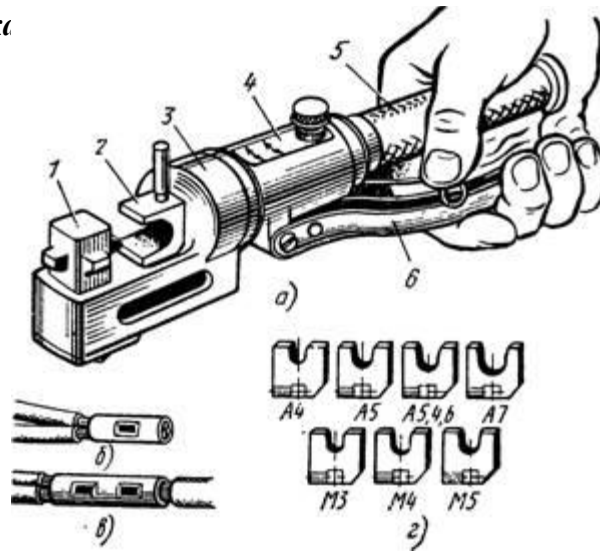
Таблица 1. Механизмы и инструменты для опрессования жил

Наименование механизма и инструмента	Тип	Эскиз	Область применения
Пресс-клещи	ПК-2		Соединение и ответвление алюминиевых жил сечением $2,5\text{—}10 \text{ мм}^2$ в гильзах ГАО Соединение и оконцевание медных жил сечением до $10 \text{ мм}^2$ в гильзах и наконечниках
Пресс-клещи	ПК-2М		Соединение и ответвление алюминиевых жил в гильзах ГАО-4 и ГАО-5 Соединение и оконцевание медных жил сечением $4\text{—}6 \text{ мм}^2$ Оконцевание медных жил сечением $1,5\text{—}2,5 \text{ мм}^2$ в кабельных кольцевых наконечниках П

Пресс-клещи	ПК-1		Соединение и оконцевание жил сечением 16— 50 мм <sup>2</sup>
Пресс-клещи	ПК-1М		Соединение, ответвление и оконцевание алюминиевых жил сечением 16—35 мм <sup>2</sup> в гильзах ГАО-5—ГАО-8, ГА и наконечниках ТА и ТАМ
Гидравлические и монтажные клещи	ГКМ		Соединение, ответвление и оконцевание алюминиевых жил сечением до 15 мм <sup>2</sup> в гильзах ГАО и ГА и наконечниках ТА и ТАМ Соединение и оконцевание медных жил сечением до 10 мм <sup>2</sup> в гильзах ГМ и наконечниках Т, обжатие в кольцевых наконечниках П
Ручной механический пресс	РМП-7		Соединение и оконцевание алюминиевых жил при опрессовке вдавливанием: двузубым для сечений 16—120 мм <sup>2</sup> и однозубым для сечений 16—240 мм <sup>2</sup> Соединение и оконцевание медных жил сечением 16—240 мм <sup>2</sup> при опрессовке однозубым вдавливанием
Наименование механизма и инструмента	Тип	Эскиз	Область применения
Механический пресс	ПМ-7		Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил сечением 16—240 мм <sup>2</sup>

Гидравлический пресс	РГП-7М		Соединение и оконцевание алюминиевых жил при опрессовке вдавливанием: двузубым для сечений 16—120 мм <sup>2</sup> и однозубым для сечений 16—240 мм <sup>2</sup> Соединение и оконцевание медных жил сечением 16—240 мм <sup>2</sup> при опрессовке однозубым вдавливанием
Гидравлический пресс	МИ-2		Соединение и оконцевание алюминиевых жил сечением до 300 мм <sup>2</sup> , медных — до 240 мм <sup>2</sup>
Гидравлический пресс с электроприводом	ПГЭМ		Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил сечением 16—240 мм <sup>2</sup> Опрессование овальных соединений на медных и алюминиевых проводах сечением 16—185 мм <sup>2</sup> и сталеалюминиевых проводах воздушных линий электропередачи сечением 35—185 мм <sup>2</sup>
Пресс гидравлический ручной	ПГР-20М1		Соединение и оконцевание алюминиевых жил изолированных проводов и кабелей сечением 16—240 мм <sup>2</sup> способом комбинированного обжатия и скругления секторных алюминиевых жил сечением 25—240 мм <sup>2</sup>





Пресс-клещи ГKM (а), опрессованное соединение с односторонним (б) и двусторонним (в) заполнением гильзы и матрицы (г): 1 — блок пуансонов, 2 — матрица, 3 — бугель, 4 — корпус, 5 — резервуар для рабочей жидкости, 6 — ручка

**Область применения:** лучший способ для соединения и ответвления алюминиевых жил (сечением  $2,5—10 \text{ мм}^2$ ) проводов напряжением до 1 кВ и кабелей до 1 кВ.

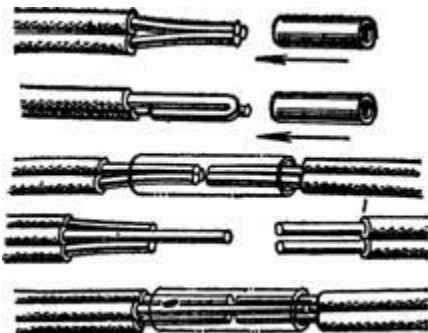
Цели: изучить устройство и правила эксплуатации пресс-клещей ГKM или ПК-1М (ПК-1), ПК-2М (ПК-2); научиться подбирать гильзы с одно- и двусторонним заполнением в зависимости от суммарного сечения соединяемых жил и условий соединения; освоить приемы и способы опрессовки алюминиевых жил сечением  $2,5—10 \text{ мм}^2$  в гильзах ГАО. **Требования.** Лунки от вдавливания должны располагаться на одной линии вдоль оси гильзы, а остаточная толщина в месте вдавливания соответствовать данным, приведенным в таблице в конце карты.

**Инструменты и приспособления:** пресс-клещи ГKM или ПК-1М (ПК-1), ПК-2М (ПК-2), инструмент или приспособление для определения глубины вдавливания, комбинированные плоскогубцы, монтерский нож, стальная щетка из кардоленты, стальной ершик, кусачки, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

**Эскизы и наименование операций**

**Материалы:** наждачная бумага или стеклянная шкурка, изоляционная лента, влагостойкий лак, чистая тряпочка или ветошь, бензин, кварцевазелиновая паста, изолирующие колпачки.

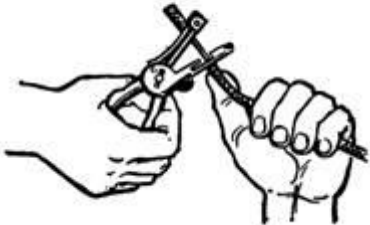
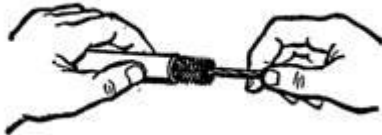


*Инструктивные указания и пояснения*



Задание:

- Определение суммарного сечения жил и выбор гильзы с одно- или двусторонним вводом проводов.
- Выбрать гильзы по таблице. При суммарном сечении рабочих жил меньше номинального внутреннего диаметра гильзы вводят дополнительные жилы, как показано на рисунке

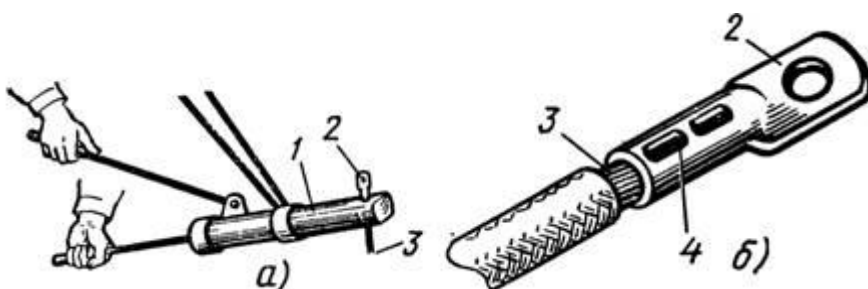
Гильзы ГАО изготавливают с одно- или двусторонним заполнением, на что указывает цифра 1 или 2 в конце обозначения гильзы (например, ГАО-4-1, ГАО-4-2) Гильзы с односторонним заполнением чаще всего используют для соединения жил в ответвительных коробках.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Подбор инструмента для опрессовки и установка его в механизм	Рабочий инструмент выбрать по таблице
	Снять изоляцию с помощью специальных клещей или ножом Зачистить оголенные участки жил наждачной бумагой или стеклянной шкуркой под слоем технического вазелина или кварцевазелиновой пасты Протереть зачищенные жилы и смазать их немедленно чистой кварцевазелиновой пастой
Снятие изоляции с концов жил, зачистка и смазка их	Подготовить необходимое количество отрезков жил длиной чуть больше гильзы для заполнения пустот, зачистить и смазать их кварцевазелиновой пастой
	Зачистить внутреннюю поверхность гильзы до блеска поступательными движениями ершика, смазанного техническим вазелином Протереть гильзу снаружи и изнутри тканью, смоченной бензином
Зачистка внутренней поверхности гильзы	
	После протирки внутренней поверхности гильзы немедленно смазать ее кварцевазелиновой пастой Кварцевазелиновую пасту наносят с помощью чистой, сухой палочки
Смазка внутренней поверхности гильзы	поступательно-круговыми движениями
	Проверить заполнение гильзы жилами. При необходимости дополнительно заполнить гильзу жилами, изогнув нужное их количество, или вставить отрезки жил в гильзу так, чтобы внутри нее не было пустот
Вставка подготовленной жилы в гильзу	

	<p>Одностороннюю гильзу опрессовать одним вдавливанием, а двустороннюю — двумя. При работе пользуются инструкцией по применению пресс-клещей и строго соблюдают правила техники безопасности</p>
Опрессовка гильз	
	<p>Остаточная толщина в месте опрессовки должна соответствовать данным, приведенным в таблице. При недостаточной глубине вдавливания опрессовку следует повторить и убедиться, что матрица и пуансон выбраны правильно</p>
Проверка качества опрессовки	
	<p>Изолировать место опрессовки полиэтиленовым колпачком К-1, К-П при использовании гильз ГАО-4-1 и ГАО-5-1 или липкой изоляционной лентой с перекрытием заводской изоляции жил</p>
Изолировка места опрессовки	

– Выбор гильз ГАО для опрессовки алюминиевых жил сечением 2,5—10 мм

Суммарное сечение жил, мм <sup>2</sup>	Тип гильзы	Маркировка инструмента в зависимости от Применяемого механизма						Остаточная толщина в месте опрессовки, мм (±0,2 мм)
		гкм		ПК-1М		ПК-2М		
		матрица	пуансон	матрица	пуансон	матрица	пуансон	
7,5 15	ГАО-4-1 ГАО-4-2	A4	A4	—	—	A4	A4	3,5
13 26	ГАО-5-1 ГАО-5-2	A5	A5	A5	A5	A5	A5	4,5
20,5 41	ГАО-6-1 ГАО-6-2	Л5,4; 6	A5,4; 6; 7	1 A5,4; A6	1A5,4; 6;	—	—	4,5
30,5 65	ГАО-8-1 ГАО-8-2	—	—	1A8	7; 8	—	—	6,3



Опрессовка наконечника (а) и готовое окончевание (б);

1 — механизм для опрессовки, 2 — алюминиевый или медно-алюминиевый наконечник, 3 — алюминиевая жила, 4 — лунка от вдавливания

### ***Оконцевание алюминиевых жил опрессовкой в трубчатых наконечниках***

Область применения: лучший способ для соединения алюминиевых жил (сечением 16—240 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ трубчатыми алюминиевыми и медно-алюминиевыми наконечниками.

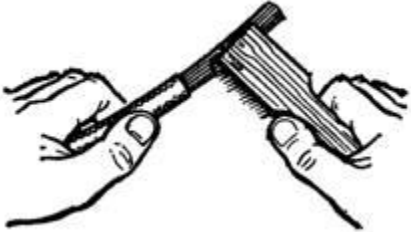
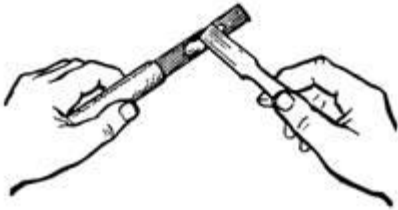


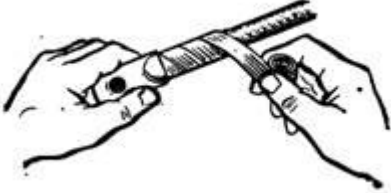
**Цели:** изучить устройство и правила эксплуатации пресс- клещей и механизмов; научиться подбирать наконечники, матрицы и пуансоны в зависимости от сечения и типа жилы; освоить приемы и способы опрессовки алюминиевых жил сечением 16—70 мм<sup>2</sup> алюминиевыми наконечниками.

**Требования.** Лунки от вдавливания должны располагаться соосно и симметрично относительно трубчатой части наконечника.

**Инструменты и приспособления:** гидравлический пресс или пресс- клещи, комбинированные плоскогубцы, монтерский нож, стальная щетка из кардоленты, стальной ершик, инструмент для измерения глубины вдавливания, лопатка для пасты.

**Материалы:** кабельные алюминиевые или медно-алюминиевые наконечники, кварцевазелиновая паста, изоляционная лента, наждачная бумага или стеклянная шкурка, чистая тряпочка или ветошь, влагостойкий лак, бензин.

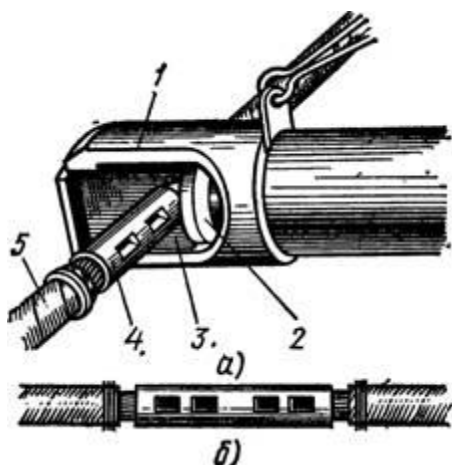
Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
	Подобрать наконечник по таблице, приведенной в конце карты, в зависимости от сечения и типа жилы
Выбор наконечника	
	Зачистить внутреннюю трубчатую часть наконечника до блеска поступательными движениями стального ершика Наконечник снаружи и изнутри протереть тканью, смоченной бензином
Зачистка внутренней поверхности наконечника	
	Смазать внутреннюю поверхность наконечника кварцевазелиновой пастой с помощью палочки
Смазка внутренней поверхности наконечника	
	Снять изоляцию с концов жил на расстоянии, равном длине трубчатой части наконечника, надрезая ее ножом, расположенным наклонно к

Снятие изоляции	оси жилы
	Зачистить оголенную часть жилы до блеска щеткой из кардоленты Протереть зачищенную часть жилы тканью, смоченной бензином
Зачистка концов жил	
	После протирки бензином немедленно смазать зачищенную часть концов жил кварцевазелиновой пастой с помощью специальной лопатки
Смазка подготовленных концов жил	
	Надеть наконечник на подготовленную часть жилы до упора Удалить излишки кварцевазелиновой пасты
Надевание наконечника	
Опрессовка наконечника	Вставить трубчатый наконечник в ложе матрицы и опрессовать его двумя вдавливаниями (при двузубом инструменте в один прием, при однозубом — в два)
	Остаточная толщина в месте опрессовки должна соответствовать величине, приведенной в таблице. Для измерения можно использовать и другой инструмент или приспособление
Проверка качества опрессовки	
	Наложить липкую изоляционную ленту с 50%-ным перекрытием тремя слоями. Каждый слой покрыть влагостойким лаком В лунки от вдавливания рекомендуется укладывать комочки изоляционной ленты, покрытые влагостойким лаком
Изолировка оконцевания	

- Выбор пуансонов и матриц для опрессовки алюминиевых и медно-алюминиевых наконечников

Сечение, мм <sup>2</sup> , и тип алюминиевых жил	Наконечники		Пуансоны	Матрицы	Остаточная толщина в месте опрессовки, мм (+0,3 мм)
	алюминиевые	медно-алюминиевые			
16Н	ТА-5,0	ТАМ-5,4		А5,4	4,5
25Н; 25СО	ТА-7	ТАМ-7	А5,4; 7; 8	А7	6

35Н; 35СО	ТА-8	ТАМ-8		А8	7
50Н; БОСО; 70СО	ТА-9	ТАМ-9	А9	А9	8
70Н; 95СО	ТА-11	ТАМ-11	АН; 12	А11	9
70С	ТА-12 I	ТАМ-12		А12	



### *Соединение алюминиевых жил опрессовкой в гильзах*

Ручной гидропресс (а) и готовое соединение (б):


1 — корпус, 2 — пуансон, 3 — матрица, 4 — гильза, 5 — провод

Область применения: лучший способ для соединения алюминиевых жил (сечением 16—240 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ в гильзах.

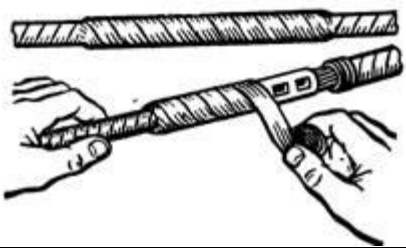
**Цели:** изучить устройство и правила эксплуатации пресс- клещей и механизмов; научиться подбирать гильзы, матрицы и пуансоны в зависимости от сечения и типа жилы; освоить приемы и способы опрессовки алюминиевых жил сечением 16—70 мм<sup>2</sup> в алюминиевых гильзах.

**Требования.** Лунки от вдавливания должны располагаться соосно и симметрично относительно середины гильзы.

**Инструменты и приспособления:** гидравлические клещи или пресс, комбинированные плоскогубцы, инструмент или приспособление для измерения глубины вдавливания, стальная щетка из кардоленты, стальной ершик.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Выбор ГИЛЬЗ	Определить сечение и тип жилы. Выбрать гильзы по таблице, приведенной в конце карты
	Зачистить гильзу до блеска поступательными движениями стального ершика, смазанного техническим вазелином Протереть гильзу снаружи и изнутри тканью, смоченной бензином
Зачистка внутренней поверхности гильзы	

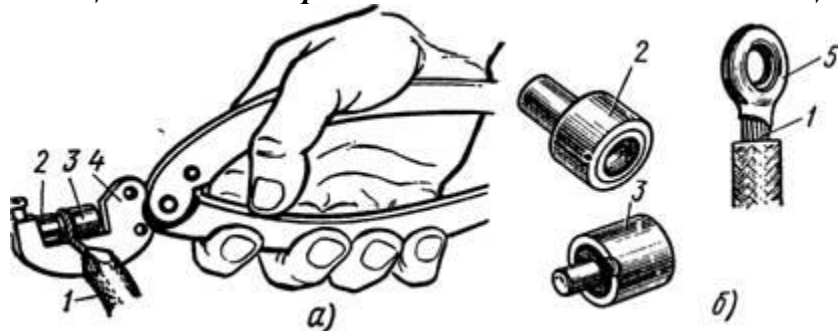
	<p>Смазать поверхность гильзы кварцевазелиновой пастой с помощью палочки поступательно-круговыми движениями</p>
<p>Смазка внутренней поверхности гильзы</p>	
	<p>Снять изоляцию с конца жилы на расстоянии, равном половине длины гильзы (плюс 5—10 мм), надрезая ее ножом, расположенным наклонно к оси жилы</p>
<p>Снятие изоляции</p>	
	<p>Зачистить оголенную часть жил до блеска щеткой из кардоленты, смазанной техническим вазелином. Протереть зачищенную часть жилы тканью, смоченной бензином</p>
<p>Зачистка концов жил</p>	
	<p>Смазать чистой кварцевазелиновой пастой подготовленные концы жил</p>
<p>Смазка подготовленных концов жил</p>	
	<p>Вставить концы жил так, чтобы место их стыка расположилось в центре гильзы</p>
<p>Установка концов жил в гильзу</p>	
	<p>Вставить гильзу в ложе матрицы и произвести опрессовку четырьмя вдавливаниями при однозубом инструменте и двумя вдавливаниями при двузубом инструменте</p>
<p>Опрессовка гильзы</p>	
	<p>Остаточная толщина в месте опрессовки должна соответствовать величинам, приведенным в таблице Измерение остаточной толщины можно производить с помощью других инструментов и приспособлений</p>
<p>Проверка качества опрессовки</p>	

	<p>Наложить липкую изоляционную ленту с 50%-ным перекрытием тремя слоями. Каждый слой покрыть влагостойким лаком</p> <p>В лунки от вдавливания можно уложить комочки изоляционной ленты, покрытые влагостойким лаком</p>
Изолировка соединения	

**Материалы:** алюминиевые гильзы, технический вазелин, кварцевазелиновая паста, влагостойкий лак, изоляционная лента, наждачная бумага или стеклянная шкурка, чистая тряпочка или ветошь, бензин.

Сечение, мм <sup>2</sup> , и тип алюминиевых жил	алюминиевые гильзы	Пуансоны	Матрицы	Остаточная толщина в месте опрессовки, мм (-{0,3 мм})
16Н	ГА-5,4		A5,4	4,5
25Н; 25СО	ГА-7	A5,4; 7; 8	A7	6
35Н; 35СО	ГА-8		A8	7
50Н; 50СО; 70СО	ГА-9	A9	A9	8
70Н; 95СО	ГА-11	АН; 12	АН	9
70С	ГА-12		A12	

#### *Оконцевание многопроволочных жил обжатием в кольцевых наконечниках*



Обжатие кольцевого наконечника (а) и готовое окончевание (б):  
 1 — многопроволочная медная жила, 2 — матрица, 3 — пуансон,  
 4 — клещи, 5 — кольцевой наконечник (пистон)

**Область применения:** лучший способ для оконцевания медных многопроволочных жил (сечением 2,5 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ кольцевыми наконечниками (пистонами).

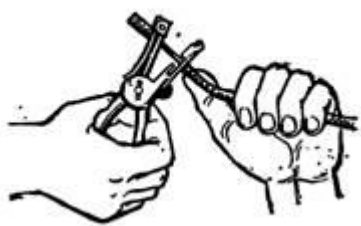
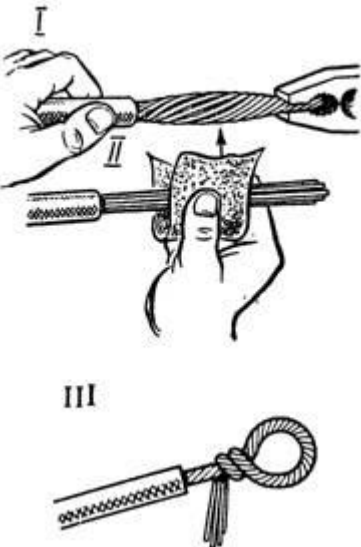

**Цели:** научиться подготавливать концы медных многопроволочных жил для подсоединения; освоить приемы изгибания многопроволочных жил в колечко; уметь пользоваться таблицей для выбора наконечников в зависимости от сечения жил и диаметра контактного винта; овладеть способом оконцевания жил в кольцевых кабельных наконечниках (пистонах).

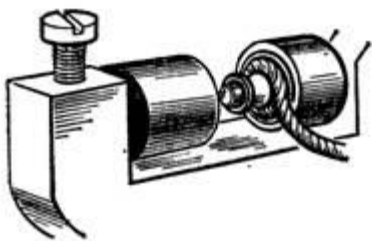


**Требования.** Между кольцевым кабельным наконечником и изогнутой в колечко медной многопроволочной жилой должен быть создан хороший электрический контакт и обеспечена необходимая механическая прочность.

**Инструменты и приспособления:** комбинированные плоскогубцы, монтерский нож, круглогубцы, клещи ПК-2, ПК-2М или ГKM со специальными матрицей и пуансоном, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

**Материалы:** наждачная бумага или стеклянная шкурка, кабельные кольцевые наконечники (пистоны), отрезки проводов и кабелей с медными многопроволочными жилами.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
	Снять изоляцию на расстоянии 25—30 мм от конца жилы с помощью специальных клещей или монтерского ножа. Лезвие ножа должно быть направлено под углом к концу жилы во избежание ее надразания
Снятие изоляции	
	. Ослабить повив проволок токопроводящей жилы с помощью плоскогубцев или пассатижей (/) Зачистить жилу с помощью наждачной бумаги или стеклянной шкурки до блеска (//) Свить зачищенные проволоки жилы в плотный жгут и скрутить конец жилы в колечко (///) по ходу часовой стрелки
Зачистка и скрутка жилы	
Выбор кабельного наконечника	Определить размер наконечника по таблице, приведенной в конце карты, в соответствии с сечением жилы и диаметром контактного винта
	Изогнуть жилу кольцом и надеть на цилиндрическую часть наконечника Надеть наконечник с жилой на стержень пуансона так, чтобы участок жилы между наконечником и изоляцией попал в желобок пуансона
Подготовка жилы и наконечника для опрессовки	



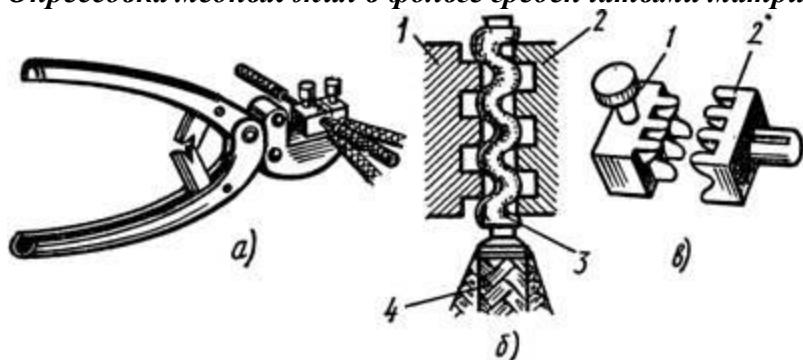
Осуществить опрессовку нажатием на рукоятки клещей до упора торцов матрицы и пуансона Разжать клещи и снять готовое окончание

Опрессовка окончания

### Выбор наконечников (пистонов)

Эскиз	Сечение жил, мм <sup>2</sup>	Тип наконечника	Диаметр контактного винта, мм	Размеры, мм			
				$d$	$d_1$	$d_2$	$H$
	1 и 1,5	П1	3	3,5	5,6	7,5	4,5
			4	4,5	6,6	8,5	
			5	5,5	7,6	9,5	
	2,5	П2	3	3,5	5,1	9,8	5,3
			4	4,5	6,1	10,8	
			5	5,5	7,1	11,8	
			6	6,5	8,1	12,8	

### Опрессовка медных жил в фольге гребенчатыми матрицей и пуансоном



Клещи ПК-2 (а), схема обжатия жил (б) и гребенчатый 'инструмент (в):  
1 — пуансон, 2 — матрица, 3 — фольга, 4 — провод

**Область применения:** удовлетворительный способ для ответвления медных жил (сечением 2,5 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ.


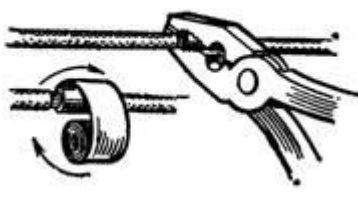
**Цели:** изучить способ соединения и ответвления медных жил обжатием в гребенчатых матрице и пуансоне; научиться подготавливать концы жил для обжатия в медной или латунной ленте.

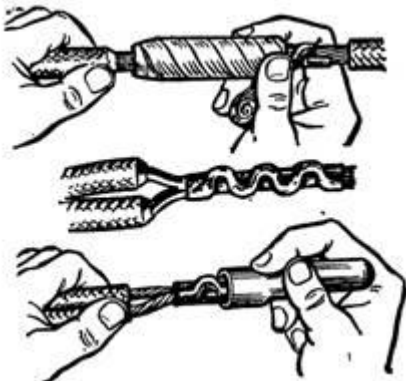
**Требования.** Суммарное сечение жил не должно превышать  $5,5 \text{ мм}^2$ . Место обжатия должно иметь хороший электрический контакт и необходимую механическую прочность. **Инструменты и приспособления:** комбинированные плоскогубцы или пассатижи, клещи МБ-1, КСИ-1 для снятия изоляции, монтерский нож, клещи ПК-2 или ПК-2М с гребенчатой матрицей и пуансоном, масштабная линейка.

**Материалы:** наждачная бумага или стеклянная шкурка, медная или латунная лента шириной 18—20 мм и толщиной 0,2 мм, изоляционная лента, изолирующие колпачки, отрезки проводов с медными жилами.

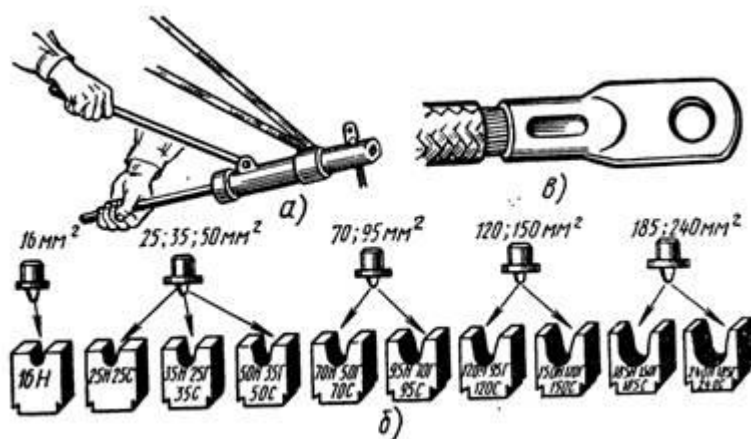
## Эскизы и наименование операций

### Инструктивные указания и пояснения

	<p>Снять изоляцию с концов жил специальными клещами или монтерским ножом на расстоянии, приведенном в таблице. Нож держать наклонно к концу жилы во избежание надрезов ее проволок</p>
<p>Снятие изоляции</p> 	<p>У многопроволочных жил ослабить повив проволок с помощью комбинированных плоскогубцев или пассатижей (I) Зачистить жилы до металлического блеска с помощью наждачной бумаги или стеклянной шкурки (II) Уложить жилы пучком (III) или внахлестку (IV)</p>
<p>Зачистка и укладка жил</p> 	<p>Обернуть место соединения медной или латунной лентой вручную двумя-тремя слоями. Ленту выбирают шириной 18—20 мм и толщиной 0,2 мм. Затянуть ленту универсальными плоскогубцами, пассатижами или с помощью специальных обжимов, расположенных между рукоятками клещей ПК-2</p>
<p>Обертывание соединения фольгой</p> 	<p>Обжать место соединения, нажав на рукоятки клещей до упора торцов гребенчатых пуансона и матрицы. Для качественного соединения обычно достаточно одного обжатия клещей</p>

Обжатие соединения	
Проверка качества обжатия	В месте соединения не должно быть трещин фольги. Соединение должно быть плотным, компактным
	Заизолировать место соединения намоткой двух-трех слоев липкой изоляционной ленты с 50%-ным перекрытием. Место соединения можно заизолировать с помощью специальных колпачков, размеры которых зависят от величины соединения
Изолировка соединения	

### Оконцевание медных жил наконечниками



Рабочий механизм (а), матрицы и пуансоны (б) и опрессованное окончание (в)

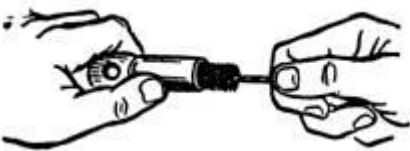

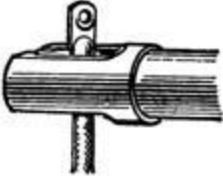
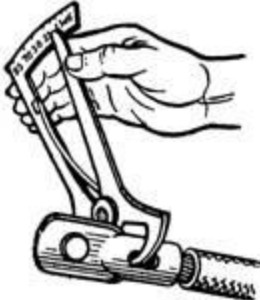
**Область применения:** лучший способ для оконцевания наконечниками медных жил (сечением 0,75—240 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ.

**Цели:** изучить способ напрессовки медных наконечников для подсоединения жил к винтовым (болтовым) зажимам; научиться выбирать и подготавливать наконечники для напрессовки; научиться подготавливать жилы для оконцевания; освоить правила эксплуатации прессы.

**Требования.** Опрессовка должна производиться только одним вдавливанием.

**Инструменты и приспособления:** пресс или клещи, матрицы и пуансоны, стальная щетка из кардоленты, стальной ершик, инструмент для замера глубины вдавливания, комбинированные плоскогубцы, пассатижи, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

**Материалы:** кабельные медные наконечники, липкая изоляционная лента, влагостойкий лак, наждачная бумага или стеклянная шкурка.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Выбор наконечника	Выбрать наконечник, пользуясь таблицей, приведенной в конце карты, в зависимости от типа и сечения жил
	Подготовить инструменты Зачистить внутреннюю поверхность цилиндрической части наконечника стальным ершиком
Подготовка наконечника	
	Снять изоляцию с конца жилы на расстоянии, равном длине цилиндрической части наконечника Зачистить оголенную часть жилы до металлического блеска щеткой из кардоленты Придать круглую форму секторным жилам
Подготовка конца жилы	
	Уплотнить повив проволок у многопроволочной жилы с помощью пассатижей Установить наконечник на подготовленный конец жилы до упора в ее торец
Установка наконечника	
	Установить матрицу и пуансон в механизм Вставить трубчатую часть наконечника в ложе матрицы так, чтобы торец цилиндрической части наконечника расположился заподлицо с матрицей Опрессовать наконечник одним вдавливанием
Опрессовка оконцевания	
	Остаточная толщина в месте опрессовки должна соответствовать данным, приведенным в таблице. Остаточную толщину можно измерять и с помощью других инструментов и приспособлений
Проверка качества опрессовки	



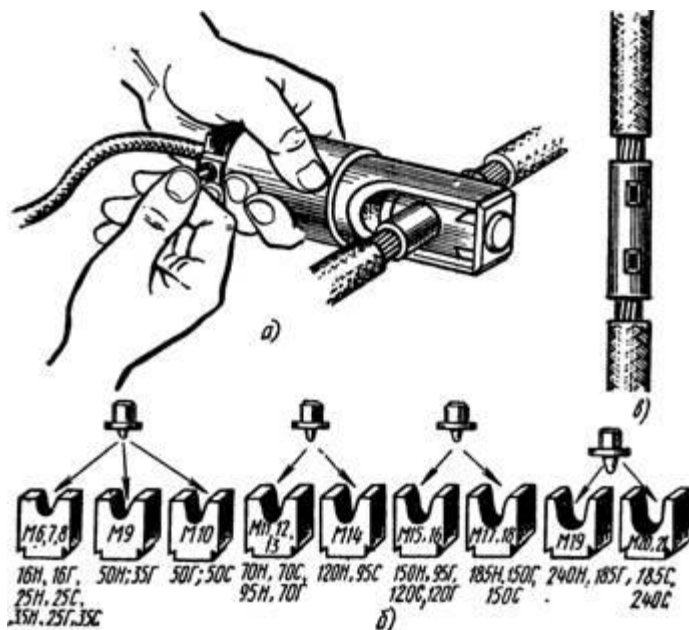
Наложить липкую изоляционную ленту с 50%-ным перекрытием тремя слоями. Каждый слой покрыть влагостойким лаком. Нельзя допускать попадания лака и изоляционной ленты на контактную часть наконечника

Изолировка

Выбор пуансонов и матриц для опрессовки наконечников

Сечение, мм <sup>2</sup> , и тип жилы	Тип наконечника	Маркировка инструмента		Остаточная толщина в месте опрессовки, мм (±2 мм)
		пуансона	матрицы	
4Н; 4Г; 40Г; 6Н	T-3	МЗ; 4	МЗ	2,5
6Г; 60Г; 10Н	T-4		М4	3
10Г; 10СГ; 10ПС	T-5	М5	М5	5
16Н; 16Г; 160Г; 10ПС	T-6	М6; 7; 8; 9; 10	М6; 7; 8	4,5
25Н; 25С	T-7			
251; 250Г; 25ПС; 35Н; 1 Т-8 35С	T-8			
Сечение, мм <sup>2</sup> , и тип жилы	Тип наконечника	Маркировка пуансона	инструмента матрицы	Остаточная толщина в месте опрессовки, мм (+2 мм)
35Г; 35ПС; БОН	T-9	М6; 7; 8; 9; 10	М9	6,1
50Г; 50С	T-10	М6; 7; 8; 9; 10	М10	7
50ПС; 70Н	T-11			
70С	T-12	М11; 12; 13	М14	8,2
70Г; 70ПС; 95Н	T-13			

Соединение медных жил сечением 16–240 мм<sup>2</sup> опрессовкой



Рабочая головка механизма (а), матрицы и пуансоны (б) и опрессованное соединение (в)


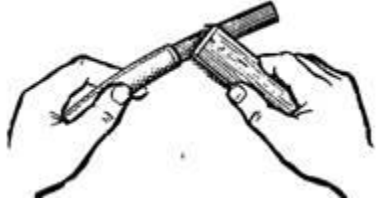
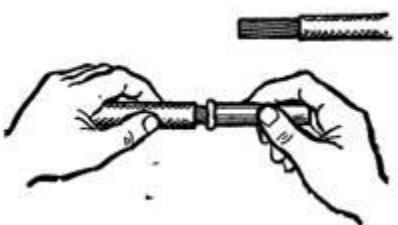
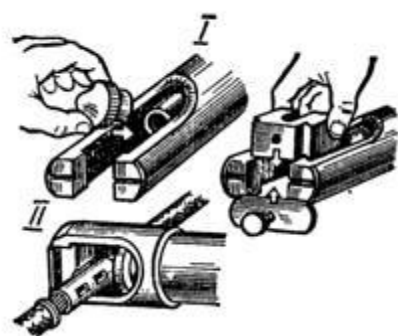
**Область применения:** лучший способ для соединения медных жил (сечением 16—240 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

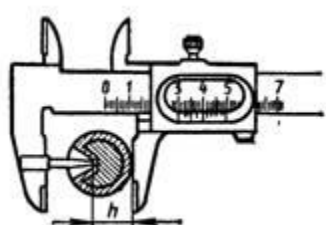

**Цели:** изучить способ соединения медных жил в медных гильзах; научиться выбирать и подготавливать для опрессовки гильзы; научиться подготавливать жилы для соединения; освоить правила эксплуатации пресса.

**Требования.** Опрессовку необходимо производить только одним вдавливанием со стороны каждой жилы. Лунки от вдавливания должны располагаться соосно и симметрично.

**Инструменты и приспособления:** пресс или клещи, матрицы и пуансоны, стальная щетка из кардоленты, стальной ершик, инструменты для замера глубины вдавливания, комбинированные плоскогубцы, пассатижи.

**Материалы:** медные гильзы, липкая изоляционная лента, влагостойкий лак, наждачная бумага или стеклянная шкурка.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Выбор ГИЛЬЗЫ	Выбрать соединительную гильзу в зависимости от типа и сечения соединяемых жил с помощью таблицы, приведенной в конце карты
	Зачистить внутреннюю поверхность гильзы до металлического блеска стальным ершиком, смазанным кварцевазелиновой пастой Протереть сухой тряпочкой Смазать чистой кварцевазелиновой пастой
Подготовка гильзы	
	Снять изоляцию с концов жил сечением, мм <sup>2</sup> : 4—16 на длине 15 мм; 25—35 на длине 20 мм; 35—70 на длине 25 мм; 70—95 на длине 27 мм; 95—185 на длине 34 мм; 185—240 на длине 35 мм; 240—300 на длине 38 мм Зачистить жилу с помощью стальной щетки
Подготовка концов жил	
	Ввести жилы в гильзу с таким расчетом, чтобы место стыка жил располагалось в ее центре, а между изоляцией и гильзой был зазор
Установка гильзы	
	Подобрать по таблице матрицу и пуансон и установить в пресс (/) Вставить гильзу с жилами в ложе матрицы (//) и двумя вдавливаниями опрессовать (по одному вдавливанию на каждый конец жилы) Производить опрессовку можно и с помощью ручных механических клещей (см. табл. 1)

Опрессовка соединения	
	Остаточная толщина в месте опрессовки должна соответствовать данным, приведенным в таблице Остаточную толщину можно измерять и с помощью других инструментов и приспособлений
Проверка качества опрессовки	
	Наложить липкую изоляционную ленту с 50%-ным перекрытием тремя слоями. Каждый верхний слой покрыть влагостойким лаком
Изолировка	

### **Выбор пуансонов и матриц для опрессовки медных гильз**

Сечение, мм <sup>2</sup> , и тип жилы	Тип соединительной гильзы	Маркировка инструмента		Остаточная толщина в месте опрессовки, мм (±2 мм)
		пуансона	матрицы	
4Н; 4Г; 40Г; 6Н	ГМ-3	М3; 4	М3	2,5
6Г; 60Г; 10Н	ГМ-4		М4	3
10Г; 10СГ; 10ПС	ГМ-5	М5	М5	5
16Н; 16Г; 160Г; 16ПС	ГМ-6	М6; 7; 8; 9; 10	М6; 7; 8	4,5
25Н; 25С	ГМ-7			
25Г; 250Г; 25ПС; 35Н; 35С	ГМ-8			
35Г; 35ПС; 50Н	ГМ-9	М6; 7; 8; 9; 10	М9	6,1
50Г; 50,С	ГМ-10	М6; 7; 8; 9; 10	М10	7
50ПС; 70Н	ГМ-11	М11; 12; 13	М14	8,2
70С	ГМ-12			
70Г; 70ПС; 95Н	ГМ-13			

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Ознакомиться с теоретическим материалом
3. Выполнить технологическую карту

### **Содержание отчета:**

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная работа
5. Ответы на вопросы

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. К каким способам относится метод опрессовки?
2. Для каких проводов и кабелей можно применять метод опрессовки?
3. Кто может выполнять метод опрессовки?
4. Преимущества и недостатки данного метода



## Практическая работа

### Тема: Пайка алюминиевых и медных жил

#### Краткая характеристика

Пайку алюминиевых жил выполняют с помощью специального припоя, температура плавления которого ниже, чем у алюминия. Пленку окиси удаляют механическим способом непосредственно во время пайки, натирая место пайки палочкой припоя или специальной кисточкой. В табл. 2 приведены состав и температура плавления припоев для пайки алюминия. Характеристики этих припоев различны. Так, припой ЦА-15 отличается высокой механической прочностью и устойчивостью против коррозии, поэтому не приходится принимать специальных мер защиты места пайки от коррозии. Основной недостаток этого припоя — высокая температура плавления, что ограничивает его применение в электро-монтажной практике из-за опасности перегрева изоляции жил во время пайки.

Марка припоя	Температура плавления, °С	Состав припоя, %			
		цинк	олово	медь	алюминий
А	400—425	58—58,5	40	2-1,5	—
ЦО-12 Мосэнергo	500—550	88	12	—	—
ЦА-15	550—600	85	—	—	15

Припой ЦО-12 имеет более низкую температуру плавления, но не обладает достаточной противокоррозионной стойкостью. Его применяют

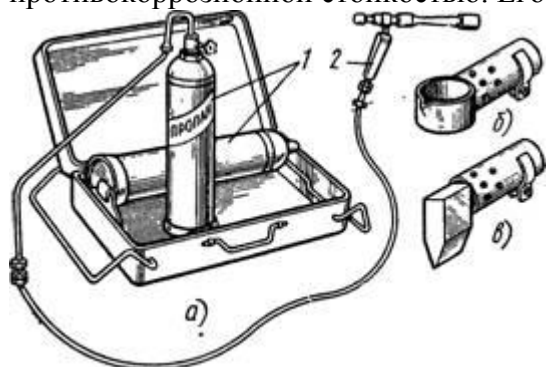


Рис. 1. Набор инструментов для пайки жил проводов и кабелей: а — общий вид, б — ванночка, в — паяльник; 1 — баллоны с газом (пропан-бутан), 2 — горелка для пайки алюминиевых жил кабелей внутри муфт, герметическая заделка которых исключает попадание к месту пайки влаги и воздуха.

Припой А имеет невысокую температуру плавления и лучше, чем припой ЦО-12, сопротивляется воздействию коррозии. Однако места пайки припоем А должны быть покрыты влагостойким лаком и тщательно изолированы.

При пайке алюминиевых жил в качестве источников тепла обычно применяют специальный набор инструментов с баллонами, заполненными пропан-бутаном (рис. 1), или паяльную бензиновую лампу емкостью 0,5-1 л.

При пайке надо соблюдать основные правила безопасности труда.

1. Производить пайку в брезентовых рукавицах и защитных очках.

2. При работе с паяльными лампами необходимо:

заправлять лампу только тем горючим, на которое она рассчитана; наливать в резервуар лампы бензин не более чем на 3/4 его емкости; закручивать пробку наливного отверстия до отказа; вблизи огня ни в коем случае не наливать и не выливать горючее и не разбирать лампу;

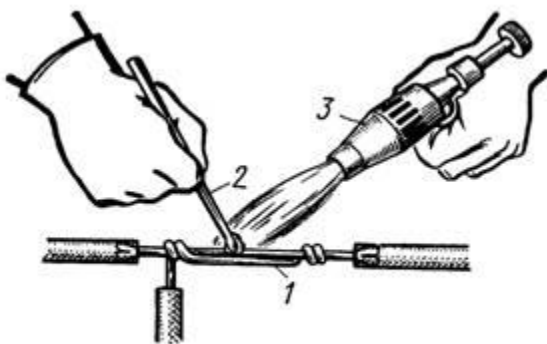
не разжигать паяльную лампу поджиганием струи бензина, вытекающей через горелку;  
не накачивать чрезмерно паяльную лампу во избежание взрыва; выпускать воздух из резервуара лампы через пробку наливного отверстия только после того, как лампа погашена и ее горелка остыла;

при обнаружении неисправностей (неплотность резервуара, течь газа через резьбу горелки) немедленно погасить лампу и сдать ее в ремонт.

1. Разборку форм по окончании пайки производить только после их охлаждения.
2. При работах с пропан-бутановыми горелками учащиеся должны тщательно изучить и освоить безопасные приемы и способы работы, пользуясь специальными инструкциями.

### ***Соединение однопроволочных алюминиевых жил пайкой двойной скрутки с желобом***

1 — двойная скрутка, 2 — палочка припоя, 3 — пропан-бутановая горелка



**Область применения:** удовлетворительный способ для соединения алюминиевых жил (сечением 2,5—10 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.

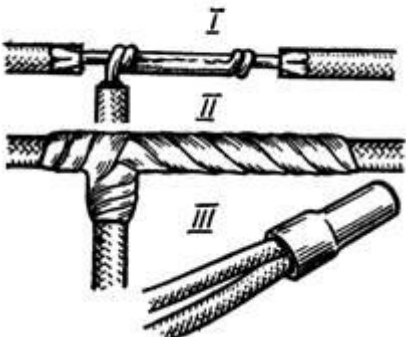
**Цели:** изучить приемы и способы соединения жил проводов и кабелей в ответвительных коробках, при открытой прокладке и ответвлений; научиться применять пропан-бутановые горелки и бензиновые лампы для пайки алюминиевых жил мелких сечений; научиться пользоваться справочной таблицей для определения расхода материала, горючего и режима пайки.

**Требования.** Пайка должна быть гладкой, без пор, загрязнений, наплывов, острых выпуклостей припоя, инородных вкраплений.

**Инструменты и приспособления:** набор инструментов с пропан-бутановой горелкой, бензиновая паяльная лампа емкостью 0,5—1 л, стальная щетка из кардоленты, монтерский нож, комбинированные плоскогубцы, кусачки, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

**Материалы:** припой марки А, липкая изоляционная лента, влагостойкий, лак, изоляционный колпачок, бензин, ответвительные коробки, отрезки проводов и кабелей с алюминиевыми жилами мелких сечений, стеклянная шкурка или наждачная бумага.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Определить на концах проводов участки для удаления изоляции, позволяющие выполнить на оголенных жилах двойную скрутку с желобом</p> <p>Отмерить на проводе ответвления расстояние, необходимое для образования желоба заданной длины, и дополнительное расстояние для 4—6 витков жилы плюс 8—10 мм</p> <p>Снять изоляцию с конца провода на отмеренном участке с помощью клещей КСИ, а на жиле ответвления ножом, лезвие которого должно быть расположено под углом к жиле во избежание ее надразания</p> <p>Зачистить жилы до металлического блеска щеткой из кардоленты, стеклянной шкуркой или наждачной бумагой</p> <p>Скрутить жилы: выходящие из ответвительной коробки (I) с размером желоба 20—30 мм; для соединения жил сечением до 4 мм<sup>2</sup> с размером желоба 20 мм и сечением более 4 мм<sup>2</sup> с размером желоба 30 мм (//); для ответвления жил сечением до 4 мм<sup>2</sup> с размером желоба 25 мм и сечением 4—10 мм<sup>2</sup> с размером желоба 30 мм (III)</p>
	<p>Для скрутки жил проводов, выходящих из коробки, их укладывают параллельно друг другу, удерживают одними плоскогубцами у начала скрутки, а другими плоскогубцами навивают 2—3 витка (IV). Операцию повторяют и на конце скрутки. Ответвление и соединение выполняют в последовательности, показанной на эскизе (F).</p> <p>После скрутки жилы в месте желоба должны быть ровными и плотно прижатыми друг к другу</p>
Скрутка жил	
	<p>Нагревать скрутку жил проводов пламенем пропан-бутановой горелки или бензиновой паяльной лампы до начала плавления припоя</p> <p>Ввести палочку припоя в пламя и тереть ею желоб до полного облуживания и заполнения припоем (при трении пленка окиси сдвигается, желоб начинает облуживаться и покрываться припоем)</p> <p>Перевернуть желоб на 180° и повторить операцию его заполнения припоем</p> <p>Расход материалов и затраты времени на одно соединение пайкой даны в таблице, приведенной в конце карты</p>
Пайка скрутки	

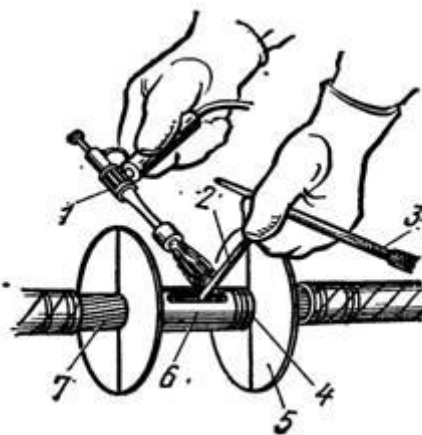
	<p>Убедиться, что желоб равномерно с обеих сторон заполнен припоем (/)</p> <p>Покрывать место соединения (ответвления) влагостойким лаком с помощью волосяной кисточки Наложить на место пайки 2—3 слоя липкой изоляционной ленты с перекрытием каждого витка и прокрасить сверху влагостойким лаком (/)</p> <p>Можно надеть вместо изоляционной ленты на подготовленное соединение изоляционный колпачок (III)</p>
Изолировка места пайки	

Расход материалов и затрата времени на одно соединение однопроволочных проводов пайкой

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Расход, г		Продолжительность пайки, 0
	припоя А	бензина	
2,5-4	1	5,5	25
6	1,5	7	30
10	2	11	55

### *Соединение многопроволочных алюминиевых жил непосредственным сплавлением припоя*

1 — пропан-бутановая горелка, 2 — палочка припоя, 3 — стальная кисточка, 4 — подмотка из шнуrowого асбеста, 5 — защитный экран, 6 — форма, 7 — жила



**Область применения:** удовлетворительный способ для соединения и ответвления алюминиевых жил (сечением 16—150 мм<sup>2</sup>) проводов на напряжение до 2 кВ и кабелей до 35 кВ с резиновой, бумажной и пластмассовой изоляцией.




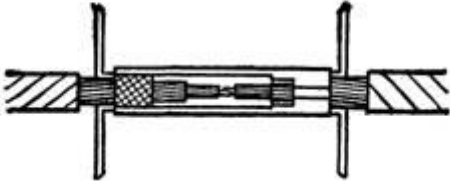
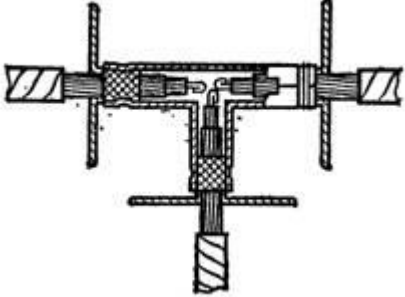
**Цели:** изучить приемы и способы выполнения соединений и ответвлений алюминиевых жил непосредственным сплавлением припоя; научиться выполнять ступенчатую разделку многопроволочных жил и подготавливать их к пайке; закрепить навыки выполнения разметки, резания и изгибания листового металла при изготовлении формы для пайки; освоить приемы лужения и пайки алюминиевых многопроволочных жил; научиться работать с пропан-бутановыми горелками и бензиновыми лампами для пайки алюминиевых жил крупных сечений.


**Требования.** Пайка должна быть чистой, без пор, загрязнений, наплывов, острых выпуклостей припоя, инородных вкраплений.

**Инструменты и приспособления:** набор инструментов с пропан-бутановой горелкой, бензиновая лампа емкостью 0,5—1 л, стальная щетка из кардоленты, стальная и волосяная кисточки, монтерский нож, экраны для предохранения жил от действия пламени, стальной щуп (крючок) с деревянной ручкой, кусачки-бокореzy, ножовка по металлу, комбинированные плоскогубцы, пассатижи.

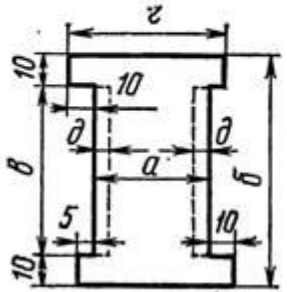
**Материалы:** припой А, шнуровой асбест, бензин, наждачная бумага или стеклянная шкурка, кровельная сталь, липкая изоляционная лента, влагостойкий лак.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Снять с концов жил изоляцию на длине, мм: 50 — для жил сечением 16—35 мм<sup>2</sup>, 60 — сечением 50—96 мм<sup>2</sup>, 70 — сечением 120—150 мм<sup>2</sup> (на бумажную изоляцию жил кабеля предварительно наложить бандаж из ниток у места ее обреза)</p> <p>Ослабить на конце жил повив проволоки пассатижами и удалить маслоканифольный пропиточный состав (для жил кабеля с бумажной изоляцией) тканью, смоченной в бензине. Придать секторным жилам круглую форму пассатижами.</p> <p>Срезать повивы проволоки ступенями с помощью бокорезов с конца жилы.</p>
Подготовка концов многопроволочных жил	<p>Количество ступеней зависит от сечения жил: при 16—35 мм<sup>2</sup> — одна ступень (/); при 50—95 мм<sup>2</sup> — две ступени (//); при 120—150 мм<sup>2</sup> — три ступени (///).</p>
	<p>Обмотать края изоляции жилы асбестовым шнуром.</p> <p>Подогреть жилы пламенем горелки до температуры начала плавления припоя.</p> <p>Нанести припой на всю ступенчатую поверхность повивов проволоки и их торцы (/).</p> <p>Тщательно зачистить стальной кисточкой разделанный конец жилы, сцарапывая окисную пленку алюминия под слоем припоя (//).</p> <p>Равномерно распределив припой по поверхности и торцам жилы, прекратить нагрев жил.</p> <p>Проверить качество лужения поверхности проволоки жил и их торцов.</p> <p>Поверхности разделки жилы должны быть облужены полностью.</p>
Лужение концов жил	

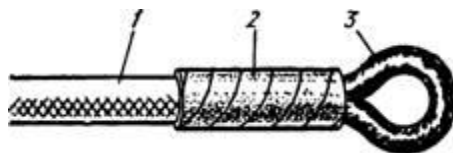
	<p>Для соединения жил применяют специальные съемные формы, которые подбирают в зависимости от сечения жил. При соединении алюминиевых жил с медными используют переходные стальные съемные формы (I). Для соединения жил формы можно также изготавливать из кровельной стали (II). В таблице, приведенной в конце карты, дан эскиз и основные - размеры таких форм для жил сечением до 70 мм<sup>2</sup></p>	
<p>Подбор формы для соединения</p>	<p>Съемные ответвительные формы выпускают трех размеров') для жил сечением 16—25, 35—50 и 70—95 мм<sup>2</sup>]( подбирая по специальным таблицам</p>	
		
<p>Подбор формы для ответвления</p>	<p>Подмотать асбестовый шнур на оголенную часть жилы у предполагаемого края формы для предотвращения вытекания припоя во время пайки</p>	
		
<p>Подмотка асбестового шнура</p>	<p>Уложить жилы в форму так, чтобы при соединении проволоки в центре жил зашли друг за друга (при ответвлении концы проволок следует загнуть) Закрепить формы специальными зажимами или проволокой. Форму из кровельной стали закрепляют на жилах обжатием с помощью плоскогубцев или пассатижей</p>	
		
<p>Установка формы для соединения</p>	<p>Надеть на жилы закрытые экраны для предохранения изоляции жил от действия пламени Установить при больших сечениях жил охладители</p>	
		
<p>Установка формы для ответвления</p>	<p>Прогреть форму пламенем горелки, начиная со дна средней части и далее по всей поверхности средней части до начала плавления припоя. Одновременно в пламя ввести пруток припоя и расплавлять его до полного заполнения формы. Перемешать расплавленный припой специальным крючком для удаления шлаков. Леко постукивать по форме для уплотнения припоя</p>	
<p>Пропаивание жилы</p>		

	Дать форме и соединению полностью остыть Снять экраны, форму и удалить асбестовый шнур Опилить шероховатости и неровности соединения напильником Покрывать место соединения влагостойким лаком и изолировать его
Обработка места спайки	

### Выбор форм

Эскиз	Сечение жил, мм <sup>2</sup>	Размеры форм, мм				
		а	б	в	г	д
	10	30	60	40	45	3
	16	33	60	40	48	3
	25	39	60	40	54	3
	35	41	60	40	56	3
	50	47	80	60	62	5
	70	52	80	60	67	5

### Оформление концов многопроволочных медных жил в кольцо с последующей пропайкой



1 — жила, 2 — изоляция, 3 — кольцо Область применения: лучший способ для оконцевания медных многопроволочных жил (сечением до 2,5 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ.

**Цели:** научиться подготавливать для скрутки и скручивать многопроволочные медные жилы в кольцо; освоить приемы пайки медных жил погружением в расплавленный припой и с помощью паяльника.

**Требования.** Пропаенное кольцо должно быть равномерно покрыто припоем. Проволоки повива должны полностью входить в монолитную часть кольца, а его диаметр соответствовать диаметру винтового зажима.

**Инструменты и приспособления:** монтерский нож, комбинированные плоскогубцы, кусачки, металлическая мерительная линейка, пропан-бутановая горелка с насадками для пайки, бензиновая паяльная лампа емкостью 0,5—1 л, паяльник, круглогубцы, клещи КСИ, КУ-1.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
--------------------------------	------------------------------------

	<p>Отмерить на конце провода расстояние, необходимое для изгибания кольца под заданный диаметр винтового зажима плюс расстояние для образования 2—3 витков вокруг жилы</p> <p>Снять изоляцию на отмеренном расстоянии с помощью специальных клещей или монтерского ножа</p>
Снятие изоляции	
	<p>Ослабить повив проволок жилы с помощью плоскогубцев или пассатижей (/)</p> <p>Зачистить проволоки жилы стеклянной шкуркой или наждачной бумагой до металлического блеска (")</p> <p>Уплотнить повив проволок жилы, оставив ослабленным только участок для навива на жилу после изгибания кольца</p>
Подготовка конца жилы	
Оформление кольца	<p>Изогнуть конец жилы в кольцо круглогубцами и сделать 2—3 витка вокруг жилы, уплотнив их навив с помощью плоскогубцев или пассатижей. Лишние проволоки откусить кусачками</p>
	<p>Покрывать кольцо раствором канифоли в спирте</p> <p>Погрузить кольцо в расплавленный припой на 1—2 с или пропаять с помощью паяльника — насадки к пропан-бутановой горелке или другим способом</p>
Пайка	
Изолировка	<p>Изолировать окончание липкой лентой с перекрытием каждого витка от заводской изоляции жилы до кольца</p>

Материалы: припой ПОС-30, канифоль или паяльный жир, липкая изоляционная лента, наждачная бумага или стеклянная шкурка, отрезки изолированных проводов.

### ПАЙКА МЕДНЫХ ЖИЛ

#### Краткая характеристика

Для пайки медных жил используют припой ПОС-30, а также другие оловянисто-свинцовые припои. Состав этих припаев и температура их плавления приведены в табл. 3.

Таблица 3. Оловянисто-свинцовые припои для пайки медных жил

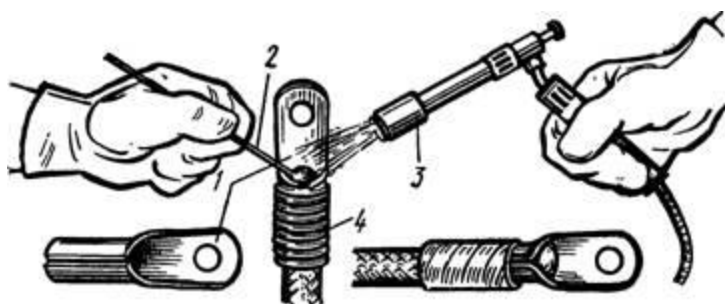


Марка	Масса составных частей*, %					Температура плавления, °С
	олово	сурьма	примеси, не более медь . висмут мышьяк			
ПОС-61	59—61	1	0,8	0,1	0,05	225
ПОС-50	49—50	1,0-1,2	0,1	0,1	0,05	230
ПОС-40	39—40	1,5—2	0,1	0,1	0,05	235
ПОС-30	29—30.	1,5—2	0,15	0,1	0,05	245

\* Остальная масса — свинец.

В качестве флюса применяют канифоль, стеарин или паяльную мазь (паяльный жир).

Для пайки медных жил малых сечений используют трубки припоя, заполненные канифолью, или раствор канифоли в спирте, который перед пайкой наносят на место соединения. Раствор приготавливают ел\* дующим образом. В стеклянную посуду наливают спирт ректификат и насыпают в нее равное по массе количество мелко истолченной канифоли. Пайку жил сечением до 10 мм<sup>2</sup> выполняют обычно паяльником, а сечением 16—240 мм<sup>2</sup> — паяльной лампой или пропан-бутановой горелкой с насадкой.





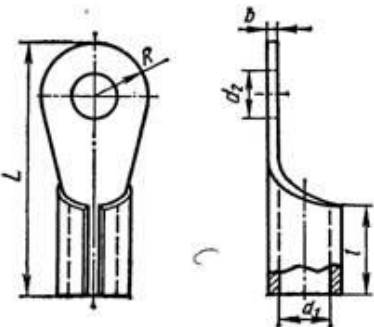
1 — наконечник серии П, 2 — припой, 3 — газоздушная горелка ГПВМ-01, 4—асбестовый шнур

#### *Оконцевание медных жил проводов и кабелей пайкой с помощью наконечников*

**Область применения:** лучший способ для оконцевания медных жил (сечением 1,5—240 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 10 кВ.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
	Подобрать наконечник по сечению жил с помощью таблицы. Зачистить внутреннюю поверхность цилиндрической части наконечника до металлического блеска
Подготовка наконечника	
	Снять изоляцию с конца жилы на расстоянии, равном длине гильзы наконечника плюс 10 мм. Если жила кабеля секторная, обжать ее пассатижами, придав ей круглую форму Удалить с конца жилы пропиточный кабельный состав, протерев его тканью, смоченной бензином. Смазать конец жилы флюсом или паяльным жиром и облудить
Подготовка конца жилы	

	<p>Надеть наконечник на конец жилы. Намотать 2—3 слоя асбеста на промежуток между краем изоляции жилы и торцом цилиндрической части наконечника во избежание вытекания припоя</p> <p>Прогреть наконечник пламенем пропан-бутановой горелки или паяльной лампы до температуры плавления припоя и наплавить в гильзу наконечника припой, при этом надо следить за тем, чтобы припой заполнял пространство между проволоками</p> <p>Разгладить подтеки припоя по поверхности наконечника тканью</p>
<p>Пайка наконечника</p>	
	<p>Дать остыть окончеванию Снять подмотку асбеста и изолировать окончевание 2—3 слоями липкой изоляционной ленты с перекрытием каждого витка. Изоляционная лента не должна переходить на контактную часть наконечника</p>
<p>Изолировка</p>	

Эскиз	Тип жилы и сечение, мм <sup>2</sup>	Типоразмер наконечника	Размеры, мм						
			$d_1$	$d_2$	$L$	$R$	$l$	$b$	
	1,5Г; 2,5Н; 2,5Г	П2-5	2	5,5	26	6	10	1	
	4Н; 4Г	П3-4	3	4,5	23	5	8	1	
	6Н; 6Г	П4-4	4	4,5	25	5	10	1	
	10Н; } 10Г	П5-5	5	5,5	30	6	12	1	
	16Н; } 16Г	П6-6	6	6,5	35	7	13	1,5	
	25Н; } 25С; 25Г	П8-6	8	6,5	43	9	15	2	
	35Н; } 35С; 35Г	П9-8	9	8,5	49	10	18	2	
	50Н; } 50С; 50Г	П10-8	10	8,5	54	11	20	2,5	
	70Н; } 70С; 70Г	П13-10	13	10,5	70	15	23	3	

#### Цели:

изучить способ оконцевания медных жил с помощью наконечников; научиться выбирать типоразмер наконечника в зависимости от типа и сечения жилы, пользуясь таблицей, приведенной в конце карты; освоить приемы подготовки жил и напайки наконечников.

**Требования.** Наконечник необходимо подбирать с учетом диаметра болта (винта). Зазоры между проволоками жилы и торцы должны быть заполнены припоем без подтеков и наплывов.

**Инструменты и приспособления:** монтерский нож, кусачки, комбинированные плоскогубцы, пассатижи, металлическая мерительная линейка, металлическая щетка из кардоленты, волосяная кисточка, стальной ершик, ножовка по металлу, пропан-бутановая горелка, бензиновая лампа емкостью 0,5-1 л, клещи для снятия изоляции КСИ-1, МБ-1.

**Материалы:** припой в палочках, канифоль или паяльный жир, бензин, асбестовый шнур, липкая изоляционная лента, наконечники серии П, влагостойкий лак, отрезки концов проводов и кабелей с медными жилами.

#### *Соединение и ответвление медных жил пропаянной скруткой*


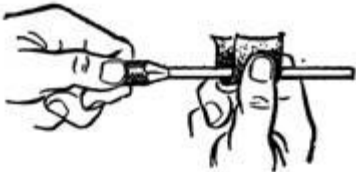
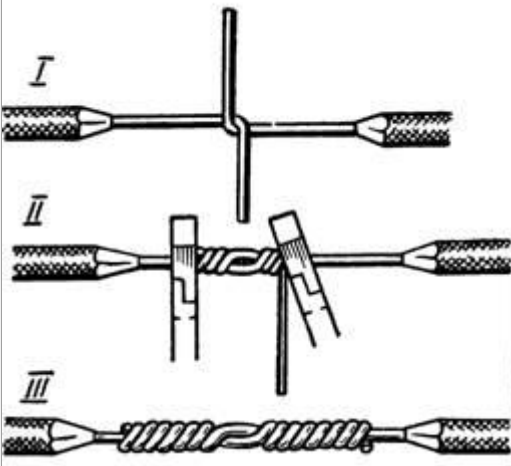
**Область применения:** лучший способ для соединения и ответвления медных жил (сечением до 10 мм<sup>2</sup>) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ.


**Цели:** изучить способы соединения и ответвления медных жил пропаянной скруткой; научиться выполнять приемы соединения и ответвления жил скруткой, в коробках и соединения бандажной скруткой.

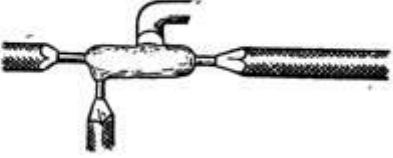
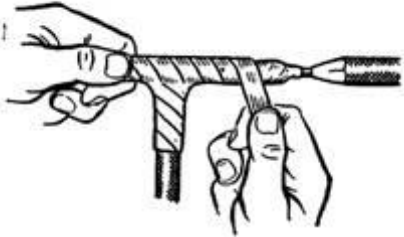

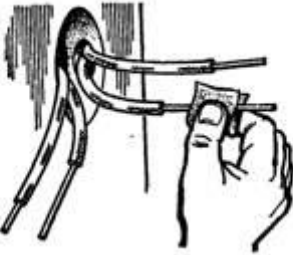
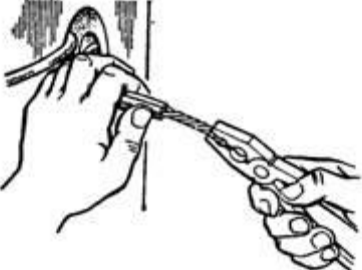
**Требования.** Соединение должно обладать необходимой механической прочностью, не иметь острых наплывов припоя и повреждения изоляции от перегрева.

**Инструменты и приспособления:** клещи КС И, МБ-1 для снятия изоляции, монтерский нож, кусачки, комбинированные плоскогубцы, универсальные клещи КУ-1, пассатижи, металлическая мерительная линейка, пропан-бутановая горелка с насадкой-паяльником или электрический паяльник.



**Материалы:** припой, канифоль или паяльный жир, липкая изоляционная лента, наждачная бумага или стеклянная шкурка, влагостойкий лак, отрезки проводов сечением до 10 мм<sup>2</sup> с медными жилами.

Эскизы и наименование операций Соединение медных однопроводов	Инструктивные указания и пояснения очных жил скруткой с последующей пропайкой
	Снять изоляцию с концов жил специальными клещами КСИ, МБ-1 или КУ-1 на расстоянии, позволяющем навить 5—7 витков плюс 8—10 диаметров жилы
Снятие изоляции	
	Зачистить концы жил стеклянной шкуркой или наждачной бумагой до металлического блеска
Зачистка концов жил	
	Изогнуть концы жил под углом 90° на расстоянии, равном 7—10 диаметрам жилы от среза изоляции, и завести их друг за друга (/) Навить 5—7 витков одной жилы на другую с помощью двух пассатижей (II) Навить 5—7 витков другой жилы и уплотнить соединение с помощью двух пассатижей — затянуть витки жил в противоположные стороны (III) Плотно пригнуть торцы проволок
Скрутка соединения	

Эскизы и наименование операций		Инструктивные указания и пояснения
		Покрывать скрутку раствором канифоли или паяльного жира и пропаять с помощью паяльника, паяльной лампы или газовой горелки с насадкой- паяльником
Пайка соединения		
		Наложить изоляцию из липкой изоляционной ленты с таким расчетом, чтобы витки перекрывали друг друга и захватывали часть заводской изоляции жил 2—3 слоями Покрывать соединение влагостойким лаком
Изолировка		
Ответвление медных жил скруткой с последующей пропайкой		
		Снять, изоляцию с конца основной жилы специальными клещами или монтерским ножом на расстоянии, позволяющем навить 10—15 витков вокруг жилы отвления. С жилы отвления снять изоляцию на расстоянии, равном 15—20 диаметрам жилы (/) Зачистить изоляцию стеклянной шкуркой или наждачной бумагой до металлического блеска (//)
Снятие изоляции и зачистка оголенных участков жил		
		Навить 10—15 витков жилы отвления вокруг основной жилы (/) Уплотнить отвление с помощью двух пассатижей, затягивая витки жилы движением пассатижей в противоположные стороны (//) Плотно пригнуть торец проволоки
Скрутка отвления		

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
	Покрывать скрутку раствором канифоли или паяльного жира и пропаять с помощью паяльника, паяльной лампы или газовой горелки с насадкой- паяльником
Пайка скрутки 	Наложить изоляцию из липкой изоляционной ленты с таким расчетом, чтобы ленты перекрывали друг друга и захватывали часть заводской изоляции жил 2—3 слоями Покрывать ответвление влагостойким лаком
Изолировка .	
Соединение и ответвление медных жил сечением до 10 мм <sup>2</sup> в коробках скруткой с последующей пропайкой	
	Снять изоляцию специальными клещами или монтерским ножом на расстоянии 25—30 мм? позволяющем скрутить оголенные жилы
Снятие изоляции	
	Зачистить концы жил стеклянной шкуркой, придерживая провод во избежание повреждения изоляции в месте ввода в коробку или о края коробки
Зачистка концов жил	
	Скрутить жилы плоскогубцами или пассатижами плотно, из расчета 2—3 витка на каждые 10 мм длины скрутки
Скрутка жил	

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
	Покрывать скрутку раствором канифоли или паяльного жира и пропаять с помощью паяльника, паяльной лампы или газовой горелки с насадкой- паяльником
Пайка скрутки	
	Изолировать пайку 2—3 слоями липкой изоляционной ленты с перекрытием каждого витка Покрывать пайку влагостойким лаком
Изолировка соединения	
Соединение медных однопроволочных жил сечением 6—10 мм <sup>2</sup> бандажной скруткой с последующей пропайкой	
	Снять изоляцию с концов жил монтерским ножом на расстоянии, равном 7—10 диаметрам жилы, располагая лезвие ножа под углом во избежание надрезания жил
Снятие изоляции	
	Зачистить оголенную часть жил стеклянной шкуркой или наждачной бумагой Изогнуть концы жил под углом 90° на расстоянии 3—4 мм (/) Подготовить для бандажа голую медную проволоку (II) сечением 1—1,5 мм <sup>2</sup> , тщательно выровнять ее и зачистить стеклянной шкуркой или наждачной бумагой
Подготовка концов жил и бандажной проволоки	
	Сложить подготовленные концы жил и уложить конец бандажной проволоки в желобок, образованный соединяемыми жилами (/) Навить бандаж плотными витками (II) После наложения бандажа скрутить концы бандажной проволоки 3—4 тугими витками и лишнюю длину проволоки откусить (III) Пригнуть место скрутки в сторону бандажа Операции выполняют с помощью плоскогубцев или пассатижей
Выполнение бандажной скрутки	
Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения

	<p>Покрывать скрутку соединения раствором канифоли или паяльным жиром и пропаять с помощью паяльника или другим способом</p>
<p>Пайка соединения</p>	
	<p>Наложить изоляцию из липкой ленты с таким расчетом, чтобы ленты перекрывали друг друга и захватывали часть заводской изоляции жил. Покрывать соединение влагостойким лаком</p>
<p>Изолировка</p>	

**Содержание отчета:**

1. Тема.
2. Цель.
3. Выполненное задание

**Вопросы для самоконтроля:**

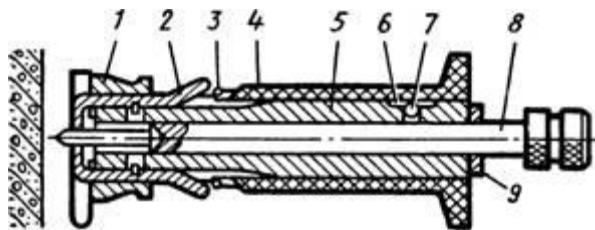
- Какие материалы используют при пайке?  
Какие инструменты используют при пайке?



# Практическая работа

## Тема: Вспомогательные электромонтажные работы

### Выполнение креплений с помощью ручной оправки



Оправка ОД-6 с зажатой дюбелем для ручной забивки дюбелей:

1,2 - зажимные кольцо и губки, 3, 9 — ограничительные кольца, 4 — эластична ручка с фланцем, 5 — корпус оправки, 6 — пружина, 7 — шарик, 8 — сменный боек

**Область применения:** для крепления вручную изделий и легких конструкций массой не более 5 кг к строительным основаниям невысокой твердости.

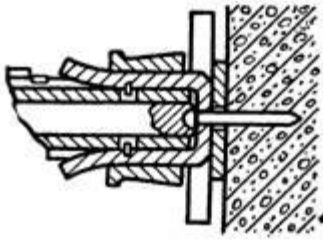
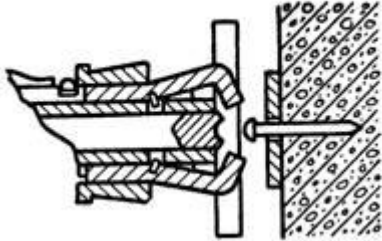
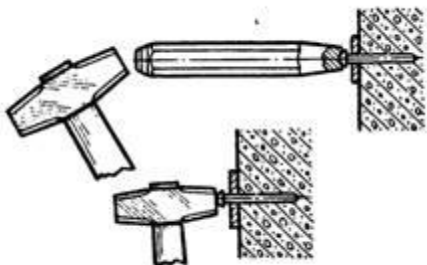
**Цели:** научиться выполнять подготовительные работы: освоить способы расчета нагрузок, действующих на дюбель при закреплении конструкций и деталей, отобранных для упражнений; овладеть приемами выполнения креплений с помощью ручной оправки.

**Требования.** Оправка должна надежно удерживать, точно центрировать и направлять дюбель во время забивания в строительное основание.

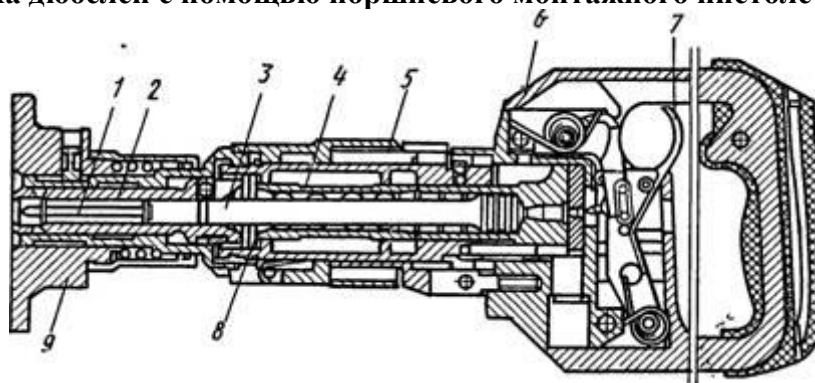
**Инструменты и приспособления:** оправка для ручной забивки дюбелей, кувалда К-10 или другая, разметочные инструменты.

**Материалы:** дюбеля, образцы конструкций, аппаратов и монтажных деталей для выполнения креплений, строительное основание для упражнений.

Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения
	Выбрать дюбель. Открыть зажимные губки оправки. Ввести дюбель в оправку при разжатых губках так, чтобы его шляпка упиралась в конец сменного бойка (дюбеля-винты ввинчивают в него). С помощью зажимного кольца сдвинуть губки и зажать конец дюбеля
Установка дюбеля в оправку	Установить оправку точно по разметке и плотно прижать к изделию или строительному основанию. Оправка должна располагаться строго перпендикулярно по отношению к строительному основанию (даже незначительный перекося может привести к браку)
Забивание дюбеля	

	<p>Ударами кувалды (молотка) по бойку оправки забить дюбель. Сильные удары должны чередоваться с легкими для досылки отскочившего бойка. Дюбель забивают до тех пор, пока буртик бойка не упрется в торец корпуса оправки. В этом положении дюбель не доходит на толщину зажимных губок оправки ОД-6 плюс 0,5—0,7 мм</p>
<p>Конечное положение деталей оправки</p>	
	<p>Освободить дюбель, раздвинув губки с помощью зажимного кольца. Дюбель-винт освобождают, свинтив с него боек. Убедиться в правильности выполнения крепления после снятия оправки с дюбеля</p>
<p>Снять оправку</p>	
<p>Эскизы и наименование упражнений</p>	<p>Инструктивные указания и пояснения</p>
	<p>В зависимости от конструкции закрепляемого изделия добить дюбель-гвоздь специальным бородком или непосредственно кувалдой (молотком). При добивании дюбеля следить за тем, чтобы не нанести удар непосредственно по закрепляемой детали и не деформировать ее</p>
<p>Добить дюбель-гвоздь</p>	

### Забивка дюбелей с помощью поршневого монтажного пистолета ПЦ52



#### Устройство пистолета ПЦ52:

1 — дюбель, 2 — направитель, 3 — поршень, 4 — рассекаль, 5 — кожух муфты, 6 — рукоятка, 7 — спусковой рычаг, 8 — амортизаторы, 9 — прижим.

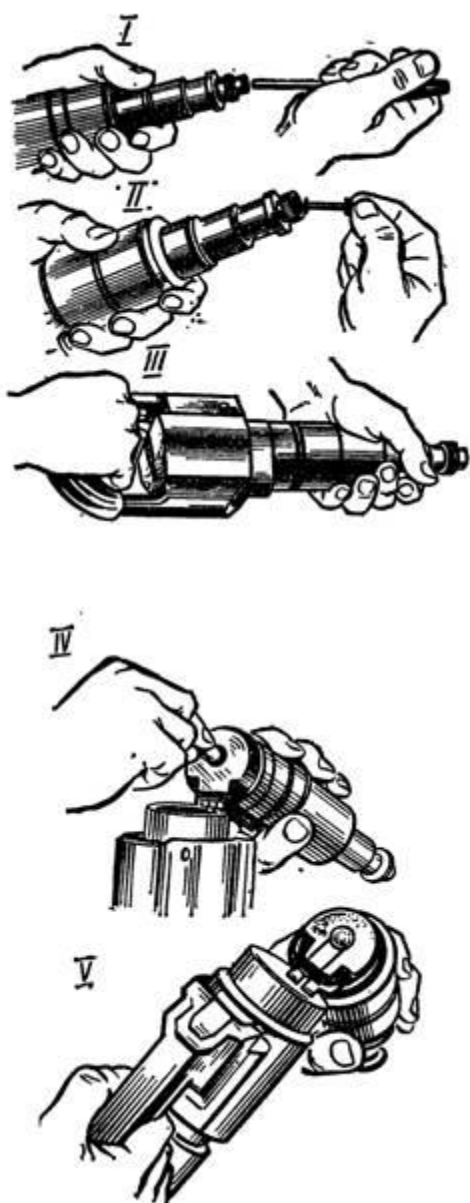
**Область применения:** для крепления различных конструкций и деталей путем забивания дюбелей в бетонные и железобетонные (до марки 600), стальные (с пределом прочности до 450 Н/мм<sup>2</sup>), кирпичные, шлакобетонные, керамзитовые и другие строительные основания.


**Цели:** изучить устройство поршневого, монтажного пистолета ПЦ52, научиться устанавливать и снимать магнитный и пружинный прижимы, ставить в направитель дюбеля и заряжать пистолет патронами, отработать основной прием использования пистолета.

**Требования.** Пистолет должен быть специально подготовлен для учебных целей; заряженные патроны нельзя использовать для упражнений по зарядке и разрядке пистолета; дюбель должен надежно удерживаться, точно центрироваться в направителе пистолета.

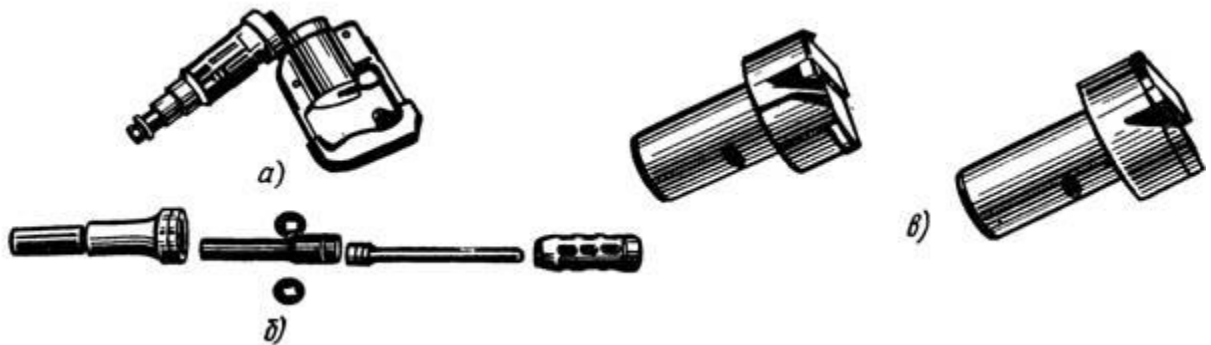
**Инструменты и приспособления:** поршневой монтажный пистолет в комплекте с принадлежностями и футляром, магнитный прижим для удержания мелких стальных деталей, пружинный прижим для уменьшения раскрошивания бетонной поверхности, запасные детали, противошумные наушники, защитные очки, шомпол, принадлежности для технического обслуживания (щетki № 1 и 2, масленка, ось курка).

**Материалы:** патроны группы Д и К без пороха (учебные), дюбеля- винты и дюбеля-гвозди, строительное основание для упражнений.

Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Подвинуть поршень в крайнее положение с помощью шомпола (/)</p> <p>Установить дюбель с шайбой в канал направителя (//) до закрепления шайбы шариковым фиксатором направителя (при использовании дюбеля с полиэтиленовым наконечником, установленным вместо шайбы, необходимо его с надетым наконечником продвинуть шомполом в направителе до упора в поршень)</p> <p>Открыть пистолет поворотом рукоятки по отношению к муфте против часовой стрелки до упора (III)</p> <p>Выдвинуть муфту из коробки вперед до упора и раскрыть пистолет поворотом рукоятки вниз относительно шарнира, связывающего его с муфтой Установить патрон до упора (IV). Закрыть пистолет поворотом рукоятки вверх относительно шарнира (К). Пистолет заряжен и готов к выстрелу</p>
Подготовка пистолета к выстрелу	

	<p>Занять устойчивое положение, удобное для выстрела Установить наконечник или прижим пистолета в точку пристрелки под прямым углом к основанию Нажать на рукоятку Оттянуть на себя спусковой рычаг (произвести выстрел) Удалить стреляную гильзу</p>
Забивка дюбеля	

### Смена ствола и поршневой группы поршневого монтажного пистолета ПЦ52



Общий вид пистолета ПЦ52 (а), поршневой группы (б) и сменных стволов (в)


**Область применения:** при переходе с одной группы патронов на другую в случае использования другой марки дюбеля (смена поршневой группы).


**Цель:** научиться производить смену ствола и поршневой группы.

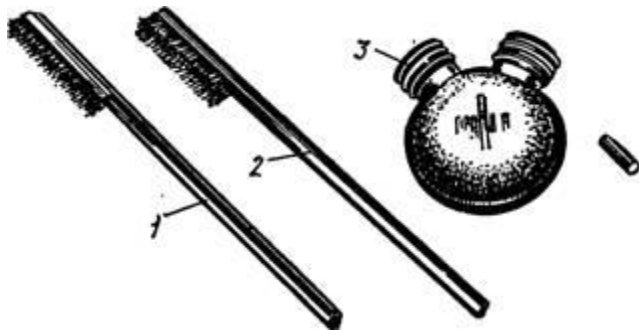
**Требования.** После смены не должно быть нарушений взаимодействия частей и работы самого пистолета.

**Инструменты и приспособления:** комплект поршневого монтажного пистолета ПЦ52 со сменными стволами и поршневыми группами.

**Материалы:** чистая сухая ветошь.

Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Повернуть рукоятку пистолета против часовой стрелки до упора Выдвинуть муфту из коробки вперед до упора «Разломить» пистолет относительно шарнира, связывающего рукоятку с муфтой Сдвинуть муфту к рукоятке до упора Вынуть один ствол и вставить на его место Другой</p>
Смена ствола	

	<p>Отжать защелку наконечника, развернув его в гнезде на 90° Извлечь наконечник из муфты вместе с поршневой группой Собрать пистолет с новой поршневой группой в последовательности, обратной разборке Установить наконечник. Повернуть его в гнезде до защелкивания</p>
Замена поршней группы	



### Осмотр и смазка поршневого монтажного пистолета ПЦ52

Принадлежности для чистки и смазки пистолета: 1 — щетка № 1 (узкая), 2 — щетка № 2 (широкая), 3 — масленка

**Область применения:** для обеспечения нормальной и длительной работы пистолета.

**Цель:** научиться правильно ухаживать за пистолетом.

**Требования.** Осмотр и смазку производить в конце рабочей смены, но не реже чем через 500 выстрелов, а также в случае задержек в работе.

**Инструменты и приспособления:** щетки № 1 и 2.

**Материалы:** керосин или соляровое масло, чистая сухая тряпочка или ветошь.

Наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения
Подготовка рабочего места	Подобрать чистое и ровное деревянное основание Открыть футляр с комплектом пистолета
Открывание пистолета	Разложить в удобном для работы порядке масленку, щетки № 1 и 2, чистую сухую ветошь Повернуть рукоятку пистолета против часовой стрелки до упора Выдвинуть муфту из коробки вперед до упора «Разломить» пистолет относительно шарнира, связывающего рукоятку с муфтой. Убедиться, что пистолет не заряжен
Выполнение частичной разборки	Снять наконечник Вынуть ствол Отделить поршневую группу Разложить узлы и детали на деревянном основании в удобном для чистки порядке
Очистка пистолета	Очистить наружные поверхности и каналы щеткой № 1
Промывка и смазка частей пистолета	Опустить детали в керосин или соляровое масло .

	<p>Вынуть детали и протереть их чистой сухой ветошью</p> <p>Смазать трущиеся поверхности тонким слоем жидкого ружейного масла</p>
Сборка пистолета	<p>Произвести сборку в последовательности, обратной разборке Нажать 2—3 раза наконечник о поверхность стола или стены и отпустить его (направитель должен без заеданий устанавливаться и энергично возвращаться в исходное положение) Открыть и закрыть пистолет 2—3 раза (не должно быть заеданий) Нажать спусковой рычаг 2—3 раза (щелчок должен быть резким)</p>

### Способы выполнения креплений с помощью поршневого монтажного пистолета



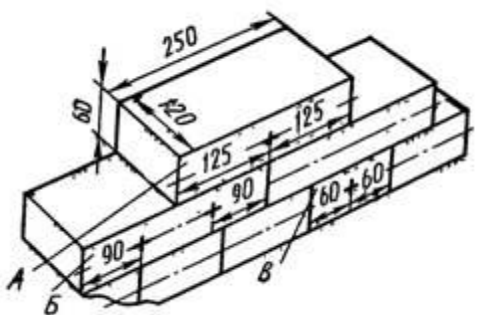
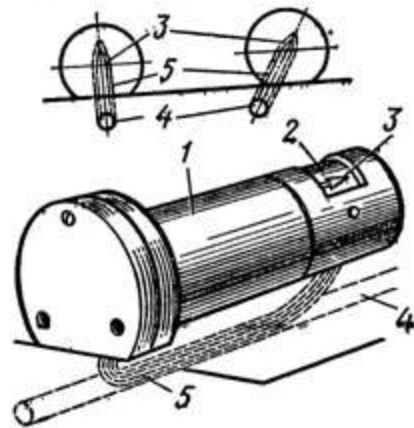
#### Оснащение оператора

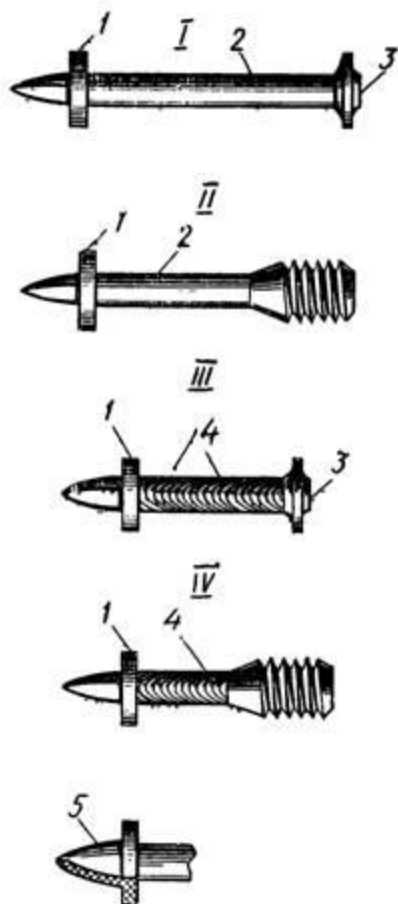
**Область применения:** для выполнения несъемных, съемных и комбинированных креплений при производстве строительно-монтажных работ.

**Цели:** научиться выполнять подготовительные работы; освоить способы расчета нагрузок, действующих на дюбель при закреплении конструкций и деталей (отобранных для упражнений) на потолке и стене; научиться пользоваться специальной таблицей (приведенной в конце карты) для выбора дюбеля, патрона и сменных деталей пистолета в зависимости от строительного основания, прибиваемого материала и допустимых нагрузок на дюбель.

**Требования.** Величина заглубления дюбеля в строительное основание должна быть для кирпича и бетона марки 100—200—30—40 мм, а для бетона марки 300—400—25—30 мм. Если основанием для закрепления служит сталь, заглубляемая часть дюбеля должна быть чуть больше толщины этого основания, а часть заостренного конца выступать с обратной стороны основания, инструменты и приспособления: поршневой монтажный пистолет, подготовленный для учебных целей, со сменными и запасными деталями и принадлежностями, арматуроискатель.

**Материалы:** монтажные патроны калибра 6, 8 всех четырех номеров группы Д и К, дюбеля-винты и дюбеля-гвозди ДГП и ДВП для забивки в бетонные, кирпичные и другие строительные основания, дюбеля-винты и дюбеля-гвозди ДГПМ и ДВПМ всех типоразмеров для забивки в металлические основания, образцы конструкций, аппаратов и монтажных деталей для упражнений, строительные основания, расположенные вертикально (стена) и горизонтально (потолок) с закрепленными на них конструкциями с помощью дюбелей-винтов для решения задач по расчету нагрузок, действующих на каждый дюбель, и выполнения других подготовительных работ (упражнений).

Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Изучить проект, чертеж или учебную карточку-задание, определив, какую конструкцию, аппарат или монтажную деталь нужно закрепить; убедиться в наличии условий для крепления избранным способом</p> <p>Разметить на строительном основании точки крепления или места установки конструкций, аппаратов, монтажных деталей в соответствии с заданием</p> <p>Определить, из какого материала строительное основание, в которое будет забиваться дюбель (марка стали, бетона, кирпича и т. д.)</p>
Выполнение предварительной работы	
	<p>Арматуроискатель представляет собой карболитовый корпус 1 со шкалой 2, закрытой стеклом. Внутри корпуса находятся постоянный магнит и стальной флажок со стрелкой 3, вращающийся в подшипниках. При приближении прибора к стальной арматуре 4 поле 5 постоянного магнита искажается и флажок со стрелкой отклоняется. Если стрелка прибора остается без движения и за пределами делений шкалы, то стальной арматуры под прибором нет и забивать в этом месте дюбель можно</p>
Определение местонахождения стальной арматуры с помощью арматуроискателя	



Выбор дюбелей

Дюбеля, забиваемые поршневым монтажным пистолетом, движутся с небольшой скоростью (не более 100 м/с), поэтому изготавливаются из прочной конструкционной стали. В результате термической обработки дюбеля получают высокую твердость и способность изгибаться на угол не менее 90°. Большое значение имеет пулевидная форма заострения конца дюбеля без забоин и рисок. Обязательным условием является также совпадение оси выступа головки и острия дюбеля с осью стержня. Острие должно иметь радиус притупления не более 0,5 мм, иначе дюбель не будет вбиваться на расчетную глубину. Несовпадение осей может привести к прогибу или поломке дюбеля при забивании. Головка дюбеля-гвоздя выполнена в виде диска с выступом 3 в центре, по которому и наносится удар поршня. Дюбель должен точно фиксироваться в направлятеле пистолета, для чего на его цилиндрическую часть плотно насаживают стальную шайбу 1 или на заостренную часть надевают полиэтиленовый колпачок 5. Если дюбель- гвоздь забивают в строительное основание из кирпича, бетона и других материалов, его стержень 2 выполняют гладким, если в металлические конструкции, на стержне делают накатку 4 для более прочного закрепления.

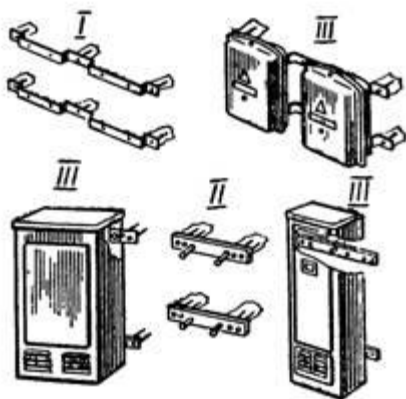
Для неразъемных креплений используют дюбель-гвоздь ДГП (I), а для разъемных, когда конструкцию, аппарат или деталь во время эксплуатации надо снимать, — дюбель-винт ДВП (II). Дюбель-гвоздь, предназначенный для забивки в металлическое основание, обозначается ДГПМ (III), а дюбель-винт — ДВПМ (IV).

Дюбеля подбирают с учетом условий крепления: материала строительного основания; массы и расположения закрепляемых конструкций, аппаратов, усилия на монтажные детали; наличия на конструкциях, аппаратах, монтажных деталях мест для креплений, крепежных отверстий, ушков и др.; длины резьбовой части дюбель- винтов в соответствии с диаметром отверстия и толщиной ушков, полок, корпусов аппаратов, конструкций, деталей (см. таблицу в конце карты)



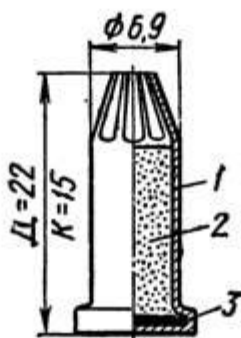
	<p>При креплении конструкции к потолку на дюбель действуют вырывающие усилия <math>Q</math>, которые распределяются на каждый дюбель (одним дюбелем крепить к потолку нельзя) Нагрузка на каждый дюбель <math>Q = P/n</math>, где <math>Q</math> — расчетное осевое усилие на один дюбель, Н; <math>P</math> — масса закрепляемой конструкции или аппарата, кг (нельзя крепить к потолку изделия массой более 25 кг, если в этой зоне находятся люди); <math>n</math> — число дюбелей</p>
<p>Расчетная схема усилий на дюбеля при выполнении креплений к потолку</p>	
	<p>При креплении к стене на дюбель действуют одновременно две силы (вырывающая и срезающая), причем первая только на первый дюбель, а вторая на нижний, но последнюю не рассчитывают, так как дюбель подвергается срезающему усилию, которое больше допустимого. Поэтому вырывающая нагрузка на каждый верхний дюбель <math>Q = P a j n' l t</math> где <math>Q</math> — расчетная осевая нагрузка на каждый верхний дюбель, Н; <math>P</math> — масса закрепляемой конструкции или аппарата, кг; <math>a</math> — расстояние от плоскости крепления до линии, проходящей через центр тяжести закрепляемого аппарата или конструкции, мм; <math>l</math> — расстояние между дюбелями по вертикали, мм; <math>n'</math> — число креплений в верхней части конструкции</p>
<p>Расчетная схема усилий на дюбеля при выполнении креплений к стене</p>	
<p>Эскизы и наименование упражнений</p>	<p>Инструктивные указания и пояснения</p>

	<p>Несъемные крепления широко применяют в тех случаях, когда во время эксплуатации аппараты, конструкции или монтажные детали не нужно снимать или регулировать смещением. При креплении таким способом не требуется определять точки забивания дюбелей-гвоздей. Несъемным способом могут крепиться монтажные детали, к которым приваривают различные конструкции, скобы для крепления аппаратов и труб, кронштейны, деревянные и другие детали и изделия. Можно осуществлять следующие крепления:</p> <p>металлических конструкций, корпусов, аппаратов или монтажных деталей к бетонному (I) или металлическому (II) основаниям; деревянного бруска к бетонному (III) и металлическому (IV) основаниям; пористых и изоляционных материалов к бетонному (V) и металлическому (VI) основаниям.</p> <p>В качестве примера на эскизе показаны крепления заземляющих проводников из полосовой стали (VII) на прокладках 1 и конструкции для прокладки кабелей (VIII). Пристреливается специальная скоба, которая, в свою очередь, удерживает стойку благодаря выштампованному выступу 2 в центре скобы.</p>
<p>Несъемные крепления</p>	<p>При съемном креплении не нужны промежуточные крепежные детали. Аппараты или конструкции крепятся непосредственно к дюбелям-винтам, забитым в бетонные (I) или металлические (II) основания, как это показано на эскизе (III).</p> <p>Сложность заключается в том, что дюбеля-винты необходимо забивать с высокой точностью в намеченные точки, для чего тщательно выполняют и выверяют разметочные работы. Точки забивки дюбелей должны лежать на пересечении двух перпендикулярных линий, которые не должны перекрываться прижимом пистолета и должны быть видны оператору во время забивки дюбеля. Кроме того, дюбеля-винты с резьбой М8 могут иметь рихтовку, вследствие чего возможно несовпадение отверстий для крепления. В таких случаях отверстия рассверливают или заранее выполняют большего размера.</p>
 <p>Съемные крепления</p>	<p>Эскизы и наименование упражнений</p>
<p>Инструктивные указания и пояснения</p>	<p>Инструктивные указания и пояснения</p>



Комбинированные крепления

При комбинированном способе предусматриваются промежуточные монтажные детали, которые имеют отверстия под болты или с резьбой (/) либо шпильки с резьбой (//) и места для крепления их дюбелями- гвоздями к строительному основанию (III) Аппарат или конструкцию крепят к монтажной детали разъемно с помощью болтов и гаек и шпилек с гайками (II). Этот способ, хотя и требует использования промежуточных монтажных деталей, однако позволяет осуществлять более простую пристрелку дюбелями-гвоздями, сохраняя преимущества съемных креплений



Выбор монтажных патронов

Монтажный патрон состоит из гильзы 1, которая снаряжается бездымным порохом 2. В торцевой части гильзы размещена капсульная часть с взрывным составом 3. Порох упаковывается в результате обжатия гильзы «звездочкой» Патроны делятся на две группы: Д (длинные) для сменного ствола № 1 пистолета и К (короткие) для сменного ствола № 2. Каждая группа имеет четыре номера, звездочки которых в зависимости от силы заряда окрашены эмалью в разный цвет: № 1 (слабой мощности) — в белый, № 2 (средней мощности) — желтый, № 3 (сильной мощности) — синий, № 4 (сверхсильной мощности) — красный Монтажные патроны подбирают по таблице, приведенной в конце карты, с учетом материала строительного основания, размера применяемого дюбеля, характеристики закрепляемых конструкций, аппаратов, монтажных деталей и их материала, номера ствола поршневого монтажного пистолета

### Выбор дюбеля, патрона и сменных деталей

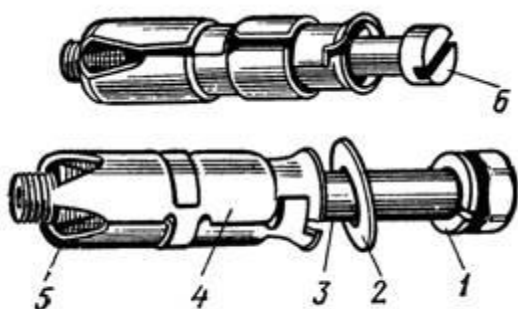
Дюбель	Прибиваемый материал толщиной 5, мм	Допуск нагрузки на дюбель, Н	Ствол	Патрон	Поршень	Направитель	Рассекатель
Строительное основание — кирпич, бетон марки 100					—200		
ДГП 3,5X40	Сталь S= 1—3			K1-K2			
ДГП 3,5X50	Дерево: S= 10—15			K1			
ДГП 3,5X60	5=20—25	200	№2	»	№ 1	№ 1	№ 1
ДГП 3,5X70	5=30—35			»			
ДГП 4,5X40	Сталь 5=4—5			Д2			
ДГП 4,5X50	Сталь 5=4—8	250	№ 1	Д2-Д3	№2	№2	№1
ДГП 4,5X60	Дерево 5=20—25			Д1			
ДГП 4,5X80	Дерево: 5=40—45	250		Д1	№3	№3	№2

ДГП 4,5X100	5=60—65	250		»	№3	№3	№2
ДВПМ 8X55	Непосредственная забив- о	250	№ 1	»	№2	№2	№ 1
ДВПМ 10X60	Kd То же	400		Д2-Д3	№2	№2	№ 1
Дюбель	Прибиваемый материал толщиной S, мм	Допуск нагрузки на дюбель, Н	Ствол	Патрон	Поршень	Направитель	Рассекатель
Строительное основание — бетон марки 300—400							
ДГП 3,5X30	Сталь S— 1—4	700	№2	K2—	№1	№ 1	No 1
ДГП 3,5X40	Дерево: 5=10—15			K4 K2			
ДГП 3,5X50	5=20—25 5=30—35			»			
ДГП 3,5X60	5=40—45			»			
ДГП 3,5X70				»			
Строительное основание — бетон марки 300—400							
ДГП 4,5X30	Сталь 5=4—5 Сталь	700	№1	Д3—	№2 м <sup>2</sup>	№2 №2 №2	№1
ДГП 4,5X40	5=4—8 Дерево:			Д4 Д4	№2 №2	No 2 № 3 №3	№1
ДГП 4,5X50	5=20—25 5=30—35			Д2	No 3 No 3		№1
ДГП 4,5X60	5=50—55 5=70—75			»			No 1 NoA
ДГП 4,5X80				»			No 2 No 2
ДГП 4,5X100							
ДВП М8X40	Непосредственная	700	М 1	Д2—	№1	№1	No 1
ДВП М8X55	забивка	1500		Д3	No 1 №2	№1	
ДВП М10X60	То же » »	2000		Д3-Д4		No 2	
				Д4			
Строительное основание — керамзитобетон марки 50							
ДГП 6,8X100	Забивка дюбеля через	80	№ 1	Д2—	No 3 No 1	No 3 №1	м <sup>2</sup>
ДВП М8X70	заранее просверленное	40	№1	Д3 Д2-Д3			MI
	отверстие						
	монтируемой детали						
	Непосредственная						
	забивка						
Строительное основание — сталь толщиной 8 мм (твр 450 Н/мм <sup>2</sup> )							
ДГП 4,5X20	Сталь: 5=1 5~2 5=3	70	№2	K3	№1	№1 №1 No 1	М 1 MI MI
ДГП 3,5X20	5=4 5=5 5-6	70	№2	K3-K4	NoA NoA	№2 №2 №2	MI MI MI
		70	№2	K4	No 2 №2		
		100	№1	дз	№2		
		100	№1	Д3-Д4			
		100	№1	Д4			
ДВП М8X30	Непосредственная	150	М 1	Д3	NoA	№1	MI
	забивка						
ДВПМ10X35	То же	200	No 1	»	No 2	№2	»
ДГП 3,5X40	Дерево: 5=20 5« 30	700	№2	K4	N9 1	№1	MI
ДГП 3,5X50	5=40 5=50						
ДГП 3,5X60							
ДГП 3,5X70							
Строительное основание — сталь толщиной 4 мм (хвр450 кН/мм <sup>2</sup> )							
ДГП 3,5X20	Сталь: 5=2 5=3 5=4	700	№2	K1	NoA	No 1	М 1

				K1-K2			
ДГП 4,5X20	Сталь: 5*2 5=3 5=4	700	No 1	да	No 2	No2	M1
ДГП 3,5X40	Дерево: 5=25 5=35	500	No2	K1	Ns 1	N21	M1
ДГП 3,5X50	5=45 5=55						
ДГП 3,5X60							
ДГП 3,5X70							

### Крепление изделий дюбелями с распорной гайкой

Изделия для крепления: 1 — пружинная шайба, 2 — нормальная шайба, 3 — болт, 4 — гильза дюбеля, 5 — коническая распорная гайка, 6 — винт



**Область применения:** для крепления в бетоне, кирпиче и близких им по твердости материалах изделий толщиной до 40 мм с наибольшим допустимым усилием выдергивания из бетона 6000—8500Н и из кирпича —5000—7000Н.

**Цели:** научиться крепить изделия с помощью Дюбелей с распорной гайкой, выполнять необходимые расчеты и пользоваться таблицей, приведенной в конце карты.

**Требования.** Изделия, закрепленные дюбелями, должны выдерживать нагрузку, соответствующую данным, приведенным в таблице.

**Инструменты и приспособления:** инструменты для выполнения отверстий диаметром 18—26 мм, отвертка, набор торцевых ключей для болтов размером М10—М16, молоток массой 500—800 г, набор инструментов и приспособлений для разметки.

**Материалы:** дюбеля с распорной гайкой К437—К439/II; изделия, подлежащие креплению, строительное основание для выполнения упражнений.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Выбор типоразмера дюбеля	Выбрать дюбель по таблице в зависимости от наибольшего допустимого усилия выдергивания и в соответствии с толщиной закрепляемых деталей
Заготовка гнезда	Разметить место крепления изделия и место для гнезда под дюбель. Определить диаметр и глубину гнезда по таблице и выполнить гнездо

	Удерживая левой рукой гильзу дюбеля, правой рукой вывернуть болт (винт). Если болт (винт) вывернуть рукой трудно, зажать гильзу дюбеля в пассатижи или в другое приспособление, а болт вывернуть ключом (винт — отверткой)	
Выворачивание болта (винта)		
	Вставить гильзу дюбеля в гнездо и, слегка придерживая ее рукой, дослать молотком заподлицо со строительным основанием. Если при досылке гильзы дюбеля в гнездо требуются большие усилия, способные ее деформировать, работу надо прекратить и рассверлить отверстие точно под нужный размер	
Установка гильзы дюбеля в отверстие		
	Вставить болт (винт) в отверстие изделия. «Наживить» болт (винт) на резьбу конической распорной гайки дюбеля вручную. Ввернуть болт (винт) настолько, насколько позволяют усилия руки. Убедиться в наличии под головкой болта (винта) обычной и разрезной пружинящей шайб	
«Наживление» болта (винта)		
	Установить точно по разметке закрепляемую деталь и удерживать ее рукой до полного заворачивания. Завинтить болт торцевым ключом (I) или винт отверткой (II). Закрепляемая деталь должна быть плотно прижата к строительному основанию, а распорная гайка надежно прижимать гильзу дюбеля к стенкам отверстия. Головка болта (винта) должна полностью сжимать разрезную шайбу	
Закрепление изделия		

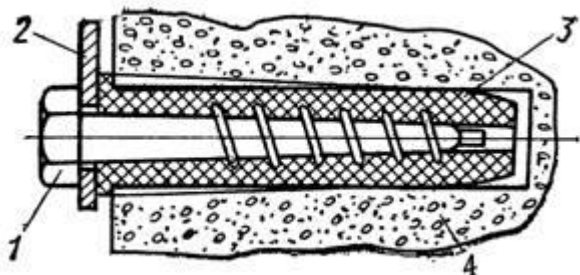
### Дюбеля с распорной гайкой

Тип дюбеля	Размеры дюбеля, мм		Размеры болта или винта, мм	Наибольшая толщина закрепляемого изделия, мм	Допустимое усилие выдергивания, Н	
	длина	диаметр			в бетоне	в кирпиче
K437/I	55	18	M10X65	15	6000	5000
K437/II			M10X80	30		
K438/I	65	20	M12X80	20	7000	6000
K438/II			M12X100	40		

К439/І	85	26	М16Х100	20	8500	7000
К439/ІІ			М16Х120	40		

### Выполнение крепления пластмассовыми дюбелями

Устройство для крепления с помощью дюбеля: 1 — винт, 2 — изделие, 3 — пластмассовый дюбель, 4 — строительное основание



**Область применения:** для крепления к строительным элементам зданий и сооружений из кирпича и железобетона электроаппаратуры, электроконструкций, элементов электросетей, установочных изделий.

Дюбеля У656, У658, У678 используют с шурупами для закрепления скоб, установочных изделий, некоторых конструкций и аппаратов, а дюбеля У661—У663 с винтами — для закрепления кабельных, троллейных и других поддерживающих конструкций, крепления тросовых проводок, аппаратов, струнных подвесок. Дюбеля применяют при осевых нагрузках 500—7000 Н в бетоне и 300—6000 Н в кирпиче.

**Цели:** научиться выполнять крепления пластмассовыми дюбелями, производить необходимые расчеты и пользоваться справочными таблицами.

**Требования.** Изделия, закрепленные дюбелями, должны выдерживать нагрузку, указанную в таблице, приведенной в конце инструкционной карты.

**Инструменты и приспособления:** инструмент для заготовки отверстий диаметром 6—20 мм, отвертка, набор торцевых ключей М8—М16, молоток массой 500—800 г, инструменты и приспособления для разметки.

**Материалы:** пластмассовые дюбеля У656—У663, изделия, подлежащие креплению, строительное основание для выполнения упражнений.

Эскизы и наименование операций	Инструктивные указания и пояснения
Выбор типоразмера дюбеля	Дюбель выбрать из таблицы по наибольшему допустимому усилию выдергивания и в соответствии с толщиной закрепляемых деталей
Заготовка гнезда	Разметить места для закрепления изделия и для гнезда под дюбель Определить диаметр и глубину отверстия по таблице Заготовить гнездо под дюбель

	<p>Вставить дюбель в отверстие рукой. Если он идет туго, дослать его легкими ударами молотка. После установки дюбель должен располагаться заподлицо со строительным основанием</p>
<p>Установка дюбеля в отверстие</p>	
<p>Эскизы и наименование операций</p>	
	<p>Инструктивные указания и пояснения</p> <p>Вставить винт (шуруп) в отверстие для крепления изделия и во внутреннее отверстие дюбеля</p> <p>Без помощи инструмента рукой закрепить («наживить») винт или шуруп в отверстии дюбеля</p>
<p>«Наживление» изделия</p>	
	<p>Завинтить болт торцевым ключом или шуруп отверткой</p> <p>Завернуть винт (шуруп) до надежного закрепления детали, при этом следить за правильностью закрепления изделия</p>
<p>Закрепление изделия</p>	

### Пластмассовые дюбеля

Тип дюбеля	Размеры дюбеля, мм		Размеры шурупа или винта, мм	Наибольшая толщина закрепляемой детали, мм	Допустимое усилие выдергивания, Н	
	длина	диаметр			в бетоне	в кирпиче
У656	25	6	Шурупы 3,5X X30; 5X40	7	500	30
У658	35	8	Шуруп 5X40	10	900	70
У678	45		Шуруп 5X60			
У 661	60	14	Винт 8x80	15	5000	100
У663	80	20	винт 12X100		7000	600

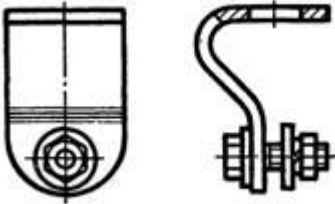
### Способы установки приспособлений для крепления светильников.

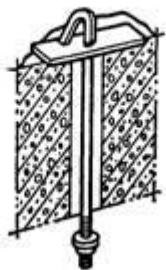
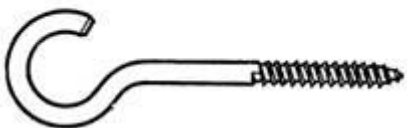
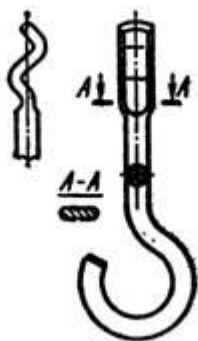
**Область применения:** крепление светильников непосредственно к перекрытиям.

**Цель:** изучить основные способы крепления светильников с помощью специальных устройств.



**Требования.** Приспособления (конструкции) для крепления светильников массой до 100 кг должны без повреждения выдерживать приложенную к ним нагрузку, равную пятикратной массе светильника, а для крепления светильников (люстр) массой 100 кг и более — в течение 10 мин, равную двукратной массе светильника (люстры) плюс 80 кг. При креплении светильников к потолку на дюбелях, забиваемых с помощью пиротехнического инструмента, каждую точку подвеса следует испытывать нагрузкой, равной тройной массе светильника плюс 80 кг.

Эскизы и способы установки	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Держатель крепится к кронштейнам, подвесам, стойкам через резьбовые патрубки с трубной резьбой 3/4". Масса светильника не должна превышать 6 кг. В верхней части светильник должен иметь крюк, кольцо, бугель для крепления к держателю</p>
Держатель светильника У25М	
	<p>Крюк крепят к перекрытию через заготовленные отверстия и применяют вместе с потолочной розеткой. Масса светильника не должна превышать 5 кг. Светильники подвешивают к крюкам, которые должны иметь изоляцию в месте подвески светильника. Крюки для подвески светильников к перекрытиям из</p>
Установка крюка У623 для подвески светильника к перекрытиям из пустотелых плит	пустотелых плит имеют вдоль оси ряд
	отверстий, позволяющих менять размер крюка в зависимости от расстояния внутри пустотелого перекрытия, а крюки для подвески светильников к перекрытиям из сплошных плит — одно крепежное отверстие, рассчитанное на крепление к плите определенной толщины
Установка крюка У625 для подвески светильника к перекрытиям из сплошных плит	
	<p>Шпильку крепят к перекрытию из пустотелых плит через заготовленные отверстия с помощью двух пластин, имеющих вдоль оси ряд отверстий. Такое устройство позволяет менять размеры крепления в зависимости от расстояния внутри перекрытия. Светильники крепят к шпилькам с помощью гайки</p>
Установка шпильки У624	

	<p>Шпильку крепят к перекрытию из сплошных плит через заготовленные отверстия, а светильники — к шпильке с помощью гайки. Длину шпильки подбирают в зависимости от толщины перекрытия</p>
Установка шпильки У626	
Эскизы и способы установки	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Крюки крепят к деревянным перекрытиям ввинчиванием. Светильники подвешивают к крюкам. Если крюк ввинчивают в деревянное основание, то изоляция светильника от крюка, устанавливаемого в жилых домах, не обязательна</p>
Установка крюка ввинчиванием	
	<p>Крюки крепят вмазыванием, а светильники — только после окончания установленных сроков схватывания раствора. При установке в жилых домах и напряжении сети 127/220 В крюк по отношению к светильнику изолируют</p>
Установка крюка вмазыванием	

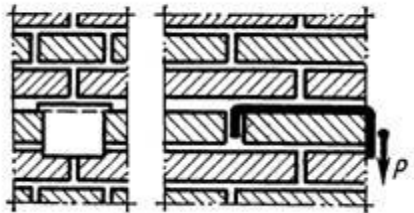
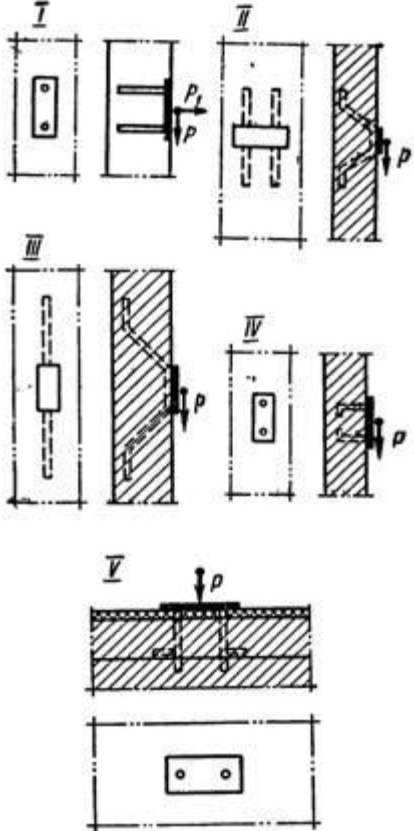
### Способы крепления закладных деталей к строительным основаниям

**Область применения:** для крепления изделий и конструкций, узлов и блоков электрических сетей и электрооборудования, анкерных и опорных устройств большой массы и габаритов.

**Цель:** изучить устройство закладных деталей и способы их крепления к строительным основаниям.

**Требования.** Закладные детали устанавливаются на одном уровне со строительной поверхностью во время выполнения общестроительных работ и должны выдерживать нагрузки, приведенные в карте. Крепление к закладным деталям осуществляют непосредственно электросваркой или газовой сваркой либо с помощью переходных деталей.

Эскизы и способы крепления	Инструктивные указания и пояснения
----------------------------	------------------------------------

	<p>Закладные детали устанавливают в строительном основании во время кирпичной кладки. Плоская закладная деталь длиной 250 мм (длина кирпича) с загнутым концом обеспечивает надежное крепление. Закладная деталь размером 80X80X8 мм способна нести нагрузку <math>P=3000\text{ Н}</math>, размером 100X100X10 мм — нагрузку <math>P=5000\text{ Н}</math>.</p>
<p>Установка закладной детали в кирпичной стене</p>	
	<p>В период производства общестроительных работ устанавливают: анкера из периодического профиля без загнутых концов с прикрепленными прямоугольными шайбами; закладная деталь с размером шайбы 130X50 мм способна нести нагрузку <math>P=3000\text{ Н}</math>, с размером 160X60 мм — нагрузку <math>P=5000\text{ Н}</math>, <math>P_i=200\text{ Н}</math> (/) анкера из периодического профиля изогнутой формы с прикрепленными прямоугольными шайбами; закладная деталь с размером шайбы 250X100 мм способна нести нагрузку <math>P=4000\text{ Н}</math> (Л III) анкера из периодического профиля изогнутой формы с прикрепленными к концам прямоугольными шайбами; закладная деталь с размером шайбы 250X100 мм способна нести нагрузку <math>P=2500\text{ Н}</math> (IV) анкерные детали в полах и перекрытиях зданий и сооружений (загибку концов анкеров производят по месту установки в зависимости от толщины пола или перекрытия); закладная деталь с размером шайбы 50X100 мм способна нести нагрузку <math>P=1500\text{ Н}</math>, с размером 100x200 мм — нагрузку <math>P=5000\text{—}8000\text{ Н}</math> (V)</p>
<p>Установка анкерных деталей в бетон, железобетон</p>	

### **Содержание отчета:**

1. Тема.
2. Цель.
3. Выполненное задание

### **Вопросы для самоконтроля:**

Составить технологические схемы:

- Выполнение креплений с помощью ручной оправки
- Забивка дюбелей с помощью поршневого монтажного пистолета ПЦ52
- Смена ствола и поршневой группы поршневого монтажного пистолета ПЦ52
- Осмотр и смазка поршневого монтажного пистолета ПЦ52
- Способы выполнения креплений с помощью поршневого монтажного пистолета
- Выполнение крепления пластмассовыми дюбелями

## **Практическая работа**

## Тема: Пробивные работы ручным инструментом

### Краткая характеристика

К группе инструментов для пробивных работ относятся: ручные (зубило, скarpель, пробойники с оправкой для закрепления) и механизированные инструменты (пневматические рубильные молотки и электромолотки).

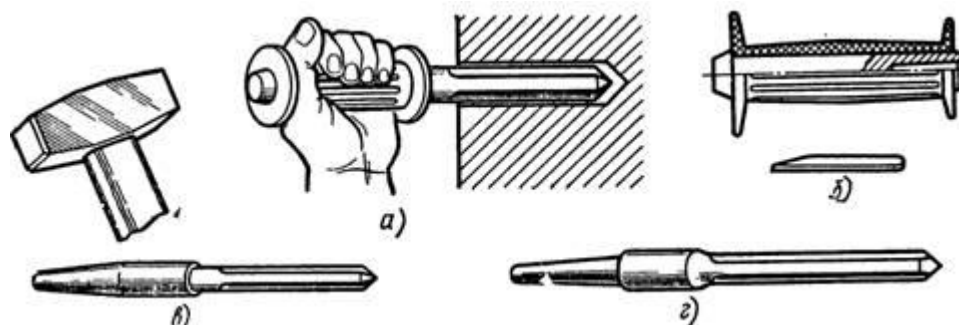


Рис. 1. Пробивка гнезда пробойником (а), оправка ОПК с клином (б) и пробойники 4,8 и 7,8 мм (в, г)

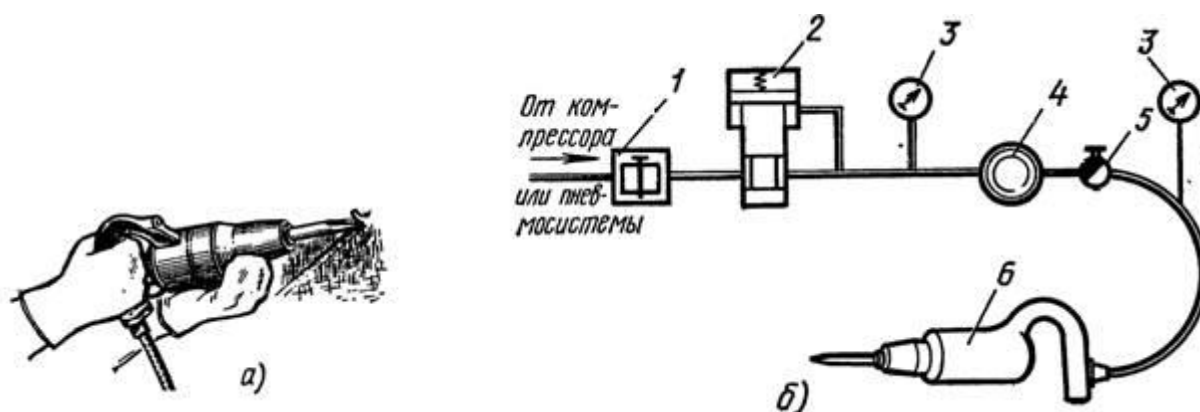


Рис. 2. Выполнение пробивных работ пневматическим рубильным молотком (а) и схема подключения пневматического молотка (б):

1 — фильтр влагоотделителя, 2 — регулятор давления, 3 — манометры, 4 — маслораспылитель, 5 — вентиль, 6 — подключаемый инструмент

Приемы работы ручными инструментами рассмотрены в инструкционной карте на примере использования зубила. Пробивка гнезда пробойником показана на рис. 1, а основной прием работы пневматическим рубильным молотком и схема его подключения приведены на рис. 2.

Пневматические молотки можно применять для образования ниш, борозд и выполнения других пробивных работ в строительных основаниях, где необходима сила удара 12—16 Н.

К инструментам ударно-поворотного действия относят фугальные электрические молотки, которые служат для пробивки борозд, офактуривания и очистки поверхностей, бурения гнезд и отверстий в строительных основаниях из искусственных и естественных строительных материалов. Молоток состоит из пластмассового корпуса, ударного узла с системой виброизоляции, узла вентиляции и узла крепления рабочих инструментов.

Рабочие инструменты приводятся в действие через специальный боек двигателем с электромагнитными катушками.

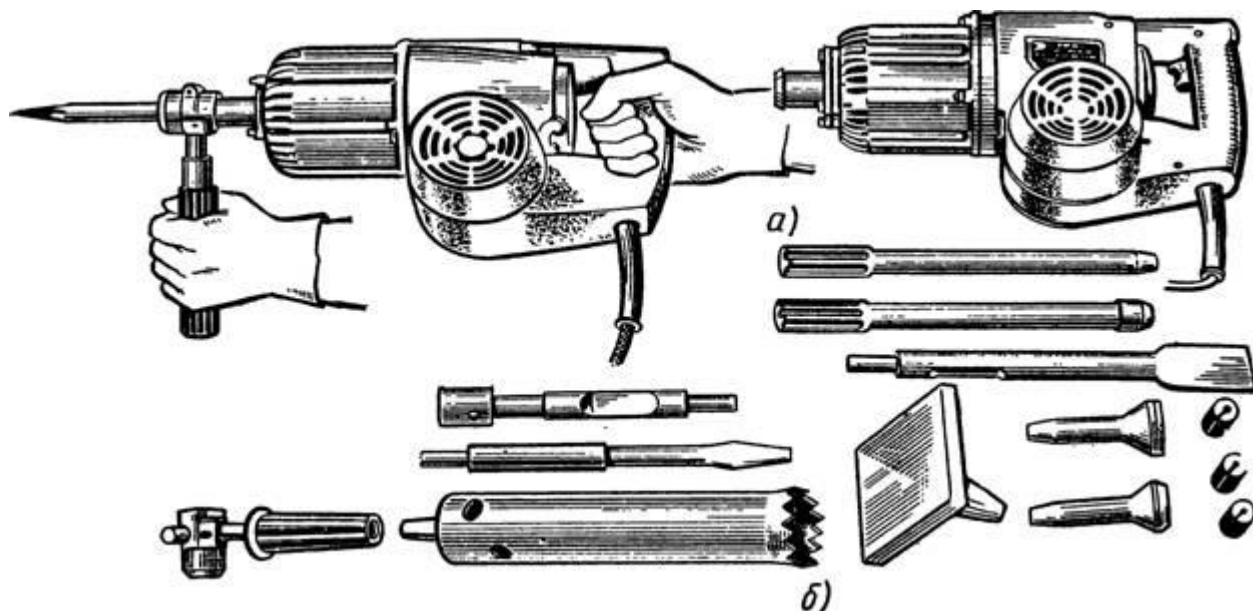


Рис. 3. Фугальный электрический молоток, оснащенный рабочими инструментами и поворотной рукояткой (а) и вариант его комплекта (б)

Поворотные движения работающий осуществляет с помощью специальной рукоятки.

На рис. 3 показан фугальный электрический молоток с комплектом рабочих инструментов. Если этот комплект инструментов будет использован для упражнений, мастер должен самостоятельно разработать инструкционную карту с помощью рисунка и инструкции завода-изготовителя.

К инструментам ударно-вращательного действия относят электромагнитобур СЦ-2, общий вид и кинематическая схема которого показаны на рис. 4, а, б. Он представляет собой два независимых электродвигателя ударного и вращательного действия. Питание электромагнитобура осуществляется от специального преобразователя с понижающим трансформатором и выпрямителем. Предназначен он для бурения отверстий в бетонных, кирпичных и гранитных основаниях, а также в металлических и деревянных конструкциях.

Многие электромонтажные организации выпускают специальные насадки к электросверлилкам (рис. 5). Насадки преобразуют вращательное движение в ударно-вращательное, при этом частота вращения остается неизменной, а число ударов по рабочему инструменту превышает ее.

Для упражнений следует отобрать инструменты, широко используемые на объектах базового предприятия, и самостоятельно разобрать инструкционные карты;

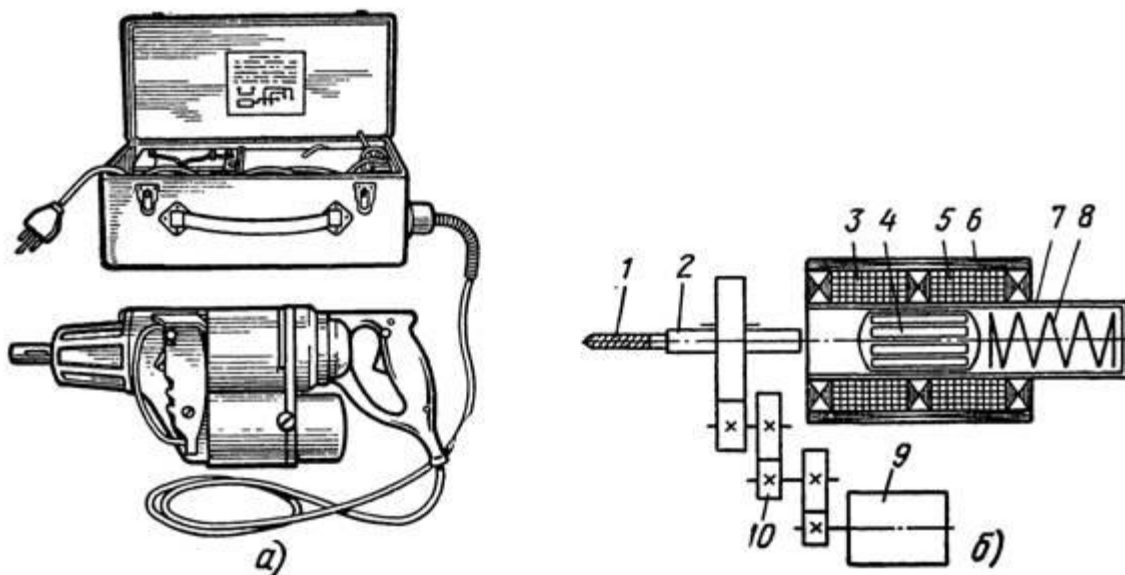


Рис.4 Электромагнитобур СС-2:

а —общий вид, б — кинематическая схема; 1 — рабочий инструмент, 2— шпиндель, 3 — катушки прямого и обратного ходов электродвигателя ударного механизма, 4 — боек, 5 — внешний магнитопровод, 7—диамагнитная втулка, 8 — буферная пружина, 9 — электродвигатель для вращения инструмента, 10 — трехступенчатый редуктор

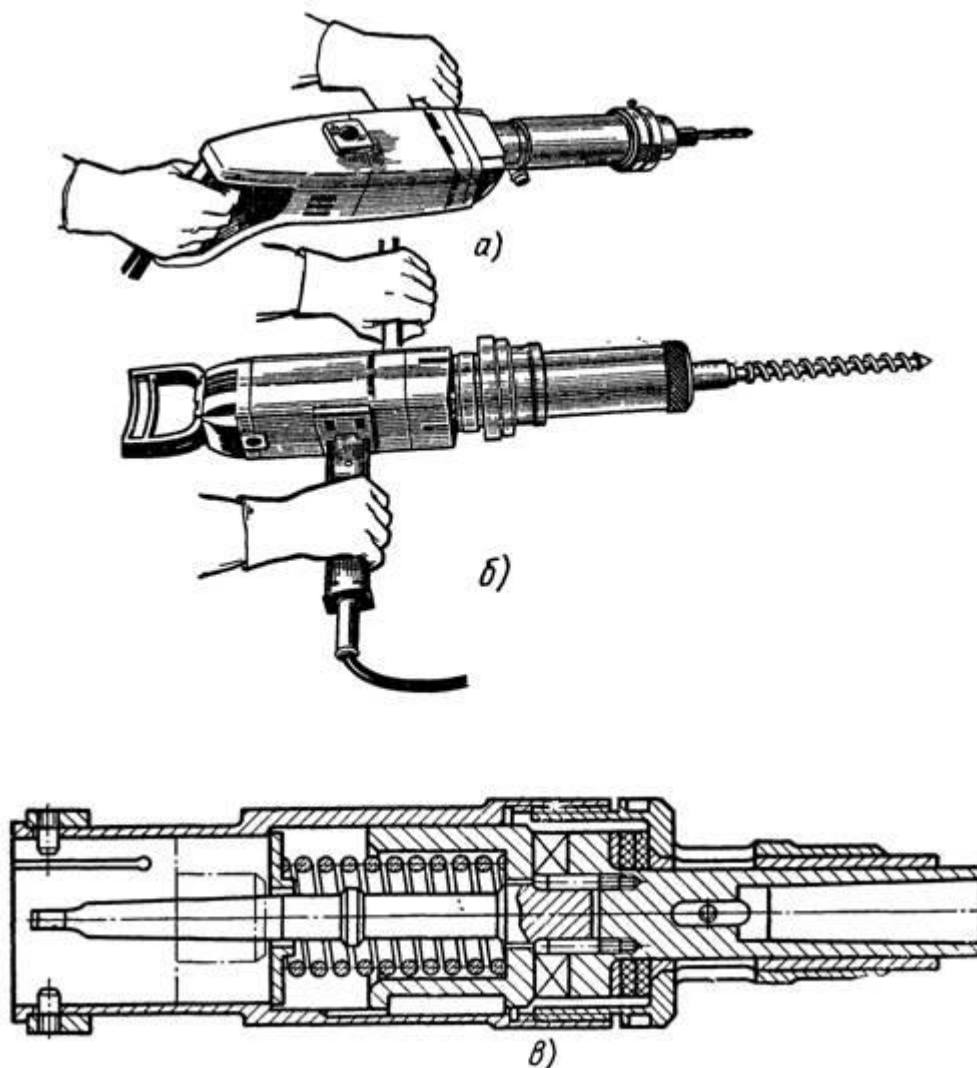
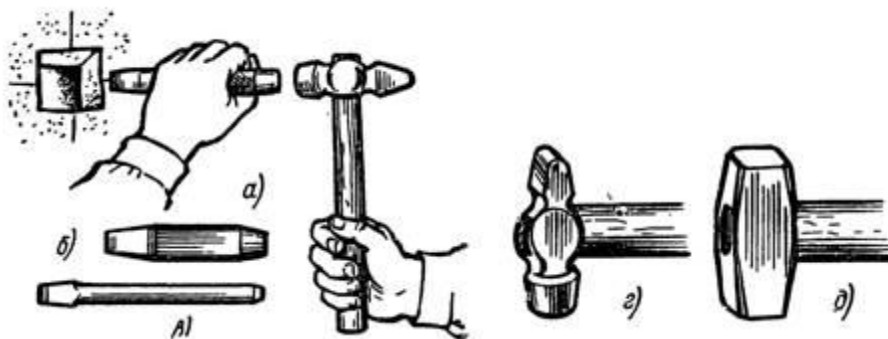


Рис. 5. Электросверлилки с ударно-вращательными насадками с одной и двумя рукоятками (а, б) и устройство насадки; (в)



Основной прием работы (а) и общий вид инструментов (б — зубило, в — скarpель, г — слесарный молоток А-5, д — кузнечная тупоносая кувалда)

Область применения: для заготовки отверстий, гнезд, борозд при отсутствии механизированных способов выполнения пробивных работ.




**Цель:** научиться выполнять пробивные работы вручную с помощью зубила (скарпели).

**Требования.** Для сохранения работоспособности в течение длительного времени необходимо чувствовать себя при рубке свободно, удары наносить уверенно и метко, пользуясь по возможности плечевым ударом.

Необходимо приучить себя смотреть не на головку зубила, а на место обработки, опытный рабочий смотрит только на место обработки и заученным движением точно наносит удары по головке зубила или скарпели. Этого можно достичь в результате тренировок, благодаря которым изучаемые приемы переходят в прочный трудовой навык. Во время тренировок на левую руку надевают специальный щиток или перчатку (рукавицу) во избежание повреждения руки.

**Инструменты и приспособления:** зубило (скарпель), молоток (кувалда), защитные очки.

**Материалы:** строительное основание для упражнений.

Эскизы и наименование упражнений	Инструктивные указания и пояснения
	<p>Зубило взять за среднюю часть левой рукой на расстоянии 15—20 мм от ударной части. Надежно удерживая зубило в руке (сильно не сжимать), слегка расслабить большой и указательный пальцы. Установить зубило по месту разметки</p>
Держание зубила	
	<p>Взять молоток правой рукой за рукоятку на расстоянии 15—20 мм от ее конца, обхватив ее четырьмя пальцами и крепко прижимая к ладони; большой палец наложить на указательный и крепко сжать все пальцы. Они остаются в таком положении при замахе и ударе</p>
Держание молотка без разжимания пальцев	
	<p>Этот способ отличается от вышерассмотренного тем, что в начале замаха (когда рука движется вверх) рукоятку молотка обхватывают всеми пальцами. По мере подъема руки вверх мизинец, безымянный и средний пальцы постепенно разжимают и поддерживают наклоненный назад молоток, затем разжатые пальцы сжимают и</p>
Держание молотка с	

разжиманием пальцев	ускоряют движение руки вниз
	Молоток движется только за счет изгиба кисти руки. При этом кисть сгибают в запястье до отказа, разжав слегка пальцы, кроме большого и указательного (мизинец не должен сходиться с рукоятки молотка). Затем пальцы сжимают и наносят удар. Кистевой удар наносят, когда не нужно больших усилий (на выходах отверстий, при подгонке или подрубке)
Кистевой удар молотком	
	Молоток движется за счет изгиба руки в локте. При замахе действуют пальцы руки, которые разжимаются и сжимаются, кисть и предплечье. Для получения сильного удара руку изгибают достаточно быстро. Этим ударом пользуются, когда нужны средние ударные усилия
Локтевой удар молотком	
	Молоток движется за счет изгиба руки в плече. В ударе участвуют плечо, предплечье и кисть. Этим ударом пользуются в случаях, когда нужны большие ударные усилия. В момент нанесения удара рукоятку молотка прочно зажимают пальцами (слабо удерживаемый молоток при неточном ударе отскочит в сторону)
Плечевой удар молотком	

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Составьте технологическую карту на пробивные работы ручным инструментом.
3. Выполнить отчет по работе.



### ***Содержание отчета:***

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненное задание

### ***Вопросы:***

1. Перечислите основные требования безопасности при выполнении электромонтажных работ.
2. Перечислите основные виды и назначение инструментов, приспособлений, используемых при пробивных работах.
3. Назовите основные этапы проведения пробивных работ.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

***Тема:*** Технологическая карта ремонта осветительных установок

***Цель:*** Научиться правильности составления технологической карты на ремонт осветительных установок.

***Материальное обеспечение:*** Информационный и презентационный материал, рабочие тетради.

### ***Общие теоретические положения:***

Правильная эксплуатация установок естественного и искусственного освещения играет важную роль для создания высокого уровня освещенности в помещениях и экономии электроэнергии, расходуемой на искусственное электрическое освещение.

Эксплуатация осветительных установок включает в себя:

- 1) регулярную очистку остекления помещений и светильников от загрязнения;
- 2) своевременную замену перегоревших ламп и контроль за постоянством напряжения в осветительной сети;
- 3) реализацию мероприятий, способствующих относительно меньшему загрязнению остекления, как, например, покрытие стекол специальными прозрачными пленками, легко удаляемыми при очистке, и др.;
- 4) повышение общего уровня культуры эксплуатации здания, обеспечивающей в помещениях необходимую чистоту воздуха и отсутствие выброса в атмосферу пыли, дыма, копоти и т. д., а также регулярную уборку помещений, окраску или побелку стен и потолка.

Правильная организация эксплуатации осветительной установки и добросовестный повседневный уход за ней обеспечивают сохранение ее работоспособности и соответствие действующим правилам и нормам. При разработке проекта осветительной установки предусматривается решение вопросов, связанных с обслуживанием светильников и доступом к элементам электрической сети.

При высоте подвеса светильников более 4,5 м (предельная высота для обслуживания со стремянки) для доступа к элементам осветительной установки возможно использование ряда способов. Например, обслуживание с мостовых монтажных, ремонтных и технологических кранов или кран-балок, оборудованных специальными огражденными площадками.

При значительном количестве светильников и размещении их рядами целесообразно устройство специальных светотехнических мостиков, которые располагаются выше кранов и позволяют вести работы по обслуживанию электрооборудования независимо от режима работы кранов и в любое время суток.

При групповом размещении светильников и для обслуживания одиночных светильников может быть предусмотрено устройство огражденных светотехнических площадок или установка специальных скоб с заспинными дугами.

При наличии технического этажа возможна организация обслуживания светильников с него, а в некоторых случаях предусматривается опускание светильников вниз для обслуживания их с пола. Находит также широкое применение обслуживание светильников с помощью передвижных телескопических вышек и выдвижных лестниц различной конструкции.

Независимо от типа применяемых источников света, для любой осветительной установки имеются общие требования к эксплуатационному персоналу и к организации эксплуатации. Эти требования можно сформулировать следующим образом.

Основное правило эксплуатации сводится к регулярному наблюдению, своевременному ремонту и устранению обнаруженных неполадок в работе всех элементов осветительной установки. Поскольку обнаружить неисправности отдельных элементов установки в большинстве случаев можно только по режиму горения ламп, то необходимо систематически вести журнал эксплуатации, в котором нужно отмечать данные о режиме работы осветительной установки (время горения ламп, смена ламп, время чистки светильников, данные о замере изоляции сети, замена вышедших из строя элементов светильников и их ремонт и др.).

На работу ламп оказывает сильное влияние величина напряжения в питающей сети и ее отклонение от номинального значения, поэтому необходимо следить за поддержанием постоянства напряжения в сети, выявлять и устранять причины резких колебаний напряжения. От четкого контроля режима напряжения питающей сети очень часто зависит фактический срок службы ламп.

Пыль и копоть, осаждаясь на отражающих поверхностях светильников, покрывая тонким слоем рассеиватели и колбы ламп, вызывают дополнительное поглощение светового потока, создаваемого источником света, и тем самым снижают коэффициент полезного действия светильника. Постепенное загрязнение стен и потолков уменьшает их коэффициент отражения, при этом возрастает поглощение ими светового потока, что приводит также к снижению освещенности рабочих мест.

В связи с этим хорошее состояние осветительной установки обуславливается своевременной и тщательной очисткой элементов осветительного электрооборудования от всех видов загрязнений, регулярной покраской стен и потолков помещений и проведением планово-предупредительных осмотров и текущих ремонтов электрооборудования

Очистка. Очищают корпус и конструкции светильников и осветительных установок от пыли щеткой-сметкой и протирают обтирочным материалом. Снимают плафоны и электрические лампы. Плафоны промывают 5 % -ным раствором каустической соды в воде, а затем чистой водой и просушивают. Лампы протирают влажным, обтирочным материалом. Контактные поверхности Ламп покрывают тонким слоем технического вазелина.

Частота чистки светильников зависит от многих факторов и в первую очередь от среды освещаемого помещения. Так, светильники в цехах металлургического завода нуждаются в большей частоте обслуживания, чем установленные в коридоре больницы. Точно так светильники в шлифовальной мастерской должны чиститься чаще, чем светильники в зале заседания, расположенном в том же здании.

Количество чисток, определенные главой II-A, 9-71 СНиП «Искусственное освещение. Нормы проектирования» по количеству пыли, дыма и копоти, содержащихся в воздушной среде помещений и наружных пространств, указаны в табл. 1

Таблица 1. Количество чисток светильников

Освещаемые объекты	Количество чисток
Производственные помещения, в воздушной среде которых содержатся пыль, дым и копоть в количествах: 10 мг/м <sup>3</sup> и более От 5 до 10 мг/м <sup>3</sup> Не более 5 мг/м <sup>3</sup>	Не менее 2 раз в месяц 1 раз в месяц 1 раз в 3 месяца
Вспомогательные помещения с нормальной воздушной средой и помещения общественных и жилых зданий	1 раз в 3 месяца
Площадки промышленных предприятий, в воздушной среде которых содержатся пыль, дым и копоть в количествах: Более 5 мг/м <sup>3</sup> До 0,5 мг/м <sup>3</sup>	1 раз в 3 месяца 1 раз в 6 месяцев
Улицы, площади, дороги, территории общественных зданий, жилых районов и выставок, парки, бульвары	1 раз в 6 месяцев

Проверка состояния контактов, ламп, защитных стекол. Осматривают контакты

электрических соединений. Окисленные или подгоревшие контактные поверхности зачищают шлифовальной шкуркой и смазывают техническим вазелином. Проверяют соответствие ламп типу светильника или осветительной установки. Если лампа не горит, вначале ее осматривают, а затем омметром проверяют целостность нити накаливания. При обрыве нити накаливания, трещинах на колбе, повреждениях цоколя лампу заменяют новой. Осматривают защитные стекла светильников. Защитные стекла, имеющие трещины и сколы, заменяют. Проверка крепления. Пошатыванием рукой проверяют надёжность крепления светильника или осветительной установки, пускорегулирующего аппарата, конденсатора, стартера, клеммных колодок, выключателя и других элементов. При необходимости крепежные соединения подтягивают выключатели, переключатели, штепсельные розетки. Рекомендуемые сроки планово-предупредительных осмотров и ремонтов всех перечисленных элементов осветительной установки указаны в табл. 2.

Таблица 2.

Рекомендуемые сроки планово-предупредительных осмотров и ремонтов.

Объекты осмотра	Для помещений с нормальной средой и для установок наружного освещения	Для помещений сырых, особо сырых, пыльных, с едкими парами или газами, пожара-или взрывоопасных
Щитки, выключатели, штепсельные розетки, осветительные приборы и др. осветительные установки	1 раз в 4 месяца	1 раз в 2 месяца
Те же, но относящиеся к аварийному освещению, за исключением розеток. штепсельных	1 раз в 2 месяца	1 раз в месяц

Осмотром и проверкой светильников должны устанавливаться: наличие, целостность и надежность закрепления рассеивателей, защитных стекол, экранирующих решеток, отражателей, надежность электрических контактов, состояние изоляции зарядных проводов, должны устанавливаться и устраняться возникающие неисправности в светильниках с люминесцентными лампами, причиной которых могут быть лампы, стартеры, ПРА, ошибки в схеме и др

Проверка уплотнений. Осмотром проверяют состояние уплотняющих прокладок и уплотнений проводов. Уплотняющие прокладки и уплотнения должны плотно прилегать к поверхностям и не иметь разрывов и трещин. Поврежденные уплотнения заменяют. Проверка изоляции проводов. Осматривают изоляцию проводов в месте ввода в светильник. Места на проводе с трещинами и обугленными участками изолируют изоляционной лентой. Проверка заземления. Осматривают заземление и при необходимости зачищают контакты.

**Задание к работе:** Составить технологическую карту обслуживания осветительных установок по аналогии.

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Составить технологическую карту ТО осветительных установок.
4. Составить отчет.

**Содержание отчета:**

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что включает в себя эксплуатация осветительных установок?
2. Какие приспособления используются для осмотра осветительных установок при высоте подвеса более 4,5 м?
3. Запишите основное правило эксплуатации осветительных установок.
4. Какая документация заполняется при эксплуатации осветительных установок?
5. Какие документы определяют сроки ТО осветительных установок?

## Практическая работа

### Тема: Монтаж светильника люминесцентной лампы

**Цель работы:** Ознакомиться с конструкцией и принципом действия люминесцентных ламп (ЛЛ). Изучить схемы включения ЛЛ в сеть. Выяснить предназначение каждого элемента в схеме включения ЛЛ.

#### Задание к работе

1. Изучить конструкцию и принцип действия люминесцентных ламп.
2. Изучить схемы включения ЛЛ и способы монтажа светильников с ЛЛ.
3. Произвести монтаж схемы включения люминесцентных ламп.
4. Измерить и рассчитать параметры схемы, содержащей ЛЛ.

#### Общие сведения

Люминесцентная лампа – это длинная стеклянная трубка (колба) 1, внутренняя поверхность которой покрыта слоем люминофора 2 (рис. 1.1) [1, 2, 7]. В герметически закрытых торцах колбы на молибденовых электродах 3, прикрепленных к стеклянной ножке 5, смонтирована вольфрамовая оксидированная моноспираль 6. К электродам 4 спирали 6 припаяны штырьки 8, изолированные от цоколя лампы 7 специальной мастикой.

Лампа заполнена аргоном и небольшим количеством ртути. Электрический разряд в такой лампе начинается в атмосфере инертного газа, а затем, по мере испарения ртути, продолжается в ее парах. Преобразование электрической энергии в световое излучение в люминесцентных лампах имеет две фазы: электрический разряд в парах ртути сопровождается коротковолновым ультрафиолетовым излучением (первая фаза); возникающая ультрафиолетовая радиация, воздействуя на люминофор, вызывает его фотолюминесценцию (вторая фаза). Таким образом, люминофор преобразует ультрафиолетовое излучение в видимое. Спектр излучения лампы зависит от химического состава люминофора.

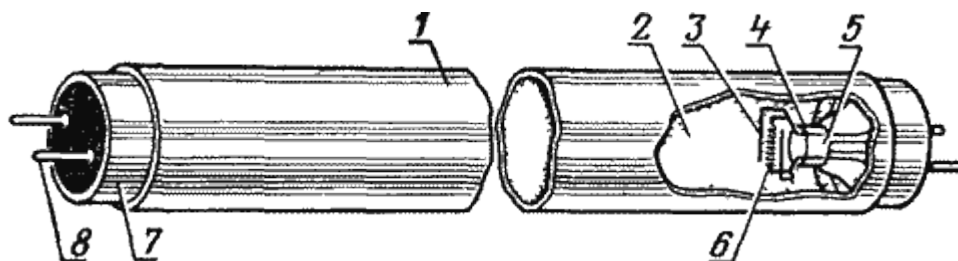


Рис. 1. Устройство люминесцентной лампы:

1 – стеклянная трубка (колба); 2 – люминофор; 3 – проволоочные экраны; 4 – электроды; 5 – ножка; 6 – оксидированная моноспираль; 7 – цоколь; 8 – ножки-штырьки

В зависимости от цветности и назначения люминесцентные лампы отечественного производства имеют соответствующую маркировку: ЛД – лампа дневного света, ЛБ – лампа белого света, ЛХБ – лампа холодно-белого света, ЛТБ – лампа тепло-белого света, ЛДЦ – лампа улучшенной цветопередачи, ЛФ – лампа с высокой фотосинтетической эффективностью. Цифры в маркировке лампы, например ЛТБ - 80, означают потребляемую мощность в ваттах.

Мощность выпускаемых люминесцентных ламп составляет: 15, 20, 30, 40, 65 и 80 Вт. Средняя продолжительность горения всех типов ламп не менее 10 тыс. часов при оптимальных условиях:  $t = 18 \dots 25^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 70 %.

Для разогрева электродов люминесцентной лампы и облегчения её зажигания в схеме включения часто применяют стартер. Стартер (рис. 7.2) представляет собой миниатюрную газоразрядную лампу 3 с биметаллическими (одним или двумя) электродами 1 и 2, заполненную смесью 60 % аргона, 28,8 % неона и 11,2 % гелия.

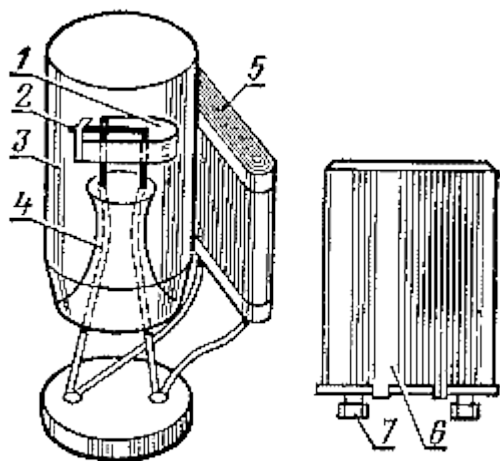


Рис. 2. Устройство стартера тлеющего разряда:

1, 2 - биметаллические электроды; 3 - газоразрядная лампа; 4 - токоподводы; 5 - конденсатор; 6 - металлический корпус; 7 - контактные электроды

Стеклянная колба лампы стартера помещена в металлический корпус цилиндрической формы 6. Напряжение зажигания газоразрядной лампы составляет 70 В для стартера, рассчитанного для работы в сети 127 В и 128 В для стартера на 220 В. Присоединение стартера к схеме осуществляется контактными электродами 7.

#### Схемы включения газоразрядных ламп

Схемы включения газоразрядных ламп могут быть стартерными и бесстартерными [1, 2].

Стартерная схема включения трубчатой люминесцентной лампы низкого давления показана на рис. 3.

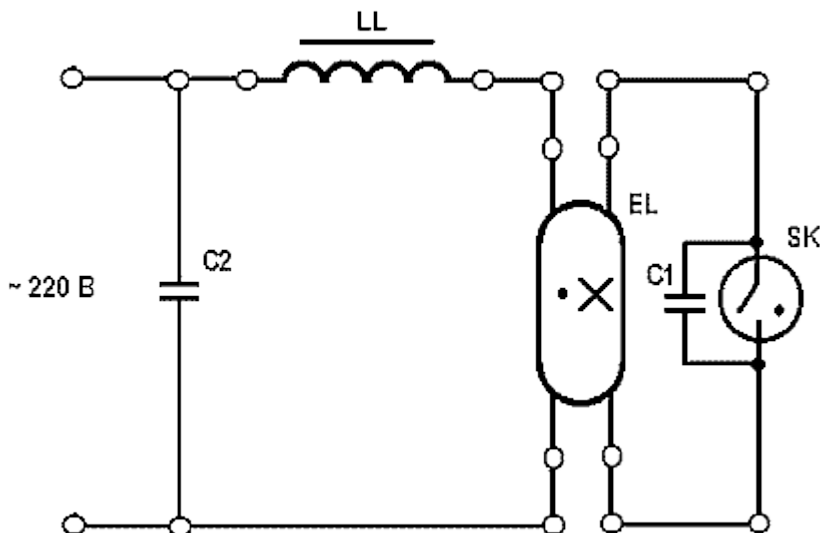


Рис. 3. Стартерная схема включения люминесцентной лампы

При подаче напряжения на схему ток через лампу EL не течет, так как газовый промежуток является изолятором и для его пробоя нужно напряжение, превышающее напряжение сети. В стартере SK при этом возникает тлеющий разряд, сопровождающийся протеканием тока (20...50 мкА) в электрической цепи (дроссель LL, нить накала электродов люминесцентной лампы EL, стартер SK). Биметаллические электроды стартера SK разогреваются, изгибаются, накоротко замыкаются друг с другом и замыкают цепь накала электродов люминесцентной лампы EL через

дроссель LL на напряжение сети. Проходящий при этом по нитям накала электродов ток в 1,4...1,5 раза превышает номинальный рабочий ток люминесцентной лампы.

За 1...2 с электроды люминесцентной лампы разогреваются до 700...900 °С, вследствие чего увеличивается электронная эмиссия, и облегчаются условия пробоя газового промежутка. После прекращения тлеющего разряда в стартере его электроды охлаждаются и, возвращаясь в исходное положение, размыкают цепи накала электродов люминесцентной лампы. В момент разрыва цепи возникает электродвижущая сила самоиндукции в дросселе LL, величина которой пропорциональна индукции дросселя и скорости изменения тока в момент разрыва цепи. Образовавшийся за счет э.д.с. самоиндукции импульс повышенного напряжения (700...1000 В) прикладывается к электродам лампы. Происходит пробой и лампа начинает светиться. К стартеру же, включенному параллельно лампе, прикладывается приблизительно половина напряжения сети, которого недостаточно для повторного пробоя его газоразрядной лампы, и поэтому она больше не зажигается. Если лампа не зажглась, зажигание автоматически повторяется.

Дроссель (катушка с железным сердечником) служит также и для ограничения тока в лампе, обеспечивая её стабильную работу. Для уменьшения радиопомех в цепь стартера включен конденсатор С1. Пускорегулирующие аппараты (ПРА) в схеме ламп расходуют около 30% их номинальной мощности.

В схеме используется конденсатор С2, который компенсирует реактивную мощность, создаваемую дросселем и тем самым увеличивает коэффициент мощности светильника с ЛЛ до 0,9...0,95.

Общий недостаток газоразрядных источников света заключается в том, что световой поток их пульсирует с частотой равной 100 Гц. Глаз не в состоянии уловить непрерывное мелькание света благодаря зрительной инерции. Однако при освещении пульсирующим светом вращающихся и движущихся предметов может возникнуть стробоскопический эффект, который заключается в появлении ложного представления неподвижности, обратного направления вращения или множественности движущихся предметов. Это очень опасно в производственных условиях.

В стартерных (одноламповых) схемах включения применяют дроссели типа 1УБК и 1УБИ (рис. 4, а).



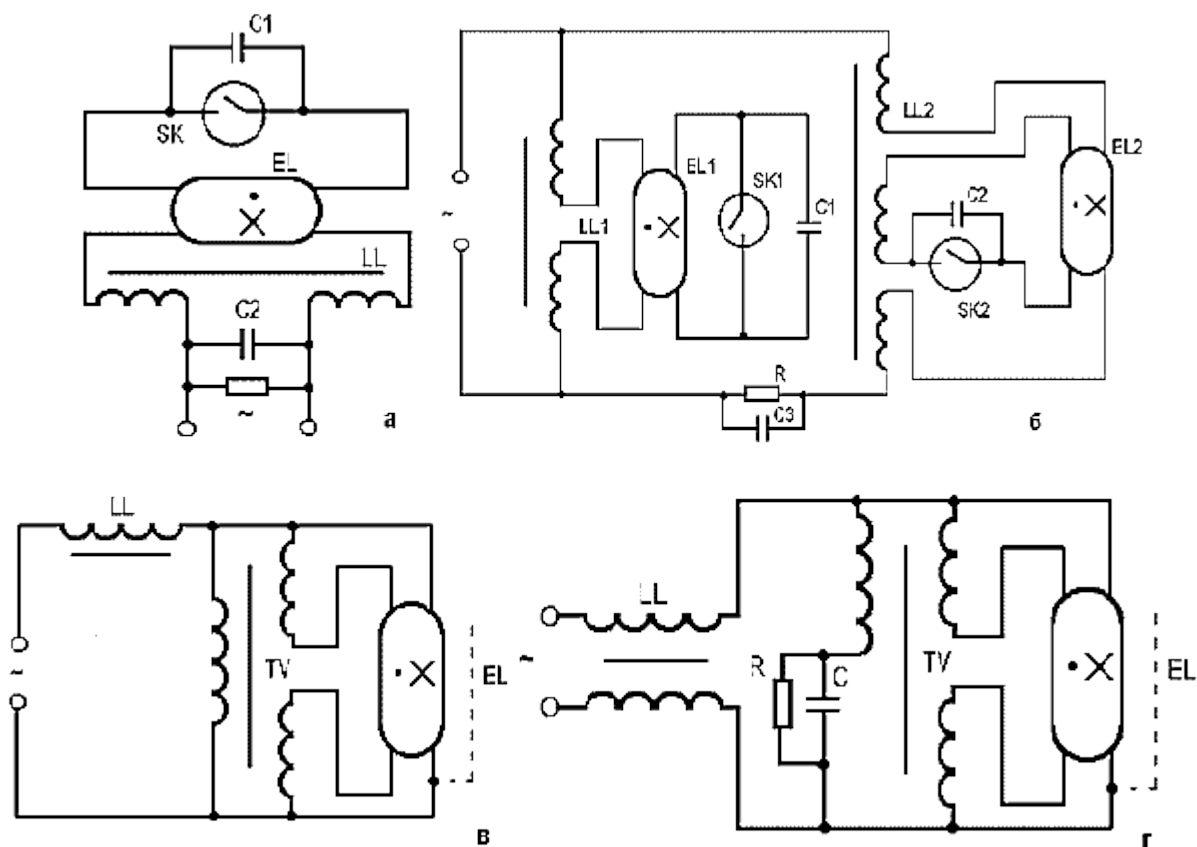


Рис. 4. Схемы включения люминесцентных ламп:  
а – одноламповой с ПРА типа 1 УБИ и 1 УБК;  
б – двухламповой стартерной с ПРА типа 2 УБК;  
в – одноламповой бесстартерной с ПРА типа 1 АБИ;  
г – одноламповой бесстартерной с ПРА типа 1 АБК.

Для устранения стробоскопического эффекта газоразрядные лампы включают по двухламповой схеме (рис. 4, б), которая обеспечивает изменение светового потока каждой из ламп со сдвигом по фазе. Вследствие этого суммарный световой поток двух ламп почти не пульсирует, что достигается включением в цепь одной из ламп конденсатора  $C3$  и разрядного резистора  $R$ .

Учитывая то, что стартерные схемы включения газоразрядных ламп недостаточно надежны в работе, промышленность выпускает бесстартерные схемы (рис. 4, в, г), где балластные устройства 1 АБИ и 1 АБК имеют обычный или симметрированный дроссель, накальный трансформатор  $TV$  с вторичной обмоткой, разделенной на симметричные части и проводящей проволоочки (или полоски) на лампе. Эта проволоочка (на рис.4 изображена пунктиром) облегчает зажигание лампы.

При включении люминесцентной лампы по схемам (рис. 4, в, г) на лампу одновременно подается напряжение от первичной обмотки накального трансформатора  $TV$  для зажигания и для подогрева электродов лампы от накальных обмоток.

Однако качество освещения и продолжительность срока службы люминесцентной лампы зависят от устройства, обеспечивающего ее зажигание и поддержание рабочего режима.

### Способы крепления светильников

Для крепления светильников с люминесцентными лампами используют конструкции КЛ (рис. 5), в комплект которых входят коробка КЛ – 1УЗ и КЛ – 2УЗ, заглушки КЛ – 3УЗ, потолочные скобы КЛ – СПУЗ и тросовые подвесы КЛ – ПТУЗ, изготавливаемые с лакокрасочным покрытием [3, 4].

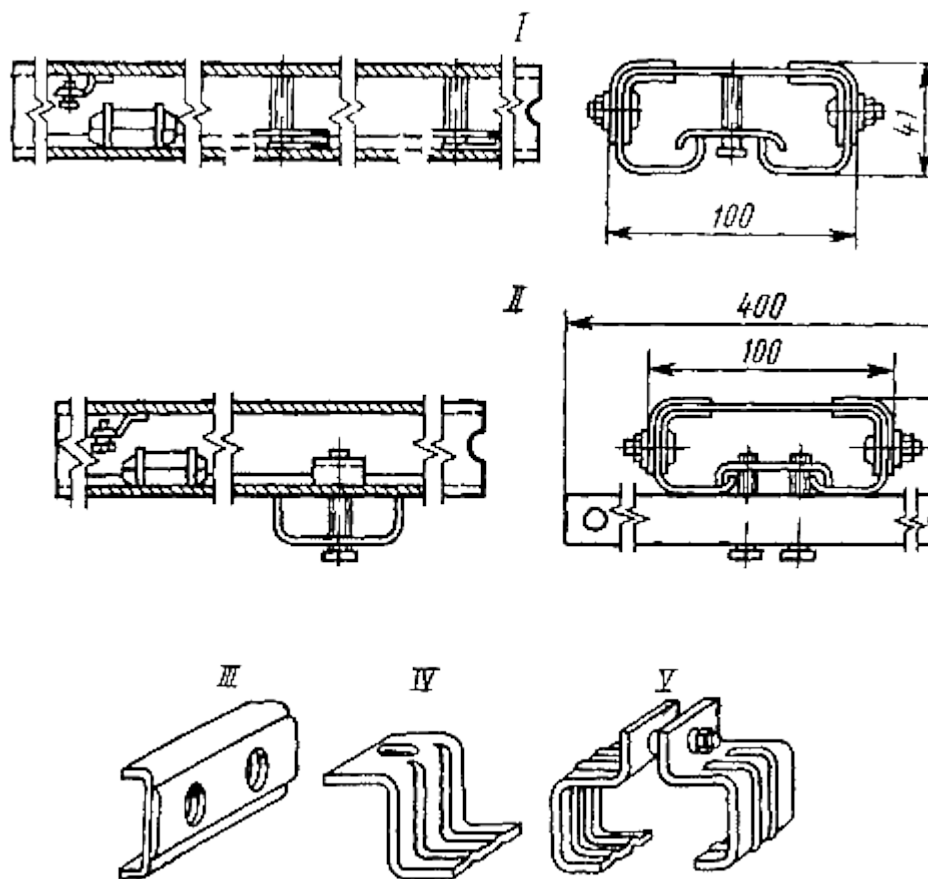


Рис. 5. Конструкции КЛ для светильников с люминесцентными лампами

Короба КЛ-1УЗ – (I) и КЛ-2УЗ – (II) служат для прокладки в них проводов электропроводки, крепятся между собой накладками и стандартными резьбовыми болтами, что обеспечивает не только надежное механическое их соединение, но и непрерывную электрическую связь заземления. В коробах КЛ-1УЗ предусмотрена однорядная подвеска светильников, а в КЛ-2УЗ – двухрядная, при этом первый тип коробов крепится на расстоянии 2 м между опорами и имеет допустимую нагрузку 700 Н, а второй тип – соответственно 1 м и 1400 Н.

Короба поставляют с ответвительными сжимами У739МУЗ для присоединения светильников к магистральным проводам (из расчета три сжима на два короба). Для осмотра или ремонта светильники опускают на двух подвесах, которые в рабочем положении складываются и заходят внутрь короба.

Заглушки КЛ-3УЗ (III) используют для закрывания торцов коробов, потолочные скобы КЛ – СПУЗ (IV) – для крепления коробов к перекрытиям с помощью болтов или дюбелей. А тросовые подвесы КЛ – ПТУЗ (V) – для подвески коробов на катанке – проволоке или тросе диаметром 8 мм.

Люминесцентные светильники 1 (рис. 6.) с помощью тросового подвеса 8 устанавливают на коробах 2, которые крепят к перекрытию 6 подвесом 4 через закладную деталь 5. Питание светильников рабочего освещения осуществляется кабелем 3, а аварийного освещения – кабелем 7.

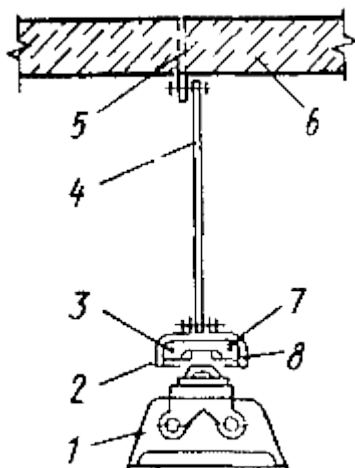


Рис. 6. Способы подвески конструкций КЛ

Светильники присоединяют к сети внутри коробов с помощью осветительных сжимов У739 без разрезания проводов. При этом короба собирают в линию длиной 20 м из десяти двутавровых секций, что позволяет подвешивать на них 15 люминесцентных светильников при однорядном и 30 при двухрядном расположении.

### Крепление светильников ЛПО с помощью дюбелей.

Для освещения жилых и общественных помещений предназначены, например, потолочные светильники типа ЛПО (табл. 1.), выпускаемые заводом «Люмсвет» (г. Москва) с одним, с двумя отражателями (крыльями) или без отражателя, с одной или двумя лампами (18 Вт, 36 Вт и 58 Вт) (рис. 7) [10].

В корпусе светильника имеется отверстие для проводки питающего провода. Стальной корпус светильника обычно крепят к потолку дюбель-гвоздями, дюбель-винтами или распорными дюбелями (см. работу №1).

Таблица 1

Технические характеристики светильников ЛПО

Наименование	Кол-во ламп	Мощность, Вт	Габаритные размеры, мм		
			Длина	Ширина	Высота
ЛПО-71-1x18-703	1	18	620	200	105
ЛПО-71-2x18-703	2	18	620	200	105
ЛПО-71-1x36-703	1	36	1227	200	105
ЛПО-71-2x36-703	2	36	1227	200	105
ЛПО-71-1x58-703	1	58	1527	200	105
ЛПО-71-2x58-703	2	58	1527	200	105
ЛПО-71-1x18-803	1	18	620	60	90
ЛПО-71-2x18-803	2	18	620	100	85
ЛПО-71-1x36-803	1	36	1227	60	90
ЛПО-71-2x36-803	2	36	1227	100	85
ЛПО-71-1x58-803	1	58	1527	60	90

ЛПО-71-2x58-803	2	58	1527	100	85
ЛПО-71-1x18-903	1	18	620	90	160
ЛПО-71-1x36-903	1	36	1227	90	160
ЛПО-71-1x58-903	1	58	1527	90	160

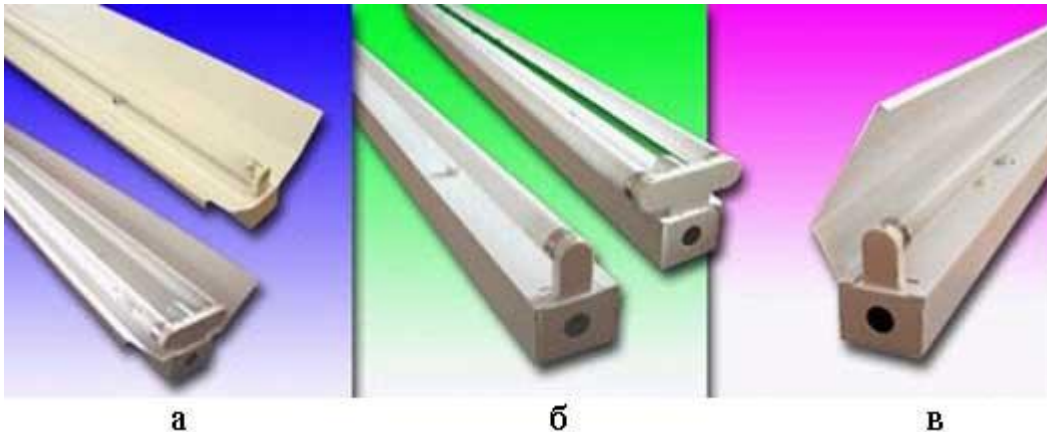


Рис. 7. Общий вид светильников ЛПО:

а – ЛПО-71-703 (с двумя крыльями); б – ЛПО-71-803 (без крыльев); в – ЛПО-71-903 (с одним крылом)

Светильники ЛВО-27 (рис. 8) типа Down Light [10] предназначены для освещения общественно-административных и жилых помещений (рис. 9). Легко устанавливается в подвесной потолок при помощи пружинных клипс. Зеркальный отражатель обеспечивает световой поток с нужным углом рассеивания. В светильнике используются компактные люминесцентные лампы или лампы накаливания. Светильники поставляются белого, черного, серебристого (алюминиевого) цветов, другие цвета – по заказу. Комплекуются электромагнитными или электронными пускорегулирующими аппаратами.



Рис. 9. Светильник ЛВО-27-190-110 под две компактные люминесцентные лампы мощностью 18 Вт



Рис. 10. Светильники направленного света серии *Down Light*

Завод светильников "ЛЮМСВЕТ" [10] выпускает также встраиваемые растровые светильники. Светильники могут комплектоваться любым отражателем по желанию заказчика – двойным параболическим "Парабола", "Милано", "Верона", V-образным ("Алора").

V-образный зеркальный отражатель состоит из трех центральных угловых и двух боковых зеркальных параболических алюминиевых профилей, соединенных между собой семью поперечными планками из рифленого алюминия. В комплект отражателя входит контакт заземления.

К корпусу светильника отражатель крепится при помощи металлических пружин, позволяющих легко осуществлять замену ламп и стартеров.

Встраиваемый светильник ЛВО-13-4х18-151 с V-образным отражателем (рис. 11) устанавливается в Т-профильный модульный потолок со структурой 600х600, 600х1200 мм и видимой поддерживающей системой 24 мм. Он может также устанавливаться в помещениях, где эпизодически используется небольшое количество техники. Светильники могут комплектоваться электронными балластами.

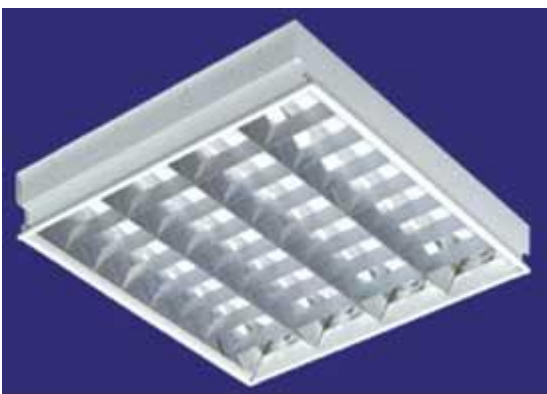


Рис. 11. Встраиваемый светильник с зеркальным V-образным отражателем (*ALORA*)–ЛВО-13-4х18-151

Встраиваемые в подвесные потолки Armstrong (рис. 12) светильники широко используются для освещения общественно-административных зданий.



Рис. 12. Подвесной потолок Armstrong

### Порядок выполнения работы

1. Изучите элементы схем включения люминесцентных ламп, расположенных на лабораторном стенде и на рис. 13.
2. Ознакомьтесь с монтажной схемой включения люминесцентных ламп.
3. Монтажными проводами соберите схему включения ламп (рис. 13) между соответствующими зажимами на лабораторном стенде.
4. После проверки преподавателем схемы, осуществите её включение автоматическим выключателем QF.

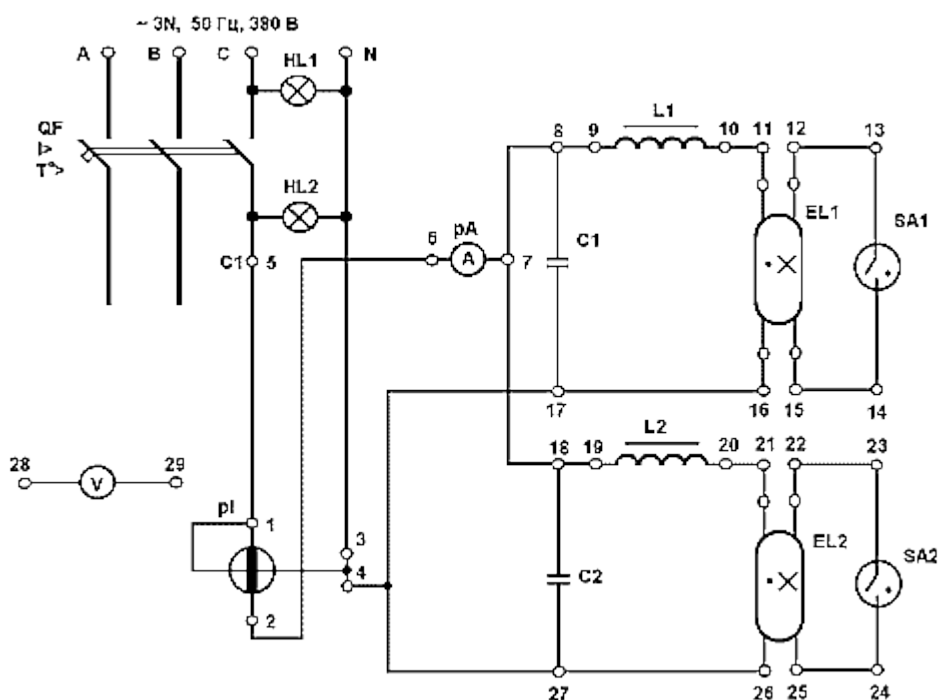


Рис. 13. Схема включения люминесцентных ламп

Измерьте вольтметром напряжение на лампах ( $U_{11-16}$ ,  $U_{21-26}$ ) после их загорания и определите ток.

После успешно проведенного эксперимента отключите автоматический выключатель QF. С согласия преподавателя отсоедините монтажные провода от блока зажимов стенда и сдайте их преподавателю или лаборанту.

6. Зная номинальную мощность ламп, рассчитайте коэффициент мощности светильника.

7. Для светильника, предложенного преподавателем из табл. 1, рассчитайте номинальный ток, выберите кабель (провод) для его монтажа и вычертите эскиз его крепления к конструкции, указанной преподавателем и составьте указаниями по его монтажу.

#### **Содержание отчета**

1. Название и цель работы.

2. Схема на рис. 13.

3. Расчеты, по определению токов, протекающих через лампы и коэффициента мощности светильника.

4. Эскиз крепления светильника и указаниями по монтажу.

#### **Контрольные вопросы**

1. В чем принципиальные отличия газоразрядных источников света от ламп накаливания?

2. Каковы функции дросселя, стартера, конденсатора?

3. Назовите основные преимущества и недостатки люминесцентных ламп.

5. Как осуществляется предварительный нагрев электродов?

6. Какое напряжение должно быть на зажимах самой лампы, если она рассчитана для работы от сети 220 В?

7. От каких факторов зависит срок службы люминесцентной лампы?

8. Назовите основные преимущества электронных ПРА.

9. Во сколько раз индуктивность дросселя в электронной ПРА меньше, чем в ПРА стартерной схемы?

10. Опишите технологию монтажа встраиваемого светильника в подвесной потолок Armstrong.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

**Тема:** Составление технологических карт по техническому обслуживанию воздушных линий.

**Цель:** Научиться правильности составления технологической карты на техническое обслуживание воздушных линий.

**Материальное обеспечение:** Информационный и презентационный материал, рабочие тетради.

**Общие теоретические положения:**

Организация эксплуатации воздушных линий.

Эксплуатация воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 - 20 кВ заключается в поддержании их в работоспособном состоянии путем осуществления технического обслуживания и ремонта.

Техническое обслуживание ВЛ состоит из комплекса мероприятий, направленных на предотвращение преждевременного износа элементов и (или) их разрушения. Качественное и своевременное техническое обслуживание является основным условием, обеспечивающим надежную работу ВЛ в межремонтный период.

Ремонт ВЛ заключается в проведении комплекса мероприятий для восстановления первоначальных характеристик ВЛ или отдельных ее элементов.

При техническом обслуживании и ремонте производится плановое устранение дефектов ВЛ. Дефекты или повреждения элементов, которые представляют непосредственную угрозу безопасности населения и обслуживающего персонала, возникновения пожара и т.п., должны устраняться незамедлительно.

Техническое обслуживание и ремонт, а также другие работы, непосредственно связанные с эксплуатацией ВЛ, следует выполнять с использованием транспортных средств, специальных машин, механизмов и приспособлений.

Машины, механизмы и приспособления рекомендуется размещать на ремонтно-производственных базах (РПБ) или ремонтно-эксплуатационных участках (пунктах) предприятий и районов электрических сетей.

При этом машины, механизмы и различного рода приспособления, постоянно используемые для централизованного обслуживания ВЛ, целесообразно закреплять за бригадами.

Ответственность за нормальную эксплуатацию средств механизации возлагается на производственное подразделение, за которым эти средства закреплены. Ответственность за состояние такелажных приспособлений, инструмента и другого оборудования, их своевременные ремонт и испытания возлагается на руководителей (мастеров) производственных подразделений, за которыми это оборудование закреплено.

Результаты осмотров и испытаний механизмов, такелажных приспособлений и другого оборудования следует заносить в журналы учета.

Хранение и пользование инструментом и приспособлениями должны производиться с соблюдением требований действующих Правил безопасности при работе с



инструментом и приспособлениями, Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технических требований к ним.

Хранение неисправного или непригодного для работы инструмента и приспособлений вместе с исправным и пригодным не допускается.

В помещении, предназначенном для хранения инструмента, приспособлений, инвентаря, необходимого для эксплуатации ВЛ, следует иметь список хранящихся механизмов, инструмента и приспособлений с указанием срока их очередных испытаний или осмотра.

Предприятию, осуществляющему эксплуатацию ВЛ, разрешается выполнять в охранных зонах все виды работ по техническому обслуживанию, ремонту или реконструкции ВЛ.

Плановые работы по ремонту и реконструкции ВЛ, проходящих по сельскохозяйственным угодьям, должны производиться по согласованию с землепользователем и, как правило, в период, исключаящий повреждение сельскохозяйственных культур.

Работы по предотвращению нарушений в работе ВЛ и ликвидации последствий таких нарушений могут производиться в любое время года без согласования с землепользователями, но с уведомлением их о проводимых работах и последующим оформлением соответствующих документов.

Порядок эксплуатации ВЛ, находящихся на балансе ПЭС и проходящих по территории предприятий и организаций, в полосе отвода железных и автомобильных дорог, вблизи аэродромов, в охранных зонах трубопроводов и линий связи, следует согласовывать с соответствующими предприятиями и организациями.

Персоналу ПЭС предоставляется право беспрепятственного доступа к ВЛ для проведения всех видов работ.

При техническом обслуживании и ремонте ВЛ следует применять комплексные методы, обеспечивающие выполнение всех видов работ на данной ВЛ в полном объеме за возможно короткий срок.

Техническое обслуживание и ремонт ВЛ, выполняемые комплексным методом (работы группируются в комплексы по номенклатуре и периодичности), рекомендуется осуществлять бригадами централизованного обслуживания, оснащенными необходимыми специализированными машинами, средствами механизации, инвентарем, защитными средствами, средствами связи. За бригадами закрепляются производственные и бытовые помещения: кладовые, склады, мастерские, гаражи для автотранспорта и механизмов, раздевалки и душевые. Бригады обеспечиваются необходимой нормативно-технической документацией и производственными инструкциями.

При комплексном проведении работ ремонтный персонал и средства механизации рекомендуется сосредотачивать на ремонтируемом объекте, что позволит сократить длительность отключения объекта, улучшить использование трудовых и материальных ресурсов.

В ряде случаев из-за рассредоточенности объектов ремонта и различной периодичности выполнения работ целесообразно проведение однотипных работ специализированными бригадами на одной или нескольких ВЛ (например, расчистка трасс, замена приставок и т.д.).

Безопасность при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту должна обеспечиваться путем выполнения организационно-технических мероприятий, предусмотренных действующими Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок, нормативными документами и технологическими картами. Комплексный ремонт объектов должен выполняться по проектам производства работ.

Персонал, выполняющий ремонтные работы под напряжением, должен пройти соответствующее обучение.

Выбор объемов и методов ремонта и технического обслуживания ВЛ должен осуществляться инженерно-техническим персоналом предприятия электрических сетей или РЭС на основании технико-экономического обоснования с учетом местных условий.

Планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ, оформление технической документации.

Для обеспечения планирования работ РЭС по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ распределительных сетей напряжением 0,38 - 20 кВ рекомендуется составлять:

1. Многолетний план-график ремонтов объектов распределительной сети.
2. Годовой план-график технического обслуживания и ремонта ВЛ.
3. Месячный план-график отключений ВЛ.
4. Годовой план материально-технического снабжения.

Многолетние планы-графики ремонтов рекомендуется составлять по каждому РЭС; они являются продолжением предыдущих планов-графиков и находятся на участке, в РЭС и в ПТС предприятия для руководства в работе.

Работы по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ 0,38 - 20 кВ следует осуществлять по годовому плану-графику и годовому плану.

Годовой план-график должен составляться в соответствии с периодичностью работ, указанной в ПТЭ, и ведомостями ремонтных работ, составленными на основании журналов дефектов, данных осмотров, проверок и измерений.

Ведомости ремонтных работ являются основанием для составления смет и спецификаций на материалы и оборудование.

Планируемые объемы работ по техническому обслуживанию и ремонту должны быть проверены на соответствие имеющимся трудовым и материальным ресурсам. При этом рекомендуется предусматривать резерв времени на выполнение аварийно-восстановительных и других непредвиденных работ, необходимость проведения которых возникает в процессе эксплуатации.

После анализа расчетов, уточнения объемов работ и согласования с соответствующими службами ПЭС годовой план-график по РЭС должен утверждаться главным инженером ПЭС.

Срок утверждения смет и годовых планов-графиков устанавливается приказом главного инженера АОЭиЭ или ПЭС.

Месячный план-график отключений рекомендуется составлять на основании годового плана и должен обеспечивать минимальный недоотпуск электроэнергии при плановых отключениях, сохранность сельскохозяйственных угодий, учитывать сезонный характер отдельных видов работ на ВЛ.

Перед началом месяца мастеру участка следует произвести расчет рабочего времени бригады на месяц и на основании годового плана, перечней работ и утвержденных смет выдать бригаде задание.

Месячные задания бригадам (участкам) должны утверждаться начальником РЭС.

В случае, если в комплексном ремонте объекта должны принимать участие службы предприятия (РЗА, СМиТ и т.п.), месячный план-отчет по участку должен быть согласован с этими службами и утвержден главным инженером ПЭС.

Ежемесячно согласно утвержденному порядку руководству ПЭС следует производить сдачу-приемку месячных планов-отчетов РЭС.

С целью сокращения трудозатрат и улучшения качества планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту рекомендуется осуществлять на персональных компьютерах с автоматизацией рабочих мест ИТР РЭС и ПТС предприятия.

Все изменения на ВЛ, выполненные в процессе эксплуатации, должны быть внесены в инструкции, схемы и чертежи до ввода ВЛ в работу. Информация об изменениях должна доводиться до сведения всех работников (с записью в журнале распоряжений), для которых обязательно знание этих инструкций, схем и чертежей.

Технологические схемы (чертежи) должны проверяться на их соответствие фактическим эксплуатационным не реже 1 раза в 2 года с отметкой на них о проверке.

#### Техническое обслуживание воздушных линий.

Техническое обслуживание ВЛ осуществляется, как правило, за счет средств, выделяемых на эти работы. Работы по определению объемов ремонта, в том числе измерения испытания, проверки, осмотры осуществляются за счет средств, выделяемых на ремонт.

Выполнение работ по техническому обслуживанию осуществляется, как правило, электромонтерами РЭС.

Инженерно-технический персонал проводит выборочные осмотры отдельных линий (участков линий), включая все линии (участки), подлежащие ремонту в следующем году.

Перечни основных работ по техническому обслуживанию ВЛ 0,38 - 20 кВ приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании ВЛ.

Наименование работы	Периодичность	Примечание
Осмотры ВЛ		
Периодический осмотр	По графику, утвержденному главным инженером	
Осмотр по всей длине ВЛ электромонтерами	Не реже 1 раза в год	Заполняется листок осмотра
Выборочный осмотр отдельных участков ИТР	Не реже 1 раза в год	Заполняется листок осмотра

Верховой осмотр	По мере необходимости	
Осмотр, в том числе верховой, ВЛ, включенной в план ремонта на следующий год ИТР	В течении года, предшествующего ремонту	Совмещается с отключением ВЛ и проверкой степени затягивания верхних деталей опор, крепления крюков, проводов. На основании осмотров составляются сметы и спецификации.
Осмотр ВЛ после капитального ремонта	По окончании ремонта ИТР	Составляется акт приемки
Внеочередной осмотр после стихийного бедствия или после воздействия сверхрасчетных механических нагрузок		Заполняется листок осмотра
Внеочередной осмотр после автоматического отключения ВЛ релейной защитой, в том числе после неуспешного повторного включения.		Заполняется листок осмотра
Внеочередной осмотр после успешного повторного включения.	На следующий день после включения.	
Проверки опор и их элементов		
Проверка степени загнивания опор	Перед подъемом на опору через 3-6 лет после ввода в эксплуатацию. Не реже 1 раза в 3 года.	Заполняется ведомость контроля
Проверка состояния железобетонных опор, элементов железобетонных приставок	Перед подъемом на опору, в процессе осмотра, при замене деталей. Не реже 1 раза в 6 лет	Заполняется ведомость контроля
Измерение сопротивления заземляющих устройств всех типов	После монтажа, переустройства заземляющих устройств не реже 1 раза в 6 лет.	
Измерение сопротивления заземляющих устройств	При плановом ремонте.	

у опор с разъединителями, защитными промежутками, трубчатыми и вентильными разрядниками и у опор с повторным заземлением нулевого провода.		
Выборочная проверка железобетонных опор в населенной местности на участках с сильноагрессивной средой или плохо проводящими грунтами	Не реже 1 раза в 12 лет. При плановом ремонте.	
Выборочная проверка состояния заземляющего устройства со вскрытием грунта.	При приемке в эксплуатацию.	
Измерение сопротивления петли «фаза-нуль»	При подключении новых потребителей. При выполнении работ, вызывающих изменение сопротивления. При возрастании нагрузки, требующей замены плавкой вставки предохранителя или установки автоматического выключателя.	
<b>Проверки проводов и арматуры</b>		
Проверка состояния проводов и соединения проводов	При осмотрах, после установки новых соединителей. При капитальном ремонте	Оформляется в паспорте ВЛ
Проверка габаритов проводов, расстояний приближения, в том числе в местах пересечений.	В процессе осмотра	Заполняется ведомость
Проверка расстояний приближений проводов ВЛ к проводам других ВЛ или проводам ПВ	В процессе осмотра	Оформляется в паспорте ВЛ

при совместной подвеске на общих опорах.		
Проверка габаритов проводов до поросли.	По мере необходимости.	Оформляется в паспорте ВЛ
Проверка состояния проводов в местах возможного соприкосновения с деревьями, отдельными сучьями	В процессе осмотра	
Проверка отсутствия повреждений зажимов и арматуры для соединения проводов с оборудованием и подземным кабелем	В процессе осмотра	
Проверка разрядников и отдельных промежутков.	1 раз в 3 года снимаются с опоры для проверки.	Составляется ведомость
Проверка состояния защиты ВЛ от перенапряжений.	Ежегодно перед началом грозового сезона	Составляется ведомость

Таблица 2. Отдельные работы, выполняемые по мере необходимости.

Наименование работы	Примечание
Вырубка отдельных деревьев, обрезка сучьев, угрожающих повреждению провода.	Оформляется в паспорте ВЛ
Замена дефектных элементов опор	Оформляется в паспорте ВЛ
Выправка отдельных опор	Оформляется в паспорте ВЛ
Уплотнение грунта в пазах котлованов опор	Оформляется в паспорте ВЛ
Перетяжка проводов	Оформляется в паспорте ВЛ
Удаление набросов на проводах ВЛ	Оформляется в паспорте ВЛ
Замена оборванных заземляющих проводников	Оформляется в паспорте ВЛ
Перетяжка проволочных бандажей крепления деревянных стоек к приставкам.	Оформляется в паспорте ВЛ
Восстановление знаков и плакатов на отдельных опорах, восстановление нумерации.	Оформляется в паспорте ВЛ
Замена разрядников	Оформляется в паспорте ВЛ

Выполнение мероприятий, связанных с охраной ВЛ. Допуск к работам сторонних организаций и надзор за работами, проводимыми вблизи ВЛ.	Оформляется в паспорте ВЛ
Технический надзор при строительстве и реконструкции ВЛ, выполняемых подрядными организациями. Работы. Связанные с проверкой объектов при приемке их на баланс и в эксплуатацию	Оформляется в паспорте ВЛ
Наблюдение за образованием гололеда.	Оформляется в паспорте ВЛ

### Осмотры ВЛ

Периодические осмотры следует проводить в дневное время электромонтерами и инженерно-техническим персоналом в соответствии с годовым планом-графиком технического обслуживания путем обходов или объездов.

Осмотр производится с целью визуальной проверки состояния ВЛ. Результаты осмотра регистрируются в листке осмотра.

Осмотр ВЛ, включенных в план ремонтов на будущий год, следует проводить на основании перечня дефектов в целях уточнения объемов ремонта на основании инструментальных проверок загнивания древесины деревянных опор состояния железобетонных опор, сопротивления заземления опор сопротивления петли "фаза-нуль", расстояний от проводов до земли и зданий и сооружений, крон деревьев, кустарников По результатам осмотров составляются ведомости ремонтных работ, рассчитываются объемы трудозатрат, составляются сметы и спецификации.

Верховой осмотр ВЛ следует проводить в целях тщательного осмотра траверс, крюков, кронштейнов, штырей, проволочных и других типов вязок, изоляторов, проводов и креплений узлов и элементов. Результаты осмотра регистрируются в листке осмотра.

Осмотр ВЛ после стихийного явления производится в целях выявления дефектов и повреждений, вызванных стихийным явлением (сверхрасчетный гололед, ледоход и разливы рек на участках ВЛ, сооруженных в поймах рек, ливни, ураганы, оползни, обвалы, пожары вблизи ВЛ и т.п.). Осмотр могут производить электромонтеры и инженерно-технические работники. Результаты осмотра регистрируются в листке осмотра.

Осмотр после автоматического отключения ВЛ релейной защитой производится по решению руководства РЭС на основании записей в оперативном журнале за предыдущие сутки и анализа отключений за предыдущие месяцы. При осмотре необходимо обратить внимание на наличие дефектов, приводящих к самоустраняющимся автоматическим отключениям ВЛ. Результаты осмотра регистрируются в листке осмотра.

Записи о неисправностях, требующих немедленного устранения, из листов осмотра вносятся мастером в журнал дефектов, а выполненные работы заносятся в журнал учета. Главным инженером РЭС устанавливается срок и способ устранения

неисправностей и назначается ответственный за выполнение. После устранения отмечается его дата.

### Проверки и измерения

Просека ВЛ должна содержаться в безопасном в пожарном отношении состоянии. Следует поддерживать установленную ширину просек и производить обрезку деревьев и расчистку от кустарников.

Работы на просеках ВЛ, проходящих по землям государственного лесного фонда, должны производиться в соответствии с требованиями Лесного кодекса РФ.

Отдельные деревья, растущие вне просеки и угрожающие падением на провода или опоры ВЛ, должны быть вырублены с последующим уведомлением об этом организации, в ведении которой находятся насаждения, и оформлением лесорубочных билетов (ордеров).

Проверки на ВЛ осуществляются с периодичностью, приведенной в табл. 5.1.

Проверка степени загнивания (или обгорания) деревянных элементов опор с помощью специальных инструментов и приспособлений производится с целью выявления степени загнивания древесины или обгорания стойки.

Проверка сопротивления заземления опор должна производиться в сухую погоду в период наибольшего просыхания грунта.

Полученные значения сопротивлений сравниваются с нормативным и в случае превышения производится соответствующая запись в ведомости проверок и измерений.

При проверке расстояний от проводов ВЛ и ответвлений до поверхности земли, зданий или сооружений, инженерных коммуникаций, крон деревьев, кустарников полученные значения сравниваются с допустимым значением по ПУЭ. Результаты проверок заносятся в ведомости измерений расстояний. Выявленные нарушения по допустимым расстояниям должны быть устранены в кратчайшие сроки.

При проверке состояния железобетонных элементов опор выявляются: оголение арматуры, растрескивание бетона, раковины, сколы. При наличии приборов и методик неразрушающего контроля рекомендуется измерять прочность бетона (а при необходимости защитный слой бетона, степень напряжения арматуры в предварительно напряженных элементах). Результаты заносятся в ведомость проверок и измерений железобетонных опор (железобетонных элементов опор).

Проверка сопротивления петли "фаза-нуль" производится в целях выявления превышения фактического значения сопротивления петли по сравнению с нормативным, результаты проверки заносятся в ведомость и паспорт ВЛ. Работы по устранению дефекта следует выполнять незамедлительно.

Периодические осмотры *ВЛ выше 1000 В* электромонтеры проводят не реже одного раза **в 6 мес**, а инженерно-технические работники — **не реже одного раза в год**. При этом могут быть обнаружены следующие неисправности: набросы проволок на провода, обрывы или перегорания отдельных жил, нарушение регулировки проводов и изменение их стрел провеса; повреждения и загрязненность изоляторов; перекрытия и отклонения поддерживающих гирлянд изоляторов; неудовлетворительное крепление разрядников, загрязнение, повреждение лаковой поверхности и отсутствие указателей срабатывания; трещины и оседания фундаментов и опор; повреждения и ослабления оттяжек опор, а также загнивание, обгорание и



расщепление их деталей; нарушения в охранной зоне ВЛ (складирование материалов, проезд негабаритных механизмов, наличие деревьев на краю просек).

При осмотрах воздушных линий выше 1000 В проверяют: состояние опор, на металлических опорах — наличие всех креплений; целостность бандажей и заземляющих спусков на деревянных опорах; состояние разрядников, аппаратуры и кабельных муфт; наличие и состояние предостерегающих плакатов, развешиваемых на опорах.

Трасса воздушной линии должна быть чистой, т. е. ей не должны угрожать при падении деревья, строения или другие посторонние предметы. Необходим постоянный контроль за охранной зоной, чтобы в ней без согласования не проводились строительные работы. Все выявленные дефекты отмечают в листке обхода (донесении), а дефекты, которые могут вызвать аварию, срочно устраняют.

Внеочередные осмотры ВЛ проводят при появлении гололеда, во время ледохода и разлива рек, при лесных и степных пожарах и в других экстремальных ситуациях, после автоматического отключения ВЛ даже при ее успешном повторном включении, а верховые осмотры с выборочной проверкой состояния проводов и тросов в зажимах и дистанционных распорках — по графикам, но не реже одного раза в 6 лет.

Эксплуатация *ВЛ напряжением до 1000 В* заключается в периодических осмотрах, проверках и измерениях отдельных элементов линии. Эти работы выполняют в следующие сроки: осмотры электромонтером — один раз в месяц; проверка наличия трещин на железобетонных опорах и выборочное вскрытие грунта в зоне переменной влажности — один раз в 6 лет, начиная с четвертого года эксплуатации; определение степени загнивания деталей деревянных опор — один раз в 3 года; измерение стрел провеса и габаритных расстояний ВЛ — во всех случаях, когда возникают сомнения при осмотрах; измерение сопротивления заземления — один раз в первый год эксплуатации и один раз в 3 года в дальнейшем; проверка и перетяжка всех креплений — ежегодно в первые 2 года эксплуатации и по мере надобности в дальнейшем.

Внеочередные осмотры ВЛ проводят при наступлении гололеда, тумана, ледохода и разлива рек, после каждого автоматического отключения, а ночные осмотры без отключения напряжения — не реже одного раза в год с целью выявления перегреваемых токопроводящих частей, возможного искрения в местах слабых контактов.

На линиях уличного освещения и общего пользования ежегодно в период максимальных нагрузок измеряют напряжения в начале и конце линии, а также на основных ответвлениях к потребителям. Ток по фазам измеряют 2 раза в год, а также после каждого изменения схемы для определения асимметрии нагрузок.

При обнаружении на проводе обрыва нескольких проволок (общим сечением до 17% сечения провода) это место перекрывают ремонтной муфтой или бандажом. Такую муфту на сталеалюминиевом проводе устанавливают при обрыве до 34% алюминиевых проволок. Если оборвано большее количество жил, провод разрезают и соединяют с помощью соединительного зажима. Стрелы провеса проводов не должны отличаться от проектных данных более чем на +5%.

Поврежденные изоляторы обнаруживают как при осмотрах, так и при ревизиях и контроле электрической прочности подвесных изоляторов, проводимом один раз в

6 лет. Изолятор считается дефектным, если его напряжение меньше 50% напряжения исправного.

Изоляторы могут иметь пробой, ожоги глазури, оплавление металлических частей и даже разрушение фарфора, что является следствием их пробоя электрической дугой, а также ухудшения электрических характеристик в результате старения при эксплуатации. Часто пробой изоляторов могут быть из-за сильного загрязнения их поверхности и при напряжениях, превышающих рабочее.

Контроль загнивания деталей деревянных опор осуществляют не реже одного раза в 3 года и перед каждым подъемом на опору. Степень загнивания измеряют специальным щупом на глубине 0,3—0,5 м от уровня земли. Опора считается непригодной для дальнейшей эксплуатации, если глубина ее загнивания по радиусу более 3 см при диаметре 25 см и более.

Перед началом грозового сезона проверяют размеры внутренних и внешних искровых промежутков между электродами разрядников, длина которых зависит от конструкции последних.. Разрядник должен быть установлен с углом наклона к горизонтали 10—15°, а его открытый конец обращен вниз, в противоположную сторону от опоры.

Металлические опоры и металлические детали железобетонных и деревянных опор необходимо периодически покрывать устойчивыми против атмосферных воздействий красителями, а подножки — битумом.

**Задание к работе:** Составить технологическую карту технического обслуживания ВЛ по аналогии. (Для выбора инструментов и приспособлений пользоваться справочником)

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Составить технологическую карту основных работ ТО ВЛ.
4. Составить отчет.

**Содержание отчета:**

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие операции производятся при техническом обслуживании ВЛ?
2. В какое время года можно производить техническое обслуживание ВЛ?

3. С кем согласовывается график проведения технического обслуживания ВЛ?
4. Какие документы составляются для проведения технического обслуживания ВЛ?
5. На основании каких документов устанавливаются сроки проведения технического обслуживания ВЛ?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

### **Тема: Определение начала и концов обмоток асинхронных двигателей (4 часа)**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** научиться определять начала и концы обмоток статора и размещать их на доске зажимов электродвигателя в соответствии с требованием ГОСТа.

Для выполнения работы необходимо

**знать:**

- алгоритм работы измерительными приборами (омметр, вольтметр и др.);
- устройство асинхронного двигателя;

**уметь:**

- собирать схему обмоток АД звездой и треугольником.

Выполнение данной практической работы способствует формированию профессиональных компетенций: **ПК 1.1. Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования; ПК 1.3. Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования.**

#### **ОБОРУДОВАНИЕ:**

1. Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором 220/380 В
2. Вольтметр переменного тока.
3. Соединительные провода.
4. Понижающий трансформатор
5. Омметр

*Инструмент:* отвертки, пассатижи, бокарезы, нож

#### **КРАТКАЯ ТЕОРИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Асинхронные электродвигатели, поступающие на место монтажа, имеют маркировочные выводы в соответствии с требованием ГОСТ 183–74 и обмотки с внутренними соединениями, которые выполнены на заводе-изготовителе. Обмотки статора асинхронного электродвигателя могут быть соединены звездой или треугольником.

Бывают случаи, когда у поступившего на монтаж электродвигателя отсутствует доска зажимов и выводы обмоток не маркированы или по каким-либо причинам перепутана маркировка. Кроме того, всегда при выходе электродвигателя из капитального ремонта или при нарушении нормального режима работы машины необходимо проверять правильность выполнения внутренних соединений обмоток. Во всех случаях возникает необходимость проверки правильности соединений выводов трехфазных обмоток, которая сводится к определению начал и концов обмоток.

Начала и концы обмоток статора электродвигателя можно определить с помощью вольтметра, используя принцип работы трансформатора. Для этой цели трехфазные обмотки статора электродвигателя используют как трансформатор.

Все обмотки статора имеют общую магнитную систему, и если по одной из обмоток пропустить переменный ток, то во всех других обмотках, как и во вторичной обмотке трансформатора, будет индуцироваться электродвижущая сила, а при замыкании цепи обмотки по каждой из них пойдет электрический ток.

При соединении двух вторичных обмоток статора последовательно увеличится число витков и, следовательно, увеличится индуцированная электродвижущая сила. В этом можно убедиться, если измерить вольтметром напряжение сначала на каждой обмотке статора, а затем на обеих обмотках, которые соединили последовательно. Но вольтметр покажет большую электродвижущую силу только в том случае, если правильно осуществлено последовательное соединение – соблюдено одинаковое направление витков, т. е. конец одной обмотки статора соединен с началом второй.

Если неправильно соединили обмотки (начала одной с началом второй обмотки или конец с концом) и направление витков не соблюдено, электродвижущие силы обмоток статора окажутся встречно направленными.

Когда вольтметр покажет повышенное напряжение, это значит, что последовательное соединение обмоток статора электродвигателя выполнено правильно и концы двух обмоток и их начала можно маркировать согласно рисунку.

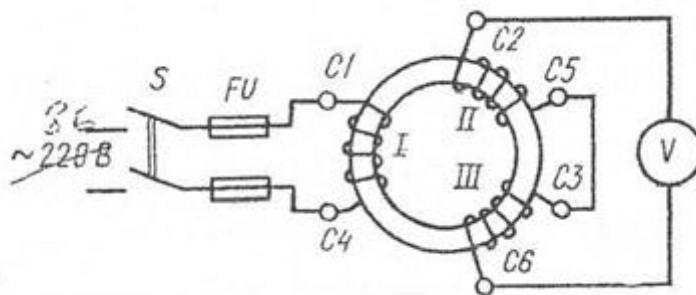
Начала и концы первой обмотки статора определяют Путем соединения ее со второй обмоткой и подачей напряжения в третью обмотку.

Во избежание перегрева обмоток электродвигателя работу необходимо проводить при пониженном напряжении (не более  $1/4$ – $1/5$  номинального напряжения электродвигателя). В случае фазного ротора его обмотка должна быть разомкнута.

### ***ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ:***

**Задание 1.** Определить начало и конец обмотки статора.

1. Выяснить по паспорту электродвигателя номинальное напряжение обмоток статора.



2. Определить выводы, принадлежащие одной и той же обмотке, с помощью контрольной лампы, омметра или авометра и выводы промаркировать 1–4; 2–5; 3–6,

3. Определить начала и концы обмоток: первую обмотку статора подключить к источнику переменного тока; на зажимах второй и третьей обмоток измерить напряжение и записать.

4. Затем соединить вторую и третью обмотки статора последовательно и с помощью вольтметра измерить напряжение на обеих обмотках. При повышенном напряжении промаркировать концы и начала обмоток. Если показания вольтметра отсутствуют, пересоединить обмотки и вторично измерить напряжение.

5. Собрать цепь снова и подключить третью обмотку к источнику переменного тока, а первую со второй соединить последовательно и измерить напряжение на обеих обмотках. При увеличении напряжения произвести маркировку концов и начал обмоток. Если показания вольтметра отсутствуют, пересоединить обмотки и снова измерить напряжение.

6. Окончательно определив начала и концы обмоток статора, разместить их на доске зажимов электродвигателя.

7. Обмотки статора соединить между собой в звезду и пустить в ход электродвигатель.

8. Соединить обмотки между собой в треугольник и пустить в ход электродвигатель.

9. Отключить электродвигатель от сети.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Как могут быть соединены обмотки асинхронного электродвигателя?
2. Как можно определить начала и концы обмоток статора электродвигателя?
3. Как можно избежать перегрев обмоток электродвигателя?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

### Тема: Изучение устройства, монтаж тепловых реле.

**Цель:** Изучить устройство, принцип действия и технические характеристики тепловых реле.

#### **1. Принцип действия тепловых реле.**

**Тепловые реле** - это электрические аппараты, предназначенные для защиты электродвигателей от токовой перегрузки. Наиболее распространенные типы тепловых реле - ТРП, ТРН, РТЛ и РТТ. Принцип действия тепловых реле основан на свойствах биметаллической пластины изменять свою форму при нагревании. В общем случае тепловое реле представляет собой расцепитель, в основе которого лежит биметаллическая пластина, по которой протекает ток. Под воздействием теплового эффекта протекающего тока, биметаллическая пластина изгибается, разрывая цепи. При этом происходит изменение состояния дополнительных контактов. Первая и основная функция тепловых реле - защита электрооборудования от перегрузки.



*Рис.1. Тепловое реле.*

Долговечность энергетического оборудования в значительной степени зависит от перегрузок, которым оно подвергается во время работы. Для любого объекта можно найти зависимость длительности протекания тока от его величины, при которых обеспечивается надежная и длительная эксплуатация оборудования. Эта зависимость представлена на рисунке 2 (кривая 1).

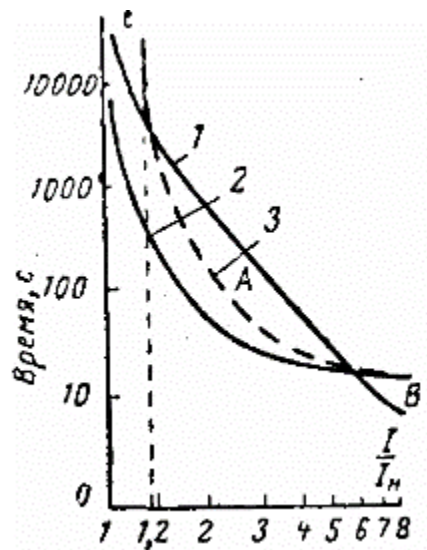


Рис.2. Зависимость длительности протекания тока от его величины.

При номинальном токе допустимая длительность его протекания равна бесконечности. Протекание тока, большего, чем номинальный, приводит к дополнительному повышению температуры и дополнительному старению изоляции. Поэтому чем больше перегрузка, тем кратковременнее она допустима. Кривая 1 на рисунке устанавливается исходя из требуемой продолжительности жизни оборудования. Чем короче его жизнь, тем большие перегрузки допустимы. При идеальной защите объекта зависимость  $t_{\text{ср}}(I)$  для реле должна идти немного ниже кривой для объекта. Для защиты от перегрузок, наиболее широкое распространение получили тепловые реле с биметаллической пластиной. Биметаллическая пластина теплового реле состоит из двух пластин, одна из которых имеет больший температурный коэффициент расширения, другая — меньший. В месте прилегания друг к другу пластины жестко скреплены либо за счет проката в горячем состоянии, либо за счет сварки. Если закрепить неподвижно такую пластину и нагреть, то произойдет изгиб пластины в сторону материала с меньшим. Именно это явление используется в тепловых реле. Широкое распространение в тепловых реле получили материалы инвар (малое значение  $\alpha$ ) и немагнитная или хромоникелевая сталь (большое значение  $\alpha$ ). Нагрев биметаллического элемента теплового реле может производиться за счет тепла, выделяемого в пластине током нагрузки. Очень часто нагрев биметалла производится от специального нагревателя, по которому протекает ток нагрузки. Лучшие характеристики получаются при комбинированном нагреве, когда пластина нагревается и за счет тепла, выделяемого током, проходящим через биметалл, и за счет тепла, выделяемого специальным нагревателем, также обтекаемым током нагрузки. Прогибаясь, биметаллическая пластина своим свободным концом воздействует на контактную систему теплового реле.

## 2. Время-токовые характеристики теплового реле.

Основной характеристикой теплового реле является зависимость времени срабатывания от тока нагрузки (времятоковая характеристика). В общем случае до начала перегрузки через реле протекает ток  $I_0$ , который нагревает пластину до температуры  $q_0$ . При проверке времятоковых характеристик тепловых реле следует

учитывать, из какого состояния (холодного или перегретого) происходит срабатывание реле. При проверке тепловых реле надо иметь в виду, что нагревательные элементы тепловых реле термически неустойчивы при токах короткого замыкания.

### **3.Выбор тепловых реле.**

Номинальный ток теплового реле выбирают исходя из номинальной нагрузки электродвигателя. Выбранный ток теплового реле составляет (1,2 - 1,3) номинального значения тока электродвигателя (тока нагрузки), т. е. тепловое реле срабатывает при 20- 30% перегрузке в течении 20 минут. Постоянная времени нагрева электродвигателя зависит от длительности токовой перегрузки. При кратковременной перегрузке в нагреве участвует только обмотка электродвигателя и постоянная нагрева 5 - 10 минут. При длительной перегрузке в нагреве участвует вся масса электродвигателя и постоянная нагрева 40-60 минут. Поэтому применение тепловых реле целесообразно лишь тогда, когда длительность включения больше 30 минут.

### **4.Влияние температуры окружающей среды на работу теплового реле.**

Нагрев биметаллической пластинки теплового реле зависит от температуры окружающей среды, поэтому с ростом температуры окружающей среды ток срабатывания реле уменьшается. При температуре, сильно отличающейся от номинальной, необходимо либо проводить дополнительную (плавную) регулировку теплового реле, либо подбирать нагревательный элемент с учетом реальной температуры окружающей среды. Для того чтобы температура окружающей среды меньше влияла на ток срабатывания теплового реле, необходимо, чтобы температура срабатывания выбиралась возможно больше.

Для правильной работы тепловой защиты реле желательно располагать в том же помещении, что и защищаемый объект. Нельзя располагать реле вблизи концентрированных источников тепла — нагревательных печей, систем отопления и т. д. В настоящее время выпускаются реле с температурной компенсацией (серии ТРН).

### **5.Работа тепловых реле.**

Прогиб биметаллической пластины происходит медленно. Если с пластиной непосредственно связать подвижный контакт, то малая скорость его движения, не сможет обеспечить гашение дуги, возникающей при отключении цепи. Поэтому пластина действует на контакт через ускоряющее устройство. Наиболее совершенным является «прыгающий» контакт. В обесточенном состоянии пружина создает момент относительно точки 0, замыкающий контакты. Биметаллическая пластина при нагреве изгибается вправо, положение пружины изменяется. Она создает момент, размыкающий контакты за время, обеспечивающее надежное гашение дуги. Современные контакторы и пускатели комплектуются с тепловыми реле ТРП (одно-фазное) и ТРН (двухфазное).

#### **5.1.Тепловые реле ТРП.**



Тепловые токовые однополюсные реле серии ТРП с номинальными токами тепловых элементов от 1 до 600 А предназначены главным образом для защиты от недопустимых перегрузок трехфазных асинхронных электродвигателей, работающих от сети с номинальным напряжением до 500 В при частоте 50 и 60 Гц. Тепловые реле ТРП на токи до 150 А применяют в сетях постоянного тока с номинальным напряжением до 440 В.

### 5.1.1. Устройство теплового реле типа ТРП.

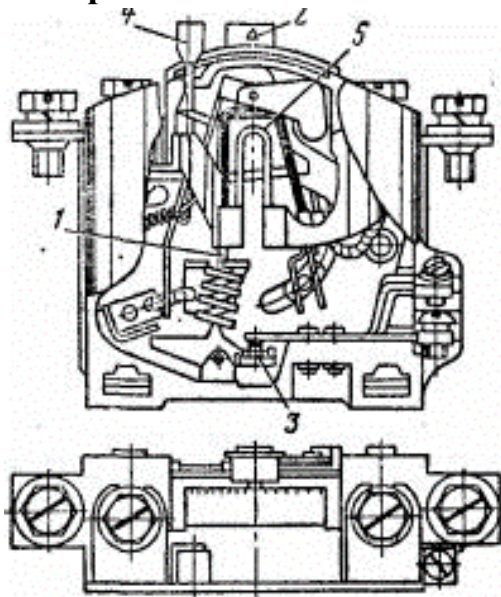


Рис.3. Устройство теплового реле типа ТРП:

*1 - Биметаллическая пластина; 2 - регулировочная ручка; 3 - прыгающий контактный мостик; 4 - кнопка возврата; 5 - нагреватель.*

Биметаллическая пластина теплового реле ТРП имеет комбинированную систему нагрева. Пластина 1 нагревается как за счет нагревателя 5, так и за счет прохождения тока через саму пластину. При прогибе конец биметаллической пластины воздействует на прыгающий контактный мостик 3.

Тепловое реле ТРП позволяет иметь плавную регулировку тока срабатывания в пределах ( $\pm 25\%$  номинального тока установки). Эта регулировка осуществляется ручкой 2, меняющей первоначальную деформацию пластины. Такая регулировка позволяет резко снизить число потребных вариантов нагревателя.

Возврат реле ТРП в исходное положение после срабатывания производится кнопкой 4. Возможно исполнение и с самовозвратом после остывания биметалла.

Высокая температура срабатывания (выше  $200^{\circ}\text{C}$ ) уменьшает зависимость работы реле от температуры окружающей среды.

Установка теплового реле ТРП меняется на 5% при изменении температуры окружающей среды на КУС. Высокая ударо- и вибростойкость теплового реле ТРП позволяют использовать его в самых тяжелых условиях.

### 5.2. Тепловые реле РТЛ.

Реле тепловое РТЛ предназначено для обеспечения защиты электродвигателей от токовых перегрузок недопустимой продолжительности. Они также обеспечивают

защиту от не симметрии токов в фазах и от выпадения одной из фаз. Выпускаются электротепловые реле РТЛ с диапазоном тока от 0.1 до 86 А. Тепловые реле РТЛ могут устанавливаться как непосредственно на пускатели ПМЛ, так и отдельно от пускателей (в последнем случае они должны быть снабжены клеммниками КРЛ). Разработаны и выпускаются реле РТЛ и клеммники КРЛ которые имеют степень защиты IP20 и могут устанавливаться на стандартную рейку. Номинальный ток контактов равен 10 А.

### **5.3.Тепловые реле РТТ.**

Реле тепловые РТТ предназначены для защиты трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором от перегрузок недопустимой продолжительности, в том числе возникающих при выпадении одной из фаз, а также от несимметрии в фазах. Реле РТТ предназначены для применения в качестве комплектующих изделий в схемах управления электроприводами, а также для встройки в магнитные пускатели серии ПМА в целях переменного тока напряжением 660В частотой 50 или 60Гц, в целях постоянного тока напряжением 440В.

#### **5.3.1.Выбор теплового реле**

Так как пускатель мы выбирали с тепловым реле, то тепловое реле у нас уже выбрано и автоматически выполняются все условия для нормальной работы реле.

Тепловое реле пускателя проверяется по времени  $t_{ср}$  срабатывания при пусковом токе двигателя, а номинальный ток нагревательного элемента  $I_{н.нагрев}$  теплового реле должен быть не меньше номинального тока двигателя. Для нормального пуска и защиты двигателя  $1.5 t_n \geq t_{ср} > t_n$

## **6.Реле электротепловые токовые серии РТТ**

### **6.1.Общие сведения**

Реле электротепловые токовые серии РТТ предназначены для защиты трехфазных электродвигателей с короткозамкнутым ротором от длительных перегрузок, а также от перегрузок, возникающих при обрыве одной из фаз.

Реле имеют исполнение для установки на металлических изоляционных панелях, рейках комплектного устройства и специальное исполнение для установки с пускателями серии ПМА (ТУ16 – 644.005 – 84). Трехполюсное исполнение реле, применение несменных нагревательных элементов и ускоренное срабатывание при обрыве фазы повышают надежность защиты электродвигателей по сравнению с однополюсными и двухполюсными исполнениями реле.

### **6.2.Структура условного обозначения**

РТТ – X<sub>1</sub> X<sub>2</sub> X<sub>3</sub> X<sub>4</sub> X<sub>5</sub>

Р – реле;

Т – электротепловое

X<sub>1</sub> – исполнение реле по величине номинального тока (1 – на 25 А; 2 – на 80 А; 3 – на 160 А);

$X_2$  – способ установки реле (1 – исполнение на все токи для индивидуальной установки и для комплектации реле исполнения на 80 А с пускателями ПМА – 3000; 2 – исполнение на токи 80 и 160 А для комплектации с пускателями ПМА – 4000, ПМА – 5000 и ПМА – 6000; 4 – исполнение для втычного подсоединения реле к пускателю);

$X_3$  – род контактов вспомогательной цепи реле (1 – исполнение с одним размыкающим контактом; отсутствие цифры – исполнение с переключающим контактом);

$X_4$  – исполнение реле по величине инерционности (П – исполнение реле пониженной инерционности; отсутствие буквы – исполнение реле повышенной инерционности);

$X_5$  – климатическое исполнение (УХЛ, О) и категория размещения (4) по ГОСТ 15150 – 69.

### **6.3.Условия эксплуатации**

высота над уровнем моря не более 2000м;

температура окружающей среды от  $-40$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ ;

окружающая среда, не содержащая газов, жидкости и пыли в концентрациях, нарушающих работу реле;

вибрация мест крепления с частотой не более 100 Гц при ускорении 1g;

рабочее положение реле в пространстве – вертикальное, регулятором тока несрабатывания вперёд, крышкой вверх, допускается отклонение от рабочего положения до  $15^{\circ}$  в любую сторону.

Допускается эксплуатация реле при встройки их в оболочку пускателя или комплектного устройства.

Требование по технике безопасности соответствует ГОСТ 12.2.007.6 – 75.

По способу защиты человека от напряжения электрическим током относится к классу 0 по ГОСТ 12.2.007.0 – 75.

### **6.4.Технические данные**

Номинальное напряжение тока, В:

переменного, частотой 50 и 60 Гц 660

постоянного 440

Время срабатывания при токе  $1.2 I_n$ , мин. 20

Масса реле, кг:

РТТ – 1= 0.2

РТТ – 2 =0.28

РТТ – 3 =0.73

### **Контрольные вопросы:**

1. Устройство и принцип действия теплового реле.
2. Какие Вы знаете типы тепловых реле?
3. Условия выбора тепловых реле.
4. Назначение реле РТТ, РТЛ.
5. Устройство теплового реле типа ТРП.

6. Технические данные тепловых реле.
7. Условия эксплуатации тепловых реле.
8. Расшифруйте маркировку теплового реле РТТ 321У3

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**Тема: Оконцевание жил кабеля.**

**Цель:** 1. Формирование навыков работы с электромонтажным инструментом при выполнении скрутки и пайки межных жил проводов и кабелей.

2. Научить учащихся правильно выбирать тип контактов

3. Развивать у студентов интерес к выполнению практических работ, самостоятельно принимать решения, аккуратность при выполнении видов скрутки и пайки.

**Материально-техническое оснащение.**

- Рабочий стол с вытяжной вентиляцией
- Провод с медными жилами, сечением до 10мм
- Электромонтажный инструмент
- Паяльник
- Олово, припой

**Общие сведения:**

**Скрутка** - это соединение токоведущих жил проводов кабелей

**Ответвление** - это отделение от магистрального провода радиальный

**Оконцевание** - называется процесс заделки конца проводника под колечко, с наконечником или под штырь.

**Зачистка жил** - это снятие изоляции с токоведущей жилы и оксидного налета на токоведущей жиле.

**Пайка** - это процесс получения неразъемного соединения проводников нагревом ниже температуры их плавления путем смачивания, растекания и заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцеплением их при кристаллизации швов.

**Задание:**

1. Выполнить зачистку проводников в соответствии с видами скруток
2. Выполнить в соответствии с инструкционной картой неразъемные контактные соединения

**Скрутка**- это соединение токоведущих жил проводов кабелей

**Ответвление**- это отделение от магистрального провода радиальный

**Оконцевание**- называется процесс заделки конца проводника под колечко, с наконечником или под штырь.

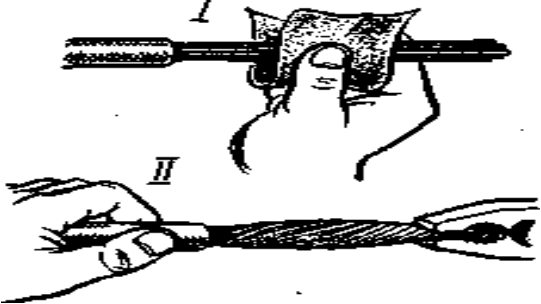
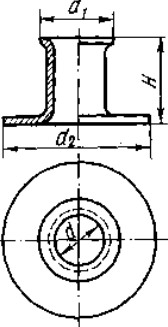
**Зачистка жил-** это снятие изоляции с токоведущей жилы и оксидного налета на токоведущей жиле.


**Пайка-** это процесс получения неразъемного соединения проводников нагревом ниже температуры их плавления путем смачивания, растекания и заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцеплением их при кристаллизации швов.


**Задание:**

1. Выполнить зачистку проводников в соответствии с видами скруток.
2. Выполнить в соответствии с инструкционной картой неразъемные контактные соединения многопроволочного провода.

**Область применения:** Лучший способ оконцевания медных многопроволочных жил сечением до 2,5 мм провод напряжением до 1000В штампованными кольцевыми кабельными наконечниками (пистонами) .

Эскиз	Указание и пояснение
Удаление изоляции <u>25-30</u>	Снять изоляцию на расстоянии 25—30 мм от конца жилы специальными клещами или монтерским ножом, лезвие которого должно быть направлено под углом к концу жилы во избежание ее надрезания
Зачистка жилы 	Ослабить плоскогубцами или пассатижами повив прово, токоведущей жилы. Зачистить жилу наждачной бумагой и стеклянной шкуркой до блеска (I). Свить плоскогубцами и пассатижами зачищенные жилы в тугую жгут (II)
Выбор кабельного наконечника  Наконечник П	Определить размер наконечника в соответствии с сечением жилы и диаметром контактного винта конструктивного и климатического исполнения по таблице, приведенной в конце карты

<p>Подготовка к закреплению наконечника</p> 	<p>Изогнуть круглогубцами жилу кольцом и надеть на цилиндрическую часть наконечника. Надеть наконечник с жилой на стержень пуансона так, чтобы участок жилы между наконечником и изоляцией попал в желобок пуансона</p>
<p>Оконцевание жилы</p>	<p>Выбрать пресс-клещи (по табл. к карте 27), матрицу и пуансон и закрепить их в клещах. Уложить подготовленный к закреплению кольцевой наконечник и жилу в матрицу и пуансон нажатием рукояток клещей до упора произвести обжатие. Разжать клещи и вынуть готовое окончание. Проверить качество закрепления кольцевого кабельного наконечника</p>
<p>Соединение однопроволочных жил бандажной скруткой</p>	<p>Способ применяют для соединений однопроволочных медных жил сечением 4—10 мм<sup>2</sup> проводов, прокладываемых открыто в сетях напряжением до 2 кВ. С концов жил удаляют изоляцию, жилы зачищают, а их концы изгибают под прямым углом. На сложенные внахлестку жилы накладывают бандаж из предварительно выровненной и зачищенной медной проволоки сечением 1—1,5 мм<sup>2</sup>. Место скрутки пропаивают мягким припоем и изолируют</p>
<p>Соединение и ответвление многопроволочных жил</p>	<p>Способ применяют для соединения и ответвления многопроволочных медных жил сечением 6—10 мм<sup>2</sup> проводов, прокладываемых в сетях напряжением до 2 кВ. При соединении с концов жил удаляют изоляцию, жилы зачищают и на них накладывают бандаж на расстоянии, равном 7—10 диаметрам жилы. Каждую проволоку жилы разводят в разные стороны. Проволоки разных жил заводят друг за друга и скручивают (I). При ответвлении снимают изоляцию с магистрального провода на участке, равном 15—20 диаметрам жилы ответвления, а с конца жилы ответвления — на расстоянии, равном 7—10 диаметрам жилы. Зачищенные жилы магистрального провода и конец жилы ответвления разводят на два пучка, заводят друг за друга и скручивают (II), пропаивают мягким припоем и изолируют</p>
<p>Оконцевание многопроволочных жил в</p>	<p>Способ допускается применять для оформления концов многопроволочных</p>

<p>кольцо</p>	<p>медных жил сечением 1—1,5 мм<sup>2</sup> в кольцо с последующей пропайкой паяльником или маканием мягкого припоя в расплавленную ванночку. Снимают изоляцию с конца жилы на участке 30—55 мм. Проволочный повив жилы ослабляют, зачищают, оформляют в кольцо нужного диаметра и пропаивают мягким припоем</p>
<p>Оконцевание жил наконечниками</p>	<p>Способ допускается применять для оконцевания медных жил сечением 1,5—240 мм<sup>2</sup> проводов и кабелей медными наконечниками в сетях напряжением до 35 кВ. Наконечник зачищают внутри (если не был облужен) до металлического блеска и смазывают флюсом. Снимают изоляцию с конца жилы на расстоянии равном длине гильзы наконечника плюс 10 мм. Жилы зачищают и облуживают, на нее надевают наконечник который обматывают с нижней части до края изоляции 2—3 слоями асбеста во избежание вытекания припоя. Наконечник прогревают газовоздушной горелкой или паяльной лампой, а внутрь его гильзы наплавляют мягкий припой</p>
	<p>Способ применяют для соединения (I) медных жил сечением 4—240 мм<sup>2</sup> и ответвления (II) жил сечением 16—185 мм<sup>2</sup> специальными гильзами в сетях напряжением до 35 кВ. Если гильзы не облужены, их зачищают внутри до металлического блеска стальным ершиком. Концы жил освобождают от изоляции, зачищают, смазывают флюсом и вставляют в гильзу, которую с торцов уплотняют асбестом во избежание вытекания расплавленного припоя. Припой, расплавленный в тигле до 550 °С, заливают в отверстие гильзы до полного облуживания жил и заполнения гильзы. До остывания припой разглаживают тканью, смоченной паяльным жиром</p>

### Контрольные вопросы

1. Что используется в качестве средств стабилизации напряжения?

2. Перечислите составы припоев для пайки медных жил проводов и кабелей?
3. Назовите основные требования при выборе размера снятия изоляции?
4. Что используется в качестве средств стабилизации напряжения?
5. Перечислите составы припоев для пайки медных жил проводов и кабелей?
6. Назовите основные требования при выборе размера снятия изоляции?
7. Что используется в качестве средств стабилизации напряжения?
8. Перечислите составы припоев для пайки медных жил проводов и кабелей?
9. Назовите основные требования при выборе размера снятия изоляции?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**Тема:** Изучение устройства, монтаж магнитного пускателя

**Цель.** Познакомить учащихся с устройством и научить проверять и устанавливать нереверсивный магнитный пускатель.

**Материально-техническое оснащение.**

1. Нереверсивный магнитный пускатель ПМЕ-1шт.
2. Двухкнопочная станция управления-1шт.
3. Омметр-1шт.
4. Отвертка, изоляционная лента, плакат с устройством магнитного пускателя.

**Описание работы.**

Магнитный пускатель — электрический аппарат, предназначенный для пуска, остановки и защиты электрических двигателей и коммутации других силовых цепей. Обычно магнитные пускатели используют для дистанционного управления электродвигателем.

Магнитный пускатель, который позволяет включать электродвигатель лишь в одном направлении вращения, называется нереверсивным. В конструктивном отношении пускатель — электрический аппарат, контакты которого удерживаются в замкнутом состоянии с помощью электромагнита и размыкаются при исчезновении или понижении напряжения на зажимах его обмотки.

Нереверсивные магнитные пускатели ПМЕ-112, ПМЕ-122, ПМЕ-132, ПМЕ-212, ПМЕ-222, ПМЕ-232 и другие имеют тепловое реле ТРН-10, которое обеспечивает защиту электродвигателя от тока перегрузки, а нереверсивные пускатели ПМЕ-111, ПМЕ-121, ПМЕ-131, ПМЕ-211, ПМЕ-221, ПМЕ-231 внутренних соединений и тепловых реле не имеют.

Тип магнитного пускателя обозначают сочетанием букв и цифр. Буквы указывают на серию магнитного пускателя.

Цифровая маркировка пускателя означает:

**первая цифра** — величину (0-6),



**0-**до 10а

**1-** до 20а

**2-** до 25а

**3-** до 40а

**4-** до 50а

**5-** до 120а

**6-** до 150а

**вторая** — исполнение

**обычное**

1-открытое

2- защищенное

3- пылезащищенное

4- пылебрызгонепроницаемые

**увеличенное**

5- защищенное

6-пылезащищенное

7- пылебрызгонепроницаемые

**третья** — комплектация

**1-** без теплового реле, нереверсивный (изменение направления вращения)

**2-** с тепловым реле нереверсивный

**3-** без теплового реле, реверсивный

**4-** с тепловым реле и наличием возможности реверса (изменение направления вращения)

**5--** без теплового реле, со встроенными кнопками управления

**6---** с тепловым реле, со встроенными кнопками управления

В обозначении типа магнитных пускателей серии ПАЕ указывается только габарит (например, ПАЕ-300, ПАЕ-400).

Выбирают магнитный пускатель, исходя из:

- номинального тока,
- номинального напряжения
- условий эксплуатации,
- а также по необходимости реверсирования
- и тепловой защиты

### **Последовательность выполнения**

1. Изучить рекомендованную литературу и описание практической работы.

2 Определить тип магнитного пускателя и паспортные данные внести в таблицу

3. Ознакомиться с устройством основных частей нереверсивного магнитного пускателя и двухкнопочной станции.

4. Проверить целостность и состояние всех деталей и узлов пускателя: затяжку винтов, подвижную систему, которая должна перемещаться без заеданий и затирааний и надежно возвращаться в конечное

положение при рабочем положении пускателя, убедиться в плотности прилегания шлифовальной поверхности сердечника электромагнита.

5. Проверить состояние главных контактов и блок контактов и, если требуется, произвести чистку контактов от пыли, грязи, нагара.

6. Определить воздушный зазор в среднем керне магнитной системы и при его величине менее 0,05 мм восстановить до величины 0,2—0,25 мм для предотвращения гудения и залипания.

7. Проверить с помощью омметра целостность обмотки; если она повреждена, заменить на новую.

8. При разборке и сборке пускателя якорь и сердечник магнитной системы установить в том положении, которое было до разборки, что также необходимо для устранения гудения.

9. Разобрать двухкнопочную станцию управления, изучить ее устройство, очистить, отрегулировать контакты и собрать кнопку.

10. Установить магнитный пускатель вертикально на монтажном щите, соблюдая последовательность и требования монтажа.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение и применение магнитных пускателей?
2. Маркировка магнитных пускателей?
3. Значение цифрового обозначения в маркировке?
4. Основные узлы МП?
5. Перечислите контакты МП?

### **Дополнительная литература.**

1. Макаренко Е.Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования станций и подстанций . М. Академия. 2009г
2. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий .- М. Академия. 2009г
3. Семенов В. А. Справочник молодого электромонтера по ремонту электрооборудования промышленных предприятий.— М.: Высшая школа, 2012, гл. VI.

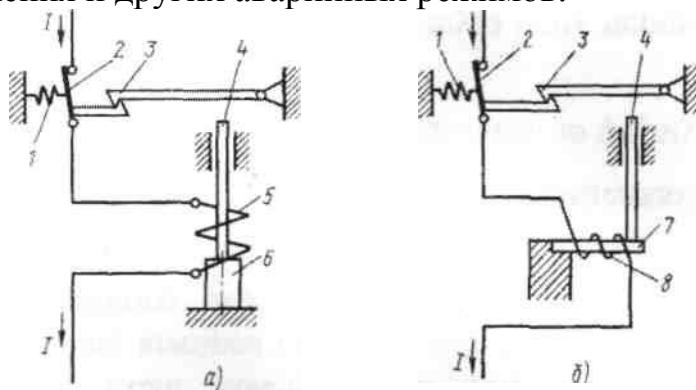
## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

**Тема:** Изучение устройства, монтаж автоматических выключателей.

**Цель. 1.** Научить учащихся рассчитывать и правильно выбирать для защиты электроустановок автоматические выключатели.

### Описание работы.

Автоматические выключатели— это аппараты, которые предназначены для нечастых включений и отключений электрических цепей и защиты электрических установок от перегрузок, коротких замыканий, повышенного и пониженного напряжения и других аварийных режимов.



Наибольшее распространение имеют автоматические выключатели серий АЕ100, АЕ1000, АЕ2000, АЗ700, АК63

Главной частью автоматического выключателя является расцепитель. Расцепители обеспечивают включение и моментное отключение контактов автомата.

Расцепители автоматических выключателей могут быть:

- электромагнитными,
- тепловыми
- комбинированными (с тепловыми и электромагнитными элементами),
- а также полупроводниковыми.

**Электромагнитный расцепитель** (см. рис. 1, а) представляет собой катушку с сердечником, т. е. якорем и пружинным устройством. Когда ток в защищаемой цепи превысит определенную величину, сердечник 6 втягивается в катушку 5 и через рычаг 4 освободит защелку 3. Под действием пружины 1 контакт 2 разомкнет главную цепь.

**Тепловой расцепитель** (см. рис. 1, б) представляет собой биметаллическую пластинку из двух металлов с различными коэффициентами удлинения. При прохождении тока через нагреватель пластинка нагревается и, изгибаясь, при определенном значении тока размыкает цепь.

Контакт 2 главной цепи замыкают вручную кнопкой или рукояткой. В замкнутом положении он удерживается защелкой 3. При прохождении по цепи тока, величина которого меньше определенного, пластинка 7 нагревается слабо и изгиб ее недостаточен для того, чтобы передать усилие на защелку 3. Когда по

спирали нагревателя 8 будет проходить ток, величина которого превысит определенное значение, то через некоторое время правый конец пластины 7 изогнется настолько, что толкатель 4 поднимет рычаг защелки 3 и под действием пружины / разомкнётся контакт 2.

**Комбинированный расцепитель** совмещает электромагнитный и тепловой. Электромагнитный расцепитель, срабатывая мгновенно, осуществляет защиту от короткого замыкания, а тепловой — от тока перегрузки. В этом случае обмотки электромагнитов и нагревательные элементы тепловых расцепителей включают последовательно приемнику электрической энергии.

*Итак, при выборе автоматических выключателей сначала рассчитывают номинальный ток цепи и учитывают, что для всех видов электрических приемников номинальный ток расцепителя должен удовлетворять требованию*

$$I_{н.расц.} > I_p$$

Где  $I_{н.расц.}$ —номинальный ток расцепителя, А;  
 $I_p$  — расчетный длительный ток цепи, А.

Определение уставок автоматических выключателей производят, выполняя следующие условия:

1. Номинальный ток теплового расцепителя выбирают только по расчетному длительному току линии:

$$I_{т.расц} > I_{расч. дл}$$

2. Номинальный ток электромагнитного или комбинированного расцепителя автоматических выключателей выбирают также по расчетному длительному току линии:  $I_{эл.расц} > I_{расч. дл}$

3. Ток срабатывания (отсечки) электромагнитного или комбинированного расцепителя  $I_{сраб.эл.}$  проверяют по кратковременному максимальному току линии:

$$I_{сраб.эл.} > k I_{макс},$$

где  $k$ —коэффициент, учитывающий неточность и разброс характеристик.

Для большинства автоматических выключателей  $k=1,25$ , а для автоматов серий АЗ100, АЕ-2000, АК-63 и др.  $k=1,4$ .

Поскольку пусковой ток  $I_{пуск}$  электродвигателей в 3,5—7 раз превышает номинальное значение тока  $I_n$ , выбор автоматического выключателя производят с учетом этих токов.

Ток срабатывания электромагнитного расцепителя  $I_{сраб.эл.}$  должен быть не менее 1,25 пускового тока электродвигателя:

$$I_{сраб.эл.} > 1,25 I_{пуск}$$

Следовательно, максимальный ток, идущий к одиночному электродвигателю, равен его пусковому току:

$$I_{макс} = I_{пуск}$$

Для цепей с одиночным электродвигателем используют автоматические выключатели с комбинированными расцепителями, а для цепей с группой электродвигателей — с электромагнитными расцепителями.

При этом величина тока срабатывания расцепителя должна превышать максимальную величину тока, который определяют как сумму номинальных токов наибольшего количества включенных

электродвигателей (приемников) при условии пуска двигателя с максимальным пусковым током:

$$I_{\max} = K_{\text{одн.}} \cdot I_n + I_{\text{пуск max}}$$

где  $I_{\max}$  — максимальный ток, А;

$n$  — число всех электродвигателей (приемников);

$K_{\text{одн.}}$  - коэффициент одновременной работы электродвигателей (приемников);

$I_n$  - номинальный ток электродвигателя (приемника);

$I_{\text{пуск max}}$  - пусковой ток электродвигателя, который из группы имеет наибольший пусковой ток;

$I_n$  — сумма всех номинальных токов всех электродвигателей группы.

При установке автоматических выключателей в закрытом шкафу условия охлаждения их ухудшаются, поэтому номинальный ток теплового или комбинированного расцепителей уменьшается до 85% номинальных значений и определяется по формуле:

$$I_{n \cdot \text{расц}} = I_{\text{раб}} / 0,85.$$

**Пример расчета.** Для защиты осветительной электроустановки общей мощностью 6 кВт необходимо выбрать автоматический выключатель (рис. 7). Электроустановка работает при номинальном напряжении сети  $U_n = 220$  В.

#### Последовательность выполнения

1. Определяем расчетный ток:

$$I_p = K_c P_v / U_n = P_p / U_n = 1 \times 6 \times 1000 / 220 = 6000 / 220 = 27,3 \text{ А}$$

2. Находим пусковой ток( в этом случае пусковой ток равен расчетному)

$$I_{\text{пуск}} = I_p = 27,3 \text{ А}$$

3. Рассчитываем ток срабатывания расцепителя:

$$I_{\text{сраб}} > 1,25 I_{\text{пуск}} = 1,25 \times 27,3 = 34 \text{ А}.$$

4. Выбираем автоматический выключатель АЗ 161 на номинальный ток 50 А с тепловым расцепителем на 40 А, установленный открыто, вне шкафа.

#### Задание.

1. Выбрать автоматический выключатель для управления и защиты группы ламп накаливания общей номинальной мощностью  $P_n = 3$  кВт. Номинальное напряжение сети  $U_n = 220$  В (приложение 10).

2. Выбрать автоматический выключатель с установкой его вне шкафа для защиты цепи одиночного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя типа 4А71В4УЗ. Условия пуска электродвигателя легкие.

Номинальное напряжение сети  $U_H=380$  В. Технические данные электродвигателя приведены в приложении 9.

(Ответ: АЕ-203610Р на 25 А с настройкой на 2,16 А при установке вне шкафа.)

3. Выбрать автоматический выключатель для защиты линии к короткозамкнутому электродвигателю типа 4А16082У3;  $P_H = 15$  кВт, напряжение сети  $U_H = 380$  В. Условия пуска — легкие. Автоматический выключатель установлен в шкафу. Технические данные электродвигателя приведены в приложении 9.

4. Выбрать автоматический выключатель для защиты линии к короткозамкнутому асинхронному электродвигателю типа 4А71В4У3. Напряжение сети  $U_H=380$  В. Условия пуска электродвигателя — легкие. Автоматический выключатель установлен в шкафу. Технические данные электродвигателя приведены в приложении 9.

(Ответ: АЕ-203610Р на 25 А с настройкой на 2,54 А при установке внутри шкафа.)

5. От силового шкафа питаются два трехфазных электродвигателя М1 и М2 типов 4А71В4У3 и 4А100В2У3, работающие одновременно (рис. 8). Напряжение сети  $U_H=380$  В. Условия пуска электродвигателей — 1 легкие. Выбрать автоматические выключатели  $QF1$  и  $QF2$  с установкой их в закрытом шкафу. Технические данные электродвигателей приведены в приложении 9.

(Ответ для М1 — АЕ03610Р на 25А с настройкой Н5 2,5 А; для М2 — АЕ-20361Р на 125 А с настройкой на 12,3 А.)

### Контрольные вопросы

1. Назначение и применение автоматических выключателей?
2. Маркировка автоматических выключателей?
3. Основные узлы QF ?

### Дополнительная литература.

1. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий .- М. Академия. 2009г
2. Макаренко Е.Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования станций и подстанций . М. Академия. 2009г

## **Тема: «Трансформаторы: организация работ по сборке, монтажу и ремонту».**

**Практические работы:** 16 часов

**Темы:** 1. Чистка активной части силового трансформатора,  
2. Ремонт магнитопровода, замена дефектных стальных листов.  
3. Определение мест витковых замыканий в обмотках, замена испорченной изоляции проводов, клиньев прокладок.  
4. Проверка состояния изоляции между первичной и вторичной обмотками измерительных трансформаторов, ремонт.  
5. Ремонт магнитопровода сварочного трансформатора.

**Задание:**

1. Используя приложение № 1, № 2, составить технологические карты выполнения работ (1-5).
2. Выполнить перечень работ по технологической карте выполнения работ (1-5).
3. Ответить на контрольные вопросы.

### **(Приложение № 1)**

**Тема: Составление технологической карты на ремонт магнитопровода силового трансформатора.**

**Цель работы:** усвоение методики проведения ремонтов магнитопровода силового трансформатора; приобретение навыков по составлению технологической карты на капитальный ремонт электрооборудования.

**Оборудование:** типовая технологическая карта на ремонт магнитопровода силового трансформатора

**Теоретические сведения.**

Магнитной системой или магнитопроводом трансформатора называют комплект пластин электротехнической стали, собранных по определенной геометрической форме, предназначенной для локализации в магнитопроводе основного магнитного поля трансформатора. Магнитная система, собранная с ярмовыми балками и другими крепежными и конструкционными деталями, называется остовом трансформатора. Поскольку ремонту подвергают магнитную систему, эти термины обычно объединяют общим названием магнитопровод.

Для крупных трансформаторов отечественного производства изготавливают шихтованные магнитопроводы стержневой и бронестержневой



конструкции. В стержневых магнитопроводах концы всех стержней соединяются верхним и нижним торцовыми ярмами. В бронестержневых магнитопроводах кроме торцовых имеются дополнительные боковые ярма, расположенные параллельно стержням, которые также соединяются между собой торцовыми ярмами.

Как стержневые, так и бронестержневые магнитопроводы могут быть одно- и многорамными. Однорамные магнитопроводы набираются из пакетов пластин в виде одной рамы, состоящей из стержней и ярм. Это наиболее простая и распространенная конструкция, применяемая для всех трансформаторов малой и средней мощности, но нередко однорамные магнитопроводы используют и в мощных трансформаторах. В отличие от однорамных, двух- и трехрамные магнитопроводы собирают в виде двух рам, расположенных одна в раме. Например, если магнитопровод однофазного трансформатора имеет два стержня и два торцовых ярма и состоит из внутренней и наружной рам, его называют двухрамным. Трехфазные трехстержневые магнитопроводы, собранные одна в раме, называют трехрамными. Часто для мощных трансформаторов 220—500 кВ магнитную систему собирают из нескольких двухрамных однофазных магнитопроводов, соединенных в цепочку и скрепленных общими ярмовыми балками. В таких магнитопроводах при необходимости ремонта одной из рам ее отделяют от других.

Если магнитопровод собран из пластин прямоугольной формы, его называют магнитопроводом с прямыми стыками; если пластины в месте сочленения стержней и ярм имеют срез под острым углом — магнитопроводом с косыми стыками. Подавляющее большинство магнитопроводов отечественного производства имеют прямые стыки. Иностранные фирмы изготавливают магнитопроводы как с прямыми, так и с косыми стыками.

Ремонт магнитопровода может быть частичный, если имеются небольшие дефекты, которые можно устранить без его полной-разборки, и капитальный, требующий полной разборки и переизолировки пластин трансформаторной стали.

При частичном ремонте, если обнаружены загнутые кромки пластин активной стали в стержнях, их выпрямляют плоскогубцами. Для удобства работы стержень, в котором обнаружен дефект, частично распрессовывают и между пластинами вбивают несколько текстолитовых клиньев. После выпрямления загнутых кромок прокладывают на этом участке между пластинами полоски телефонной или кабельной бумаги и стержень вновь опрессовывают.

Замыкания пластин при небольших местных прогарах и оплавлениях удаляют таким же способом. Если пластины сплывались, то раковину от прогара обрабатывают карборундовым камнем с помощью пневматической

или электрической дрели, а затем разъединяют пластины специально подготовленным ножом или тонким зубилом.

После частичного ремонта обязательно измеряют сопротивление изоляции пластин каждого пакета (ступени) и испытывают магнитопровод на нагрев активной стали.

Величины сопротивлений изоляции симметричных пакетов должны быть приблизительно одинаковы. Нормы на предельно допустимые значения сопротивлений изоляции пластин отсутствуют, поэтому обычно измеренные значения сравнивают с данными завода. У трансформаторов, находящихся в эксплуатации, сопротивления могут быть ниже, чем у новых, особенно если трансформатор уже ремонтировался, а каждая расшихтовка и зашихтовка верхнего ярма, как правило» снижает величину сопротивления изоляции до 30%.

Для испытания магнитопровода, на нагрев активной стали на стержни наматывают временные витки, оставляя отремонтированные участки открытыми. Количество витков и напряжение выбирают такими, чтобы в стали создавалась номинальная или несколько повышенная индукция. Места перегревов определяют с помощью термометров или термопар, которые размещают в различных точках магнитопровода. Если обнаруживают значительные неисправности, производят капитальный ремонт с перешихтовкой и переизолировкой пластин активной стали магнитопровода. В разделе рассматривается технология капитального ремонта. При капитальном ремонте стержневых магнитопроводов их разборку и сборку производят только в горизонтальном положении и на одних и тех же приспособлениях.

#### **Порядок выполнения**

1. Изучить типовую технологическую карту на ремонт магнитопровода силового трансформатора

2. Составить технологическую карту на ремонт магнитопровода силового трансформатора

№ п/п	Последовательность операций	Технологические указания	Приборы,instrу менты,механизм ы	Норма времени	Состав бригады
----------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------------------------	------------------	-------------------

## Приложение № 2

### Технологическая карта ремонта силового трансформатора

№ п/п	Наименование операций	НТД (чертеж и т.д.)	Контрольные операции		Приспос обления, инструме нт, оборудов ание	Возможные дефекты, неисправнос ти	Рекоменд уемый м етод устранен ия	Примеча ние
			Метод	Критерии				
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
3.1.1. Подготовка трансформатора к ремонту.								
3.1.1.1 Выполнить организационные и технические мероприятия.								
3.1.1.2 Выполнить анализ дефектов за межремонтный период эксплуатации.								
3.1.2. Ремонт трансформатора.								
3.1.2.1	Очистить поверхность трансформатора и защитные кожухи от пыли и загрязнений	ЭД на трансформатор		Чистая поверхность без загрязнений	Ветошь			
3.1.2.2	Снять и осмотреть щиты защитных кожухов трансформатора	ЭД на трансформатор	Визуально	Ровная поверхность, отсутствие повреждений	Ключи гаечные рожковые 14х17, 17х19	Нарушение резьбы болтовых соединений	Болты заменить, резьбу в теле кожуха восстановить при помощи метчика	
3.1.2.3	Осмотреть трансформатор на отсутствие механических повреждений	ЭД на трансформатор	Визуально	Отсутствие механических повреждений		Наличие механических повреждений	Выявленные повреждения устранить	
3.1.2.4	Расшиновать трансформатор со стороны ВН и НН	ЭД на трансформатор			Ключи гаечные рожковые 17х19, 22х24			
3.1.2.5	Продуть обмотки трансформатора сухим сжатым воздухом	ЭД на трансформатор		Чистая поверхность	Пылесос			
3.1.2.6	Очистить от пыли и загрязнений шины трансформатора	ЭД на трансформатор		Чистая поверхность	Ветошь			
3.1.2.7	Очистить от пыли и загрязнений фарфоровые изоляторы, проверить их состояние	ЭД на трансформатор	Визуально	Чистая поверхность, отсутствие трещин, сколов	Салфетки и технические, спирт	Механические повреждения изолятора	Изолятор заменить	

3.1.2.8	Проверить усилия осевой запрессовки обмоток	ЭД на трансформатор	Измерение	Усилие запрессовки 32 Нм	Ключ динамометрический 10-60 Нм	Обмотка не запрессована	Запрессовку следует производить равномерно по всей окружности с диаметрально противоположных сторон	Расчет усилия для запрессовки обмоток следует производить по формуле: $F=nSq10^{-3}$ , где F – усилие для запрессовки, кгс; n – число столбов прокладок; S – площадь секции под прокладкой, см <sup>2</sup> ; q – удельное давление 60 кгс/см <sup>2</sup> для непропитанных обмоток, 40 – для остальных.
3.1.2.9	Проверить состояние магнитопровода	ЭД на трансформатор	Визуально, измерение	Отсутствие мест перегрева. Усилие запрессовки ярма магнитопровода 47 Нм.	Ключ динамометрический 10-60 Нм	Наличие посторонних предметов в охлаждающих каналах магнитопровода	Удалить посторонние предметы	Если гайка проворачивается при заданном усилии менее чем на $\frac{1}{4}$ оборота, то ярма магнитопровода следует считать запрессованными, а если более чем на $\frac{1}{4}$ оборота, то следует произвести допрессовку и предохранить гайки от самоотвинчивания закерниванием

								резьбы гаек в трех местах
3.1.2.10	Произвести проверку затяжки болтов в местах контактных соединений	ЭД на трансформатор	Визуально	Крутящие моменты для М6 – 10,5 Нм, М8 – 22, М10 – 30, М12 – 40, М16 – 60.	Ключ динамометрический 10-60 Нм	Сорвана резьба болта	Восстановить резьбу при помощи плашки или заменить болт	
3.1.2.11	Проверить состояние пробивного предохранителя (при наличии)	ЭД на трансформатор	Визуально	Отсутствие пробоя слюдяной прокладки		Пробой слюдяной прокладки	Заменить предохранитель	
3.1.2.12	Произвести измерение сопротивления изоляции обмоток трансформатора	ЭД на трансформатор	Измерение	До 1 кВ – не менее 100, от 1 до 6 кВ – 300, более 6 кВ – 500 МОм	Мегаомметр 2500В	Пониженное сопротивление изоляции	Произвести сушку изоляции трансформатора путем направления теплого воздуха от электрокалорифера	Измерение производить при отключенном пробивном предохранителе
3.1.2.13	Произвести измерение сопротивления изоляции стяжных шпилек трансформатора	ЭД на трансформатор	Измерение	Сопротивление изоляции не менее 2 МОм	Мегаомметр 2500В	Пониженное сопротивление изоляции	Произвести проверку места крепления, при необходимости заменить изоляцию	
3.1.2.14	Проверить состояние заземления трансформатора	ЭД на трансформатор	Визуально	Целостность заземления, лакокрасочного покрытия		Нарушение лакокрасочного покрытия	Восстановить лакокрасочное покрытие	
3.1.2.15	Защиновать трансформатор со стороны ВН и НН	ЭД на трансформатор	Визуально	Крутящие моменты для М6 – 10,5 Нм, М8 – 22, М10 – 30, М12 – 40, М16 – 60.	Ключи гаечные рожковые 17х19, 22х24, ключ динамометрический 10-60 Нм	Сорвана резьба болта	Восстановить резьбу при помощи плашки или заменить болт	
3.1.2.16	Установить щиты защитных кожухов трансформатора	ЭД на трансформатор			Ключи гаечные рожковые 14х17, 17х19			

### 3.2. Технологическая карта текущего ремонта трансформатора СН с естественным масляным охлаждением.

№ п/п	Наименование операций	НТД (чертеж и т.д.)	Контрольные операции		Приспособления, инструмент, оборудование	Возможные дефекты, неисправности	Рекомендуемый метод устранения	Примечание
			Метод	Критерии				
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
3.2.1. Подготовка трансформатора к ремонту.								
3.2.1.1 Выполнить организационные и технические мероприятия.								
3.2.1.2 Выполнить анализ дефектов за межремонтный период эксплуатации.								
3.2.2. Ремонт трансформатора.								
3.2.2.1	Очистить трансформатор от пыли и загрязнений	ЭД на трансформатор		Чистая поверхность	Ветошь			
3.2.2.2	Осмотреть трансформатор на отсутствие механических повреждений, отсутствие течей масла	ЭД на трансформатор	Визуально	Отсутствие механических повреждений, течей масла		Наличие механических повреждений, течей масла	Устранить механические повреждения, течи масла	
3.2.2.3	Очистить от пыли и загрязнений фарфоровые изоляторы трансформатора, проверить их состояние	ЭД на трансформатор	Визуально	Чистая поверхность, отсутствие трещин, сколов	Салфетки технические, нефрас	Наличие трещин, сколов	Изолятор следует заменить	
3.2.2.4	Проверить состояние резиновых уплотнений	ЭД на трансформатор	Визуально, измерения	Отсутствие трещин, срезов, выработки, расслоений, остаточной деформации, заусениц, раковин, пузырей, потеря пластичности, отсутствие течей масла	Линейка с миллиметровыми делениями	Наличие трещин, срезов, выработки, расслоений, остаточной деформации, заусениц, раковин, пузырей, потеря пластичности, наличие течей масла	Резиновые уплотнения при наличии дефектов следует заменить	Степень поджатия уплотнительной должна быть не менее 35 % от толщины уплотнения и распределяться равномерно по всему периметру уплотнения.
3.2.2.5	Расшиновать трансформатор со	ЭД на трансформатор			Ключи гаечные рожковые 17х19			

	стороны ВН и НН							
3.2.2.6	Отобрать пробы масла на сокращенный химический анализ и пробивное напряжение (согласно графику)	РД 34.45-51.300-97		Результаты анализов должны соответствовать значениям, указанным в таблице п. 4.4.2	Ключ гаечный, стеклянные емкости для отбора проб масла	Масло не соответствует значениям, указанным в таблице п. 4.4.2	Произвести регенерацию масла или заменить масло	Анализ производят лаборатория масла газа ХЦ и гр. ВВИ ЭЦ
3.2.2.7	Произвести проверку целостности и мембраны выхлопной трубы (при наличии)	ЭД на трансформатор	Визуально	Стекло мембраны без трещин, сколов		Наличие трещин, сколов	При наличии дефектов мембрану следует заменить	
3.2.2.8	Осмотреть газовое реле (при наличии)	ЭД на трансформатор	Визуально	Целостность корпуса, смотрового стекла		Наличие дефектов	Выявленные дефекты устранить	Проверка в объеме профвосстановления проводится ЛГС СРЗАИ по графику
3.2.2.9	Снять для проверки термосигнализатор (при наличии и необходимости)	ЭД на трансформатор			Ключи гаечные рожковые 8х10, отвертка			Проверку осуществляет ЦТАИ, лаб. КИП, гр. пирометрии
3.2.2.10	Произвести замену сорбента в воздухоосушителе бака расширителя	ЭД на трансформатор			Силикагель, ключи гаечные рожковые 8х10, отвертка			Перед засыпкой силикагель просушить при температуре 150-170°С в течение 4 ч, просеять
3.2.2.11	Проверить уровень масла в трансформаторе	ЭД на трансформатор	Визуально	Расширитель должен быть заполнен маслом до отметки, соответствующей температуре масла в трансформаторе		Пониженный уровень масла	Произвести доливку масла	
3.2.2.	Проверить	ЭД на	Визуально	Целостность		Нарушени	Восстанов	

12	состояние заземления трансформатора	трансформатор		заземления, лакокрасочного покрытия		е лакокрасочного покрытия	ить лакокрасочное покрытие	
3.2.2.13	Произвести прокручивание переключателя ПБВ по 10 раз в обе стороны, предварительно отвернув фиксатор	ЭД на трансформатор	Визуально	Прокручивание от руки без заеданий		Течь масла через уплотнительное кольцо переключателя	Заменить уплотнительное кольцо	
3.2.2.14	Произвести измерение сопротивления обмоток постоянному току на всех положениях ПБВ	РД 34.45-51.300-97	Измерение	Сопротивления обмоток, измеренные на одинаковых ответвлениях разных фаз при одинаковой температуре, не должны отличаться более чем на 2% или от значений заводских и предыдущих измерений, если нет особых оговорок в заводской документации	Мост сопротивления постоянного тока	Отличие сопротивлений более чем на 2%	Найти место слабого контакта, выполнить пропайку	Последнее измерение закончить на рабочем положении переключателя и завернуть фиксатор
3.2.2.15	Произвести измерение сопротивления изоляции обмоток трансформатора	ЭД на трансформатор	Измерение	Сопротивление изоляции не менее 300 МОм при температуре обмотки 20°C	Мегаомметр 2500 В	Пониженное сопротивление изоляции	Произвести сушку изоляции трансформатора методом циркуляции и горячего масла	
3.2.2.16	Защиновать трансформатор со стороны ВН и НН	ЭД на трансформатор	Визуально	Крутящие моменты для М6 – 10,5 Нм, М8 – 22, М10 – 30, М12 – 40, М16 – 60.	Ключи гаечные рожковые 17х19, ключ динамометрический 10-60 Нм	Сорвана резьба гайки	Заменить гайку	



### 3.3. Технологическая карта капитального ремонта трансформатора СН с естественным масляным охлаждением типа ТМ-160/6.

№ п/п	Наименование операций	НТД (чертеж и т.д.)	Контрольные операции		Приспособлен ия, инструмент, оборудование	Возможные дефекты, неисправнос ти	Рекомендуем ый метод устранения	Примечан ие
			Метод	Критерии				
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
3.3.1. Подготовка трансформатора к ремонту.								
3.3.1.1 Выполнить организационные и технические мероприятия.								
3.3.1.2 Выполнить анализ дефектов за межремонтный период эксплуатации.								
3.3.2. Ремонт трансформатора.								
3.3.2. 1	Очистить трансформатор от пыли и загрязнений	ЭД на трансформатор		Чистая поверхность	Ветошь			
3.3.2. 2	Осмотреть трансформатор на отсутствие механических повреждений, отсутствие течей масла	ЭД на трансформатор	Визуально	Отсутствие механических повреждений, течей масла		Наличие механических повреждений, течей масла	Устранить механические повреждения, течи масла	
3.3.2. 3	Расшиновать трансформатор со стороны ВН и НН	ЭД на трансформатор			Ключи гаечные рожковые 17х19			
3.3.2. 4	Отобрать пробы масла на пробивное напряжение, кислотное число, влагосодержание, содержание механических примесей	РД 34.45-51.300-97		Для решения вопроса о регенерации масла, если значения отличаются от указанных в таблице п. 4.4.1	Стеклянные емкости для отбора проб масла	Масло не соответствует значениям, указанным в таблице п. 4.4.1	Произвести регенерацию масла или заменить масло	Анализы производят лаборатория маслогАЗа ХЦ и гр. ВВИ ЭЦ
3.3.2. 5	Снять ртутный термометр	ЭД на трансформатор						
3.3.2. 6	Открыть кран и слить масло в подготовленную емкость	ЭД на трансформатор	Визуально	Выход масла из трансформатора	Емкость 400 л			После слива масла кран закрыть
3.3.2. 7	Демонтировать расширитель	ЭД на трансформатор	Визуально	Расширитель отсоединен от крышки трансформатора	Ключи гаечные рожковые 14х17			

				ра				
3.3.2.8	Разобрать расширитель, проверить состояние, заменить резиновые уплотнения	ЭД на трансформатор	Визуально	Сняты крышки расширителя, поверхности очищены, отсутствие трещин в сварочных швах	Ключи гаечные рожковые 14x17, 17x19, ветошь, салфетки технические	Трещины в сварочных швах	Произвести новую проварку швов	Новые резиновые уплотнения проверить согласно п. 3.7.4
3.3.2.9	Заменить силикагель и масло в масляном затворе воздухоосушителя	ЭД на трансформатор	Визуально	Силикагель и масло заменены	Силикагель, трансформаторное масло, ключи гаечные рожковые 8x10, отвертка			Перед засыпкой силикагеля просушить при температуре 150-170°C в течение 4 ч, просеять
3.3.2.10	Собрать расширитель	ЭД на трансформатор	Визуально	Крышки установлены, резиновые уплотнения заменены	Ключи гаечные рожковые 14x17, 17x19	Трещины на стекле маслоуказателя	Заменить стекло маслоуказателя	
3.3.2.11	Демонтировать изоляторы вводов ВН и НН	ЭД на трансформатор	Визуально	Изоляторы отсоединены от крышки бака и сняты со шпилек отводов	Ключи гаечные рожковые 10x12, 12x13			
3.3.2.12	Очистить изоляторы вводов ВН и НН от загрязнений	ЭД на трансформатор	Визуально	Чистая поверхность	Салфетки технические, нефрас			
3.3.2.13	Проверить состояние изоляторов вводов ВН и НН	ЭД на трансформатор	Визуально	Отсутствие трещин, сколов		Наличие продольных и кольцевых трещин	Заменить изолятор	
3.3.2.14	Испытать повышенным напряжением вводы ВН	РД 34.45-51.300-97	Испытание	Испытательное напряжение – 32 кВ. Продолжительность испытания – 1 мин.	Испытательная установка АИД-70.	Изолятор не проходит испытание	Заменить изолятор	Испытание проводит гр. ВВИ ЭЦ
3.3.2.15	Демонтировать радиаторы	ЭД на трансформатор	Визуально	Радиаторы отсоединены от бака трансформатора	Ключи гаечные рожковые 14x17			
3.3.2.16	Проверить состояние радиаторов	ЭД на трансформатор	Визуально	Отсутствие следов коррозии, мест течи		Наличие следов коррозии на	Зачистить и закрасить	

				масла		внешней поверхно сти		
3.3.2. 17	Снять колпак переключателя	ЭД на трансформа тор	Визуальн о	Колпак снят	Отвертка			
3.3.2. 18	Демонтировать крышку трансформатора	ЭД на трансформа тор	Визуальн о	Крышка отсоединена от бака трансформато ра	Ключи гаечные рожковые 17х19			
3.3.2. 19	Проверить состояние крышки трансформатора	ЭД на трансформа тор	Визуальн о	Отсутствие следов коррозии, трещин		Наличие следов коррозии , трещин	Трещины заварить, следы коррозии зачистит ь и закрасит ь	
3.3.2. 20	Вынуть активную часть из бака трансформатора и установить в поддон	ЭД на трансформа тор		Активная часть извлечена из бака трансформато ра и установлена в поддон	Грузоподъемна я машина (устройство), строп, поддон металлический			
3.3.2. 21	Проверить состояние магнитопровода	ЭД на трансформа тор	Визуальн о, измерени е	Отсутствие мест перегрева. Усилие запрессовки ярм магнитопрово да 47 Нм.	Ключ динамометриче ский 10-60 Нм	Наличие посторон них предмето в в охлажда ющих каналах магнитоп ровода	Удалить посторон ние предмет ы	Если гайка проворачи вается при заданном усилии менее чем на ¼ оборота, то ярма магнитопр овода следует считать запрессова нными, а если более чем на ¼ оборота, то следует произвести допрессовк у и предохран ить гайки от самоотвин чивания закерниван ием резьбы гаек в трех местах
3.3.2.	Проверить	ЭД на	Визуаль	Отсутстви	Ключ	Наличие	Поврежденну	Расчет

22	состояние обмоток ВН и НН	трансформатор	но, измерение	е поврежденный изоляции, смещения обмоток относительно вертикали. Усилие запрессовки 32 Нм.	динамометрический 10-60 Нм	поврежденный изоляции.  Обмотка не запрессована	ю изоляцию срезать и восстановить кабельной бумагой. Запрессовку следует производить равномерно по всей окружности с диаметрально противоположных сторон	усилия для запрессовки обмоток следует производить по формуле: $F = nSq10^{-3}$ , где F – усилие для запрессовки, кгс; n – число столбов прокладок; S – площадь секции под прокладкой, см <sup>2</sup> ; q – удельное давление 60 кгс/см <sup>2</sup> для непропитанных обмоток, 40 – для остальных.
3.3.2. 23	Проверить состояние отводов	ЭД на трансформатор	Визуально	Целостность креплений отводов, отсутствие потемнений в местах паек	Ключи гаечные рожковые 10х12, 12х13, ключ динамометрический 10-60 Нм	Не затянуты болты и гайки, крепящие отводы	Подтянуть болты и гайки	Крутящие моменты для М6 – 10,5 Нм, М8 – 22.
3.3.2. 24	Проверить состояние переключателя ПБВ	ЭД на трансформатор	Визуально	Отсутствия подгаров на подвижных и неподвижных контактах		Наличие подгаров	Зачистить шлифовальной шкуркой или заменить контакты	
3.3.2. 25	Проверить работу переключателя ПБВ прокручиванием по 5 раз в обе стороны, предварительно надев колпак	ЭД на трансформатор	Визуально	Прокручивание от руки без заеданий		Наличие заусениц на контактах	Зачистить шлифовальной шкуркой или заменить контакты	
3.3.2. 26	Произвести измерение сопротивления обмоток	РД 34.45-51.300-97	Измерение	Сопротивления обмоток, измеренные на одинаковы	Мост сопротивления постоянного тока	Отличие сопротивлений более чем на 2%	Найти место слабого контакта, выполнить пропайку	Последнее измерение закончить на рабочем положении переключат

	постоянно му току на всех положения х ПБВ			х ответвлени ях разных фаз при одинаково й температу ре, не должны отличаться более чем на 2 % или от значений заводских и предыдуш их измерений, если нет особых оговорок в заводской документа ции				еля и завернуть фиксатор
3.3.2. 27	Измерить сопротивл ения изоляции доступных штилек, ярмовых балок	РД 34.45- 51.300-97	Измерен ие	Стяжных штилек – не менее 2 МОм, ярмовых балок – не менее 0,5 МОм	Мегаомметр 2500 В	Пониженн ое сопротивл ение изоляции	Произвести проверку места крепления, при необходимост и заменить изоляцию	
3.3.2.2 8	Испытать изоляцию доступных стяжных штилек, ярмовых балок	РД 34.45- 51.300-97	Испытан ие	Испытател ьное напряжени е – 1 кВ. Продолжи тельность испытания – 1 мин.	Испытательная установка ЭТЛ- 35-02	Изоляция не проходит испытание	Заменить изоляцию	Испытание проводит гр. ВВИ ЭЦ
3.3.2.2 9	Промыть активную часть горячим маслом	ЭД на трансформа тор		Промывка струей горячего трансформ аторного масла (50- 60°C)	Маслоочистите льная установка, поддон			
3.3.2.3 0	Очистить внутренню ю поверхнос ть бака от загрязнени й, промыть бак чистым маслом	ЭД на трансформа тор	Визуальн о	Чистая поверхнос ть	Ветошь, салфетки технические, маслоочистител ьная установка			

3.3.2.3 1	Заменить все резиновые уплотнения	ЭД на трансформатор	Визуально	Все резиновые уплотнения заменены				Новые резиновые уплотнения проверить согласно п. 3.7.4
3.3.2.3 2	Установить активную часть в бак трансформатора и закрепить её	ЭД на трансформатор	Визуально	Активная часть установлена в бак трансформатора и закреплена	Грузоподъемная машина (устройство), строп, ключи гаечные рожковые 14х17			
3.3.2.3 3	Установить и закрепить крышку бака трансформатора	ЭД на трансформатор	Визуально	Крепеж крышки следует производить равномерно по всей окружности с диаметрально противоположных сторон	Ключи гаечные рожковые 17х19	Сорвана резьба болта	Заменить болт	Степень поджатия уплотнений должна быть не более 35 % от толщины уплотнения и распределяться равномерно по всему периметру уплотнения
3.3.2.3 4	Установить и закрепить радиаторы	ЭД на трансформатор	Визуально	Радиаторы установлены и закреплены	Ключи гаечные рожковые 14х17	Сорвана резьба болта	Заменить болт	
3.3.2.3 5	Установить и закрепить изоляторы вводов ВН, НН	ЭД на трансформатор	Визуально	Изоляторы установлены и закреплены	Ключи гаечные рожковые 10х12, 12х13	Сорвана резьба болта	Заменить болт	
3.3.2.3 6	Установить и закрепить расширитель	ЭД на трансформатор	Визуально	Расширитель установлен и закреплён	Ключи гаечные рожковые 14х17	Сорвана резьба болта	Заменить болт	
3.3.2.3 7	Установить ртутный термометр	ЭД на трансформатор	Визуально	Термометр установлен				
3.3.2. 38	Залить трансформатор маслом, соответствующим требованиям таблицы п. 4.4.1	ЭД на трансформатор	Визуально	Расширитель должен быть заполнен маслом до отметки, соответствующей температуре масла в	Емкость с маслом трансформаторным			

				трансформаторе				
3.3.2.39	После заливки дать маслу отстояться и проверить отсутствие воздуха	ЭД на трансформатор	Визуально	Отстой масла производить в течение 10 часов. Отсутствие воздушных пузырьков при открытии пробок.	Ключи гаечные рожковые 19х22	Пониженный уровень масла	Произвести доливку масла из канистры	
3.3.2.40	Отобрать пробы масла на пробивное напряжение, кислотное число, влагосодержание, содержание механических примесей	РД 34.45-51.300-97	Испытание	Результаты соответствия требованиям таблицы п. 4.4.1	Стеклянные емкости для отбора проб масла	Масло не соответствует значениям, указанным в таблице п. 4.4.1	Произвести регенерацию масла или заменить масло	Анализ производят лаборатория маслогАЗа ХЦ и гр. ВВИ ЭЦ
3.3.2.41	Проверить состояние заземления трансформатора	ЭД на трансформатор	Визуально	Целостность заземления, состояние лакокрасочного покрытия		Нарушение целостности заземления, лакокрасочного покрытия	Поврежденный участок заменить, покрасить	
3.3.2.42	Испытать бак на плотность	РД 34.45-51.300-97	Испытание	Трансформатор считается маслоплотным, если осмотром после испытания течь масла не обнаружена	Установка типа «Суховей»			Испытание проводится согласно п. 4.3.8
3.3.2.43	Произвести прокручивание переключателя ПБВ по 10 раз в	ЭД на трансформатор	Визуально	Прокручивание от руки без заеданий		Течь масла через уплотнительное кольцо переключателя	Заменить уплотнительное кольцо	

	обе стороны, предварительно отвернув фиксатор							
3.3.2.4 4	Произвести измерение сопротивления изоляции обмоток трансформатора	РД 34.45-51.300-97	Измерение	Сопротивление изоляции каждой обмотки, приведенное к температуре испытаний, при которых определялись исходные значения, должно быть не менее 50% исходных значений, но не ниже указанных в таблице п. 4.3.1	Мегаомметр 2500 В	Пониженное сопротивление изоляции	Произвести сушку изоляции трансформатора	
3.3.2.4 5	Произвести измерение сопротивления обмоток постоянному току на всех положениях ПБВ	РД 34.45-51.300-97	Измерение	Сопротивления обмоток, измеренные на одинаковых ответвлениях разных фаз при одинаковой температуре, не должны отличаться более чем на 2 % или от значений заводских и предыдущих измерений, если нет особых оговорок в	Мост сопротивления постоянного тока	Отличие сопротивлений более чем на 2%	Произвести вскрытие активной части, найти место слабого контакта, выполнить пропайку	Последнее измерение закончить на рабочем положении переключателя и завернуть фиксатор



				заводской документации				
3.3.2.4 6	Проверить коэффициент трансформации	РД 34.45-51.300-97	Измерение	Коэффициент трансформации не должен отличаться более чем на 2 % от коэффициента трансформации, рассчитанного по напряжениям ответвления	Прибор комбинированный К-50	Коэффициент трансформации отличается более чем на 2 % от коэффициента трансформации, рассчитанного по напряжениям ответвления	Произвести вскрытие активной части, проверить правильность подключения обмоток	Проверка производится при всех положениях переключателя ПБВ
3.3.2.4 7	Проверить группу соединения обмоток трансформатора	РД 34.45-51.300-97	Измерение	Группа соединений должна соответствовать указанной в паспорте трансформатора	Гальванометр, источник постоянного тока	Группа соединений не соответствует указанной в паспорте трансформатора	Произвести вскрытие активной части, проверить правильность подключения обмоток	
3.3.2.4 8	Зашиновать трансформатор со стороны ВН и НН	ЭД на трансформатор	Визуально	Крутящие моменты для М6 – 10,5 Нм, М8 – 22, М10 – 30, М12 – 40, М16 – 60.	Ключи гаечные рожковые 17х19, ключ динамометрический 10-60 Нм	Сорвана резьба болта	Заменить болт	

### 3.6. Нормативные значения.

3.6.1. Нормативные значения указаны в «Технических описаниях и инструкциях по эксплуатации», Руководствах и «Паспортах» на конкретный тип трансформаторов, реакторов.

### 3.7. Дефектация.

#### 3.7.1. Резьбовые соединения.

3.7.1.1 Состояние резьбы проверять внешним осмотром, а также навинчиванием от руки гайки на болт (ввинчиванием болта). Наличие люфтов не допускается.

3.7.1.2 На резьбе не допускаются вмятины, забоины, выкрашивание и срыв более 2 ниток.

3.7.1.3 Болты должны быть без изгибов и заметной выработки.

3.7.1.4 Грани и углы на головках болтов не должны иметь повреждений. При износе граней более 0,5 мм (от номинального размера) болты и гайки выбраковываются.

3.7.2. Контакты и контактные поверхности.

3.7.2.1 Контакты подлежат замене при наличии следующих дефектов:

- трещины;
- деформация;
- значительный износ;
- обгар более 1/5 контактной поверхности.

3.7.2.2 Наружные контактные поверхности (места присоединений соединительных токоведущих шин) зачистить до металлического блеска.

3.7.2.3 Небольшие задиры, наплывы, обгары, заусеницы зачистить шабером или опилить.

3.7.2.4 Не допускаются после опиловки раковины глубиной более 0,5 мм, а размеры не должны отличаться от первоначальных более чем на 0,5 мм.

3.7.2.5 Рабочие поверхности контакт-деталей разборных одноболтовых соединений перед сборкой должны быть подготовлены:

- медные без покрытия и алюмомедные зачищены (при зачистке алюмомедных покрытий не должна быть повреждена медная оболочка);
- алюминиевые и из алюминиевых сплавов зачищены и смазаны нейтральной смазкой типа ЦИАТИМ 221;
- рабочие поверхности, имеющие защитные металлические покрытия, - промыты органическим растворителем.

3.7.2.6 Монтаж контактного соединения, в котором хотя бы одна контакт-деталь выполнена из алюминия, должен обязательно производиться с применением одного или нескольких средств стабилизации электрического сопротивления.

3.7.2.7 Затяжку болтов следует производить динамометрическим ключом. При невозможности использования динамометрического ключа, разрешается проверять момент затяжки накидным ключом с использованием динамометра. Крутящие моменты выбираются согласно таблице 3.7.2.11 данной инструкции.

3.7.2.8 При монтаже одноболтовых контактных соединений рекомендуется использовать стальные болты класса прочности не ниже 5.8 (кроме болтов М16).

3.7.2.9 Во избежание ослабления затяжки болтов одноболтовых контактных соединений вследствие воздействия электродинамических сил при протекании токов коротких

замыканий необходимо использовать гровершайбы или контргайки на всех одноболтовых контактных соединениях.

3.7.2.10 Не применять на открытом воздухе или в помещениях, где возможна конденсация влаги, контактные соединения из алюминиевой и медной контакт-деталей, которые при наличии влаги подвергаются интенсивной электрохимической коррозии. Для предохранения их от коррозии следует применять защитные покрытия или переходные детали.

3.7.2.11 Крутящие моменты для затяжки болтов контактных соединений:

Диаметр резьбы, мм	Крутящий момент, Н·м, для болтового соединения с шестигранной головкой
M6	10,5±1,0
M8	22,0±1,5
M10	30,0±1,5
M12	40,0±2,0
M16	60,0±3,0

Примечание. Для болтовых соединений проводников из меди и твердого алюминиевого сплава рекомендуется применять крутящие моменты, значения которых в 1,5-1,7 раза превышают установленные в таблице

3.7.3. Дефектация и ремонт фарфоровой изоляции.

3.7.3.1 При проведении ремонта трансформатора каждый изолятор должен быть подвергнут тщательному осмотру. При этом особое внимание должно быть обращено на:

- отсутствие трещин на поверхностях изоляторов;
- отсутствие сколов и следов удара на поверхности изоляторов;
- качество армировки (отсутствие раковин, трещин и наличие влагостойкого покрытия).

3.7.3.2 При обнаружении поверхностных дефектов, снижающих механическую или диэлектрическую прочность, изоляторы подлежат выбраковке. К таким дефектам относятся:

- продольные и кольцевые трещины;
- поверхностные сколы на ребрах изоляторов, превышающие допустимые значения по ГОСТ 13873-81.

3.7.3.3 Ремонт изоляторов с дефектами, не превышающими допустимых по ГОСТ 13873-81, может быть выполнен при наличии технических возможностей, определяемых технологией приготовления лаков и клеев.

3.7.3.4 Склеивание фарфоровых частей должно выполняться с помощью клея БФ-4, БФ-88.

### 3.7.4. Резиновые уплотнения.

3.7.4.1 Состояние резиновых уплотнений проверяется внешним осмотром на отсутствие трещин, срезов, выработки, расслоений, остаточной деформации, заусениц, раковин, пузырей и потерю пластичности.

Степень поджатия резинового уплотнения должна быть не более 35 % от его толщины и распределяться равномерно по всему периметру.

## РЕМОНТ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

**Силовым** называется трансформатор, предназначенный для преобразования приема и использования электрической энергии.

Основными деталями силового трансформатора являются:

а) магнитная систем; магнитопровод, состоящий из стержней, верхнего и нижнего ярма. Различают плоские и пространственные магнитопроводы, последние имеют ряд преимуществ перед обычными плоскими, а именно: уменьшаются трудозатраты на изготовление и сборку; повышается надежность стержня, так как прессующие шпильки отсутствуют; уменьшаются потери холостого хода, так как сечение стержня увеличивается за счет отсутствия отверстий под шпильки, а в результате при равных мощностях трансформаторов для пространственных магнитопроводов требуется меньше стали;

б) обмотки ВН и НН, выполненные из круглых или прямоугольного сечения проводов, одна из которых называется первичной, а вторая вторичной. Магнитопровод с обмотками называется активной частью трансформатора;

в) бак и расширитель (только у масляных трансформаторов);

г) вводы, предназначенные для присоединения концов обмотки трансформатора к внешней электрической сети;

д) переключатель для переключения числа витков обмотки ВН;

е) контрольно-защитные устройства, приборы и арматура.

Различают трансформаторы маслонеполненные (масляные) и сухие, однофазные и трехфазные. На рис.1 показаны маслонеполненные трансформаторы с плоской (а) и пространственной (б) магнитными системами

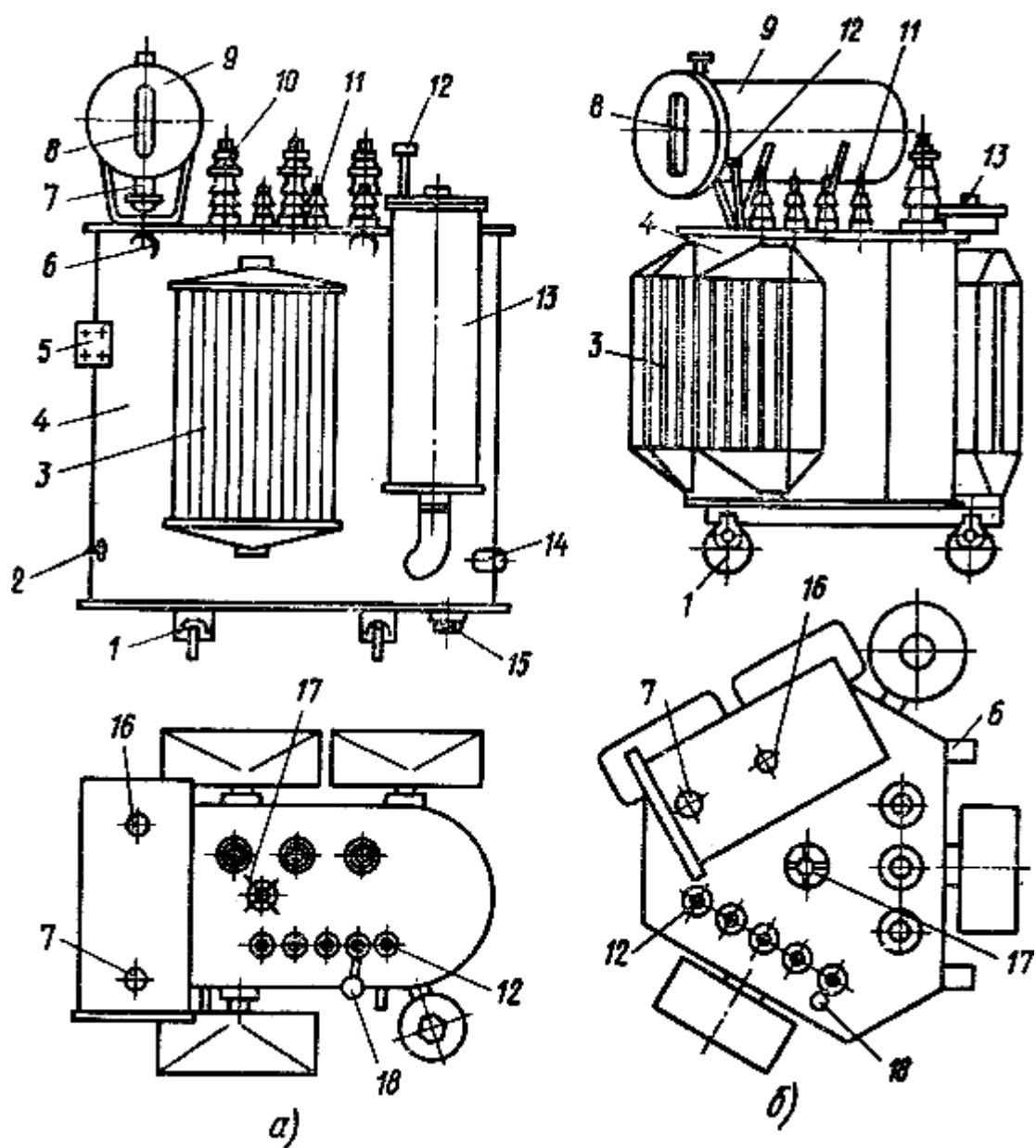


Рис.1. Трансформаторы мощностью 400 кВ·А с плоским (а) и пространственным (б) магнитопропадами:

- 1 - транспортный ролик,
- 2 - болт заземления,
- 3 - радиатор,
- 4 - бак,
- 5 - щиток,
- 6 - крюк для подъёма,

- 7 - воздухоосушитель.,
- 8 - маслоуказатель,
- 9 - расширитель
- 10-ввод ВН.
- 11 - ввод НН.
- 12 термометр.
- 13 - термосифонный фильтр,
- 14 - пробке для отбора пробы масла,
- 15 - пробка для слива.
- 16 - пробка для долива масла,
- 17- переключатель,
- 18 - пробивной предохранитель

### **Основные виды повреждения и текущий ремонт трансформаторов**

Наибольшее количество повреждений наблюдается в устройствах обмоток, главной и продольной изоляции, вводов и переключателей.

Поступивший в ремонт трансформатор осматривают. Знакомятся с эксплуатационно-технической документацией, обращая особое внимание на сведения о работе и дефектах трансформатора о эксплуатации, результаты предыдущего ремонта и особые требования, предъявляемые заказчиком.

При внешнем осмотре могут быть установлены некоторые неисправности трансформатора: поверхностное перекрытие; пробой или разрушение изоляторов, ввод, вздутие бака, образовавшееся вследствие механических усилий внутри трансформатора при его аварии; нарушение прочности швов бака или уплотнений, наличие и течи масла; неисправности работы маслоуказателя, сливного крана и другие дефекты.

**Определение основных физико-химических свойств трансформаторного масла.** В случае отсутствия паспортных данных поступившего в ремонт трансформатора необходимо провести испытание трансформаторного масла а основные физико-химические свойства (табл.1).

Масло для испытания отбирают из специально предусмотренного крана в чистую сухую стеклянную посуду, предварительно слив 2- 3 л масла и ополоснув им посуду. Масло испытывают на пробой на специальной установке. Для трансформаторов с номинальным напряжением до 15 кВ пробивное напряжение должно быть не менее 25 кВ при условии

выполнения шести проб. Проводят сокращенный химический анализ для проверки соответствия их приведенным в таблице.

Таблица 1

Основные физико-химические свойства трансформаторного масла

Показатели качества масла	Норма
Содержание механических примесей	Отсутствуют
Кислотное число <sup>*</sup> , мг КОН из 1 кг масла, не более	0,05
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствуют
Температура вспышки, °С, не ниже	135
Кинематическая вязкость, сСт, не более:	
при 20 °С	30
при 50 °С	9,6
Зольность, %, не более	0,005
Температура застывания, °С, не выше	-45

<sup>\*</sup> Кислотное число определяется количеством миллиграммов едкого кали, которое необходимо для нейтрализации всех свободных кислых соединений, входящих в состав 1 г масла.

**Измерение сопротивления изоляции обмоток.** Измерения выполняют мегаомметром 1000 В. Для двухобмоточных трансформаторов измеряют сопротивление изоляции между обмоткой ВН и баком при заземленной обмотке НН (рис.2, а); между обмоткой НН и баком при заземленной обмотке ВН; между соединенными между собой обмотками ВН и НН и баком. Сопротивление изоляции при 10 °С должно быть в пределах 800-600 МОм.

**Определение коэффициента трансформации.** Коэффициент трансформации определяют методом двух вольтметров (рис.2, б). На вводы НН подают напряжение порядка 100-400 В. С помощью вольтметров V1 и V2 измеряют поочередно напряжение на всех ступенях напряжения обмоток ВН и НН. Вольтметр V2 присоединяется через трансформатор напряжения. Определяют коэффициент трансформации для всех фаз и ступеней. Допустимое отклонение коэффициента от расчетного должно быть  $\pm 0,5\%$ . отклонение по фазам 1-2 %.

**Определение группы соединения обмоток.** Определение группы выполняют; методом двух вольтметров (рис.2, в) VI и V2. Вводы А и а испытуемого трансформатора соединяют. К одной из обмоток подводят напряжение 220 В и измеряют поочередно напряжения между вводами в - В, в - С и с - В. По измеренным напряжениям и полученным коэффициентам трансформации по справочным таблицам находят группу соединения обмоток.

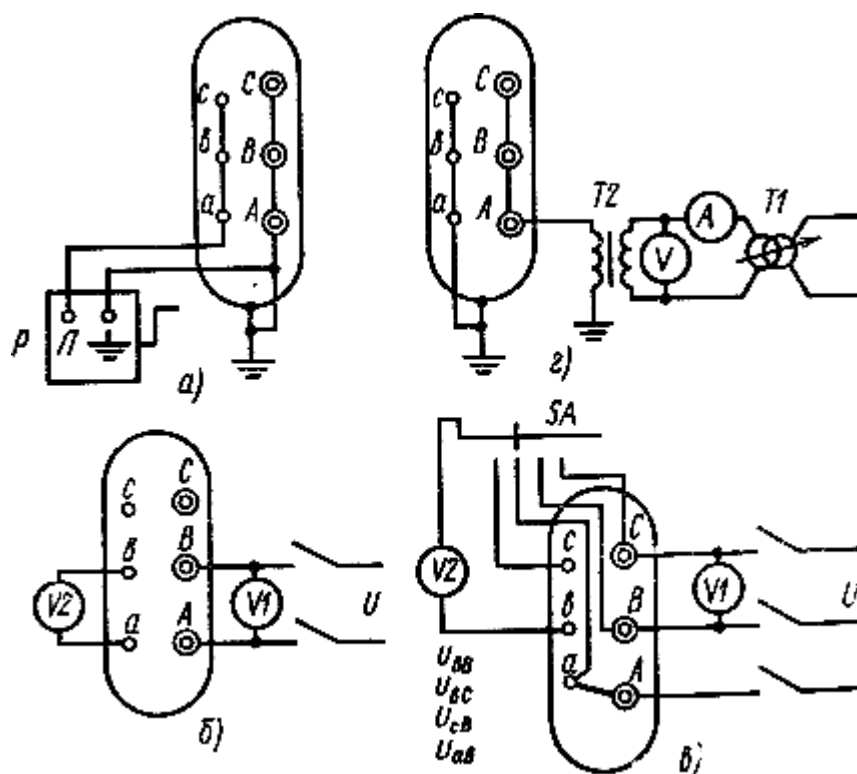


Рис.2. Схемы измерения:

- а - сопротивления изоляции,
- б - коэффициента трансформации,
- в - группы соединения обмоток,
- г - прочности изоляции

**Испытание прочности изоляции между обмотками ВН и НН и каждой из них относительно бака** (рис.2, г). С помощью автотрансформатора Т1 (рис.2,г), подключенного к сети переменного тока промышленной частоты 50 Гц, плавно поднимают напряжение трансформатора Т2 до 35 кВ для масляных трансформаторов и 23 кВ для сухих с номинальным напряжением 10 кВ. Если в течение 1 м не наблюдается потрескивания или перекрытия, стрелки вольтметра и амперметра не изменяют своих показаний, плавно снижают напряжение до нуля и считают, что трансформатор выдержал испытания.

Если в результате осмотра и приведенных выше испытаний повреждения активной части трансформатора установлены, приступают к ее осмотру.

Трансформатор устанавливают под крюк подъемного механизма так, чтобы крюк находился над центром тяжести трансформатора (пересечения осей крышки трансформатора), демонтируют термометр и пробивной предохранитель, чтобы не повредить их при подъеме выемной части, отвинчивают болты, крепящие крышку, ослабляют крепления изоляторов и вводов, установленных на крышке.



Активную часть трансформатора поднимают после частичного слива масла до уровня ниже уплотняющей прокладки крышки в трансформаторах с расширителем. Чтобы избежать появления влаги (росы) на остовах и обмотках трансформатора, активную часть разрешается поднимать только при условии, когда температура ее равна или выше температуры окружающего воздуха.

Чтобы не повредить обмотки, подъем рекомендуется проводить вдвоем, удерживая стропы и крышку трансформатора, чтобы магнитная система и обмотки не задевали за края бака. Подняв активную часть на 15-20 см, определяют уровень масла в трансформаторе и проверяют, полностью ли были покрыты маслом обмотки и отводы. Только после этого допускается полный спуск масла.

Подняв активную часть трансформатора, осматривают ее. Проверяют чистоту обмоток, обращая особое внимание на каналы между обмотками и магнитопроводом. Твердые парафиновые отложения очищают протирачной ветошью или кистью, смоченными в бензине.

Почерневшие или подгоревшие места катушек свидетельствуют о межвитковом замыкании обмоток или пробое на корпус. Выявляют на ощупь места ослабления витков. В этих местах, как правило, поврежденной оказывается изоляция обмотки, обуглившаяся в результате межвитковых замыканий, не видимых с внешней стороны. Проверяют внешним осмотром состояние изоляции, отсутствие деформаций и смещений обмоток или ее витков, наличие изоляционных прокладок, клиньев, распорок.

Ослабление витков обмотки устраняют подпрессовкой обмоток. Между уравнильной и ярмовой изоляциями забивают дополнительные изоляционные клинья, изготовленные из сухого дерева, электрокартона или гетинакса. Расклинивают ряд за рядом равномерно по всей окружности. При этом применяют вспомогательный брусок. Чтобы не размочалить торцы забиваемых клиньев, ударяют по деревянному бруску. Для небольших трансформаторов подпрессовка выполняется ярмовыми балками.

Мегаомметром 1000 В проверяют отсутствие обрывов и сопротивление изоляции обмоток НН и ВН на корпус и между обмотками ВН и НН.

Проверяют также надежность контактов концов обмотки с вводами, места паяк, изоляцию шпилек (рис.3) и бандажей бесшпильчатых трансформаторов, стягивающих сталь магнитопровода.

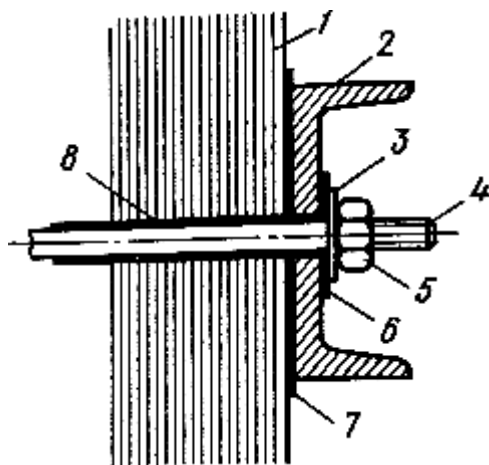


Рис.3.Изоляция стяжной шпильки ярма:

- 1 - ярмо,
- 2 - ярмовая балка,
- 3 - стальная шайба,
- 4 - шпилька.
- 5 - гайка,
- 6 - изоляционная шайба,
- 7 - изоляционная прокладка,
- 8 - изоляционная трубка

При внешнем осмотре обращают внимание на состояние переключателей. Одновременно осматривают бак, расширитель, соединительные трубопроводы и уплотнения.

Если оказываются поврежденными магнитная система или обмотки, трансформатор подлежит капитальному ремонту с разборкой активной части. При повреждениях других частей ремонт последних производят без полной разборки трансформатора.

**Ремонт вводов.** Основные неисправности вводов (рис.4) следующие: трещины и сколы изоляторов, разрушение изоляторов, некачественная армировка и уплотнение, срыв резьбы контактного зажима при неправильном навинчивании и затягивании гайки. При значительных сколах и трещинах ввод заменяется.

Армирование фарфоровых изоляторов начинают с изготовления зажима из медных или латунных прутков соответствующего диаметра и длины; на концах зажима нарезается резьба по размерам заменяемого. На зажим навинчивают стальной или бронзовый колпак и закрепляют его контргайкой. С внутренней стороны колпак с зажимом скрепляют

газосваркой. Сварку производят латунию с применением в качестве флюса буры, предварительно прокаленной в течение 3 ч при 700 °С. Качество сварки должно быть проверено. После сварки зажим лудят гальваническим способом и подвергают вторичному испытанию.

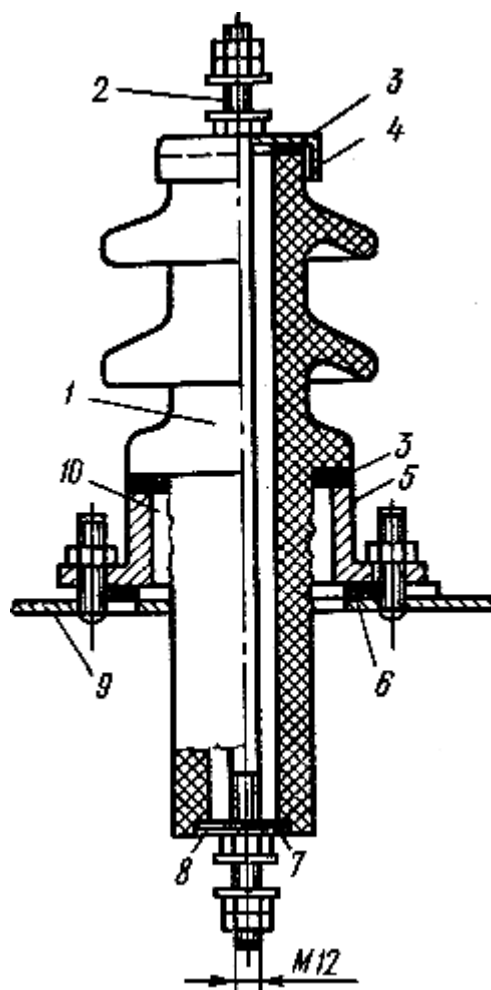


Рис.4. Армированный ввод 6-10 кВ наружной установки:

- 1 - фарфоровый изолятор,
- 2 - токоведущий стержень,
- 3 - резиновая шайба,
- 4 - колпак.
- 5 -фланец,
- 6 - прокладка,
- 7 - картонная шайба,

8- стальная шайба,

9 - крышка трансформатора,

10 - армировочная масса

Зажим с приваренным к нему колпаком закрепляют в тисках. Для предохранения резьбу обертывают лентой из мягкого металла. Внутри колпака вкладывают резиновую прокладку.

Фарфоровый изолятор верхней частью вставляют в колпак и сверху на зажим надевают электрокартонную и металлическую шайбы, которые до отказа затягивают контргайкой. Колпак заливают замазкой, которую после застывания покрывают нитроэмалью 624С.

В качестве армировочных цементирующих замазок для изоляторов напряжением до 10 кВ рекомендуется глетоглицериновая или портландцементная замазка. В случае перearмировки изоляторов необходимо старую затвердевшую замазку удалить равномерным нагреванием фарфоровой части ввода, а затем фланца до 100-120 °С паяльной лампой или автогенной горелкой. Вследствие температурного расширения фланец отойдет от замазки и при легком ударе молотка по фланцу он отделится от фарфора.

Начало обмоток ВН трехфазного трансформатора маркируется буквами А, В и С, а концы этих обмоток - Х, Y и Z. Нейтраль - 0. Начало и конец обмоток НН маркируются соответственно *a, b, c* и *x, y, z*.

**Ремонт поврежденных контактных зажимов.** Поврежденную резьбу зажимов отрезают ножовкой заподлицо с плоскостью колпачка. Зажим высверливают на толщину тела колпачка (3-4 мм), после чего его можно свободно вынуть и заменить новым. Новый зажим приваривают от верхней плоскости колпачка.

**Ремонт переключателей.** Переключатель служит для переключения числа витков обмотки ВН и имеет три ступени регулировки напряжения: +5 %, номинальное напряжение, - 5 %. Наиболее распространены следующие типы переключателей:

ТПСУ-9-120/6, устанавливаемый в трансформаторах мощностью до 100 кВ·А, напряжением до 6 кВ без расширителя; переключатель размещается под крышкой, в которой есть отверстие для рукоятки, и закрепляется на верхних ярмовых балках выемной части трансформатора; отверстие закрывается чугунным колпаком;

ТПСУ-9-120/11, ТПСУ-9-120/12, применяемые в трансформаторах напряжением до 10 кВ и мощностью до 1000 кВ·А включительно; переключатель устанавливается над крышкой трансформатора.

В последних конструкциях трансформаторов напряжением 10 кВ применяется переключатель реечного типа ПТО-10/63-65, предназначенный для переключения ответвления обмоток в пределах  $\pm 2 \times 2,5$  % на трансформаторах I-III габаритов на напряжение до 10 кВ.

Наиболее частыми повреждениями переключателей являются оплавления и подгорания контактных поверхностей. При значительных оплавлениях и полном выгорании контактов переключатель заменяют новым.

В целях устранения повреждений пружины переключатель проверяют путем переключения его по всем ступеням. Исправная пружина для переключателя ТПСУ, ПТО обеспечивает нажатие контактов в рабочем положении 50- 60 Н. Каждое положение переключателя четко фиксируется, что сопровождается щелчком.

При осмотре переключателя его следует очистить, закрепить и подтянуть контакты.

Иногда контактная поверхность переключателей покрывается очень стойкой и твердой пленкой - продуктом Старения масла. Ее удаляют, протирая поверхность колец и стержней контактов тряпкой, смоченной ацетоном. Применение для этой цели наждачной бумаги недопустимо, так как она может повредить никелированную поверхность.

**Ремонт пробивного предохранителя.** После каждого пробоя предохранителя устанавливают новую слюдяную пластинку толщиной 0,25 мм, а контактные поверхности предохранителя тщательно зачищают от образовавшегося нагара.

**Ремонт бака.** Сравнительно распространенными случаями повреждения бака, вызывающими его течь, являются нарушения сварных швов и недостаточная плотность прокладки между баком и крышкой. Пустой бак очищают от осадков, грязи, промывают и ополаскивают теплым маслом. Проверяют исправность работы спускового крана. Места течи заваривают, предварительно тщательно очистив место сварки от масла и краски и просушив его постепенным и равномерным нагревом паяльной лампой.

Незначительную течь масла в швах или в местах вварки труб охлаждения можно устранить чеканкой.

По окончании сварки бак в течение 1-2 ч испытывают избыточным давлением столба масла высотой 1,5 м над уровнем масла в расширителе, используя трубку с воронкой диаметром 3/4- 1". Трубку завинчивают в отверстие для пробки расширителя и заполняют маслом примерно до 2/3 высоты воронки.

На время испытания все отверстия, связанные с баком и расширителем, должны быть герметически закрыты. По окончании испытания масло из воронки сливают до наивысшего уровня в расширителе, а отверстие для заливки масла завинчивают пробкой. После этого удаляют выполненные для проведения испытаний герметические уплотнения и устанавливают необходимый уровень масла по указателю, сливая избыток масла из расширителя. Одновременно проверяют исправность действия маслоуказателя и пробок.

**Ремонт прокладок.** Пришедшие в негодность уплотняющие прокладки заменяют новыми, изготовленными из маслостойкой резины.

Разметку отверстий в прокладках для прохода болтов делают по крышке или фланцу бака. Отверстия выполняют просечкой. Во избежание перекоса крышки дополнительно прокладывают проволочный ограничитель 5 (рис.5).

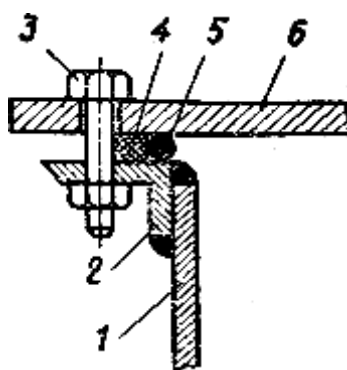


Рис.5. Установка уплотняющей прокладки:

- 1 - стенка бака.
- 2 - фланец бака,
- 3 - болт,
- 4 - резиновая прокладка.
- 5 - проволочный ограничитель
- 6 -крышка

**Ремонт расширителя.** Ремонт расширителя (рис.6) чаще всего сводится к промывке его маслом. Но иногда необходимо очищать внутреннюю поверхность расширителя от ржавчины, которая может быть обнаружена при разборке трансформатора в виде большого скопления крупинок на плоскости верхнего ярма, под отверстием патрубка расширителя или чаще под отверстием выхлопной трубы.

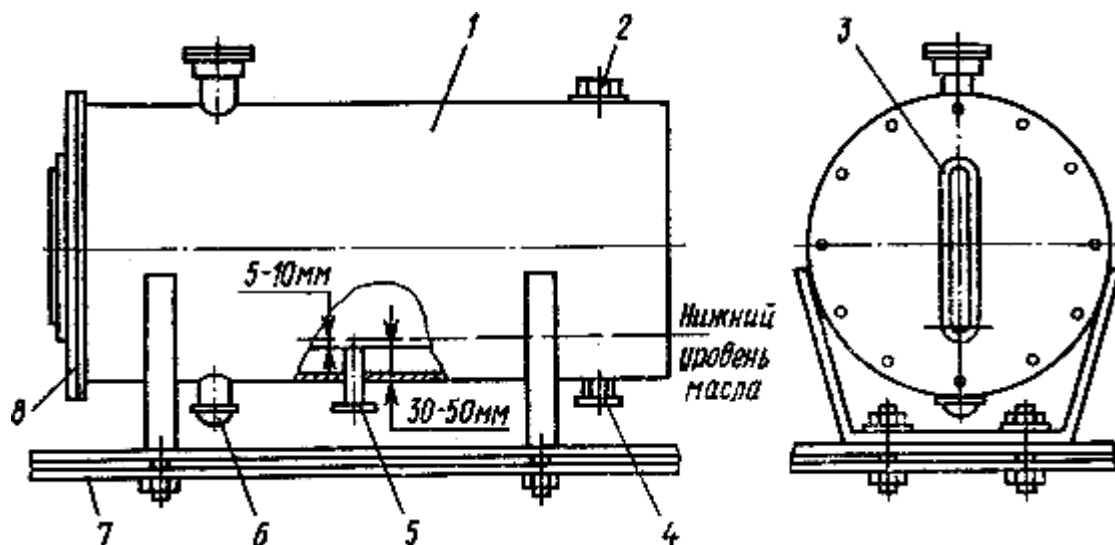


Рис.6. Расширитель:

- 1 - корпус,
- 2 - пробка для доливки масла.
- 3 - маслоуказатель.
- 4 - отстойник с пробкой,
- 5 - патрубок к баку трансформатора,
- 6 - воздухоочиститель,
- 7 -крышки трансформатора,
- 8 - съемное дно

В некоторых трансформаторах расширитель не имеет съемного дна. При ремонте трансформатора рекомендуется сплошное дно заменить на съемное (рис.7). Работу выполняют следующим образом: старое сварное дно вырезают газовой горелкой. Далее к цилиндру 7 расширителя приваривают стальной фланец 6, в который ввинчивают и приваривают шпильки 5 для крепления съемного дна 4 гайками 3. Дно уплотняют резиновой прокладкой 2, удерживаемой стальным кольцом 1.

При ремонте расширителя проверяют патрубок трубы, соединяющий расширитель с баком. Если патрубок выступает внутрь расширителя менее чем на 30-50 мм, необходимо его переварить, так как при меньшей высоте через патрубок могут попадать в бак осадки, скапливающиеся в расширителе. При этом масло должно быть на -отметке нижнего уровня расширителя, как показано на рис.6.

При осмотре расширителя ржавчину очищают стальной щеткой и удаляют керосином. После очистки внутреннюю поверхность расширителя следует протереть чистой тряпкой, смоченной бензином, и после полного высыхания покрыть нитроэмалью 624С или ГФ-92-ХК.

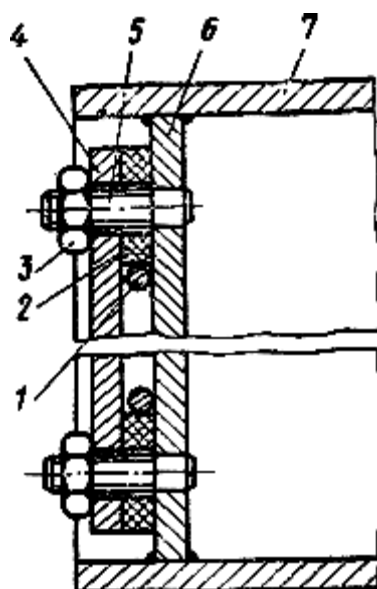


Рис.7. Съемное дно

При этом надо следить, чтобы эмаль не закупорила отверстия расширителя, особенно отверстия маслоуказателя. После покрытия эмалью

расширитель должен быть высушен в печи в течение 6- 12 ч при температуре 105- 110 °С.

Работа с эмалью требует строгого соблюдения правил пожарной безопасности и охраны труда. Хранят ее в герметически закупоренной таре.

**Ремонт крышки.** Крышки трансформаторов, не имеющих расширителей, с внутренней стороны часто покрываются ржавчиной. После тщательной очистки крышку следует покрыть антиконденсационным составом, состоящим из 100 мас. ч. эмали ГФ-92-ХК и 10 мас. ч. пробковой крошки и хоруно перемешанными. В качестве растворителя может быть применен бензол или толуол.

Полученный состав кистью наносят два раза на горизонтально лежащую крышку. После 20-минутной выдержки на воздухе крышку просушивают и сушильном шкафу в течение 30 мин или на открытом воздухе в течение 4-6 ч.

**Ремонт маслоуказателя.** Старые тины маслоуказателя, сообщающиеся с расширителем только снизу, а в верхней части имеющие "дыхательное" отверстие, заменяют новыми пластинчатого типа, которые можно изготовить по чертежам завода-изготовителя.

**Ремонт гильз для термометров.** Частые повреждения гильзы происходят из-за попадания в нее воды, которая, замерзая зимой, расширяется и выдавливает в бак трансформатора дно гильзы. У неработающих трансформаторов в зимнее время рекомендуется гильзу тщательно закрывать.

В современных трансформаторах ртутные термометры заменены на спиртовые.



**Ревизия термосифонного фильтра и воздухоосушителя.** Термосифонный фильтр - устройство, которое очищает и регенерирует (восстанавливает) масло. Нагреваясь и сообщаясь с воздухом, масло поглощает влагу и окисляется, стареет. Фильтр заполнен специальным поглощающим веществом (сорбентом) - силикагелем КСК.

Воздухоосушитель предназначен для того, чтобы через вдыхательное" отверстие расширителя не попадал влажный и загрязненный воздух. Осушитель крепят на стенке расширителя или бака трансформатора. Воздух очищается в слое силикагеля, проходя через слой масла фильтра.

В ряде трансформаторов для такой же цели применяют силикагелевые поглотительные патроны, которые устанавливают на крышке трансформатора вблизи расширителя или в самом расширителе. Эти устройства не требуют специального ремонта, и достаточно ограничиться их ревизией.

Силикагель по мере увлажнения теряет свои свойства, поэтому его заменяют сухим. Признаком увлажнения служит изменение его цвета, что легко наблюдать через смотровое стекло воздухоосушителя. Находящийся в сетчатом патроне индикаторный силикагель меняет голубую окраску на розовую.

При ревизии и замене силикагеля каждый из этих устройств демонтируют, разбирают, высыпают отработанный силикагель. Все внутренние полости и детали устройств протирают ветошью, смоченной керосином. Резиновые и асбестовые уплотнения заменяют новыми. Устройство собирают и устанавливают на место. Масса силикагеля, загружаемого в фильтр, равна 0,1 - 0,2 % массы масла в трансформаторе.

### **Ремонт и изготовление изоляции и обмоток**

Главная изоляция обеспечивает изоляцию обмоток друг от друга и от заземленных частей. К ней относятся масляный канал и изоляционный цилиндр 4, изолирующие обметку НН от стержня 5, цилиндр 3 между обмотками ВН и НН, перегородка 8 между обмотками.

При повреждении гласной изоляции (рис.8) или обмоток трансформатор подлежит капитальному ремонту с разборкой активной части, которая выполняется в такой последовательности.

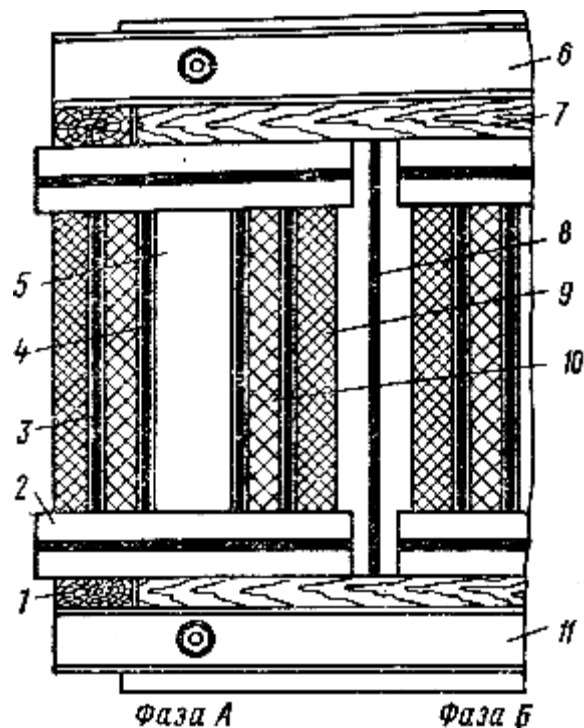


Рис.8. Схема главной изоляции обмоток:

- 1 - уравнивающая изоляция,
- 2 - ямовая изоляция,
- 3 - изоляционный цилиндр и масляный канал,
- 4 - цилиндр между обмотками НН и стержнем,
- 5 -- стержень,
- 6 - верхняя ямовая балка,
- 7 - верхняя уравнивающая изоляция,
- 8 - междуфазная перегородка,
- 9 - обмотка ВН, 10 - обмотка НН,
- 11 - нижняя ямовая балка

Демонтируют отводы, отвинчивают гайки вертикальной шпильки, ослабляют и отвинчивают гайки прессующих шпилек, которые вынимают вместе с бумажно-бакелитовыми трубками.

Шпилька и бандаж (в случае металлического) должны иметь надежную изоляцию от листов стали магнитопровода и ямовых балок (см. рис.3). Верхние ямовые балки и

изоляционные электрокартонные прокладки снимают. Ярмовые балки со стороны ВН и НН не взаимозаменяемы и поэтому их маркируют. Вынимают заземляющую ленту магнитопровода, снимают верхнюю уравнительную изоляцию. Демонтируют шпильки. В процессе разборки все детали внимательно осматривают и отбраковывают.

Расшихтовывают верхнее ярмо, начиная с крайних пакетов с обеих сторон (ВН и НН), идя к середине ярма, вынимая одновременно по 2-3 листа. После расшихтовки верхнего ярма выступающие расходящиеся в сторону листы стержней связывают киперной лентой, чтобы облегчить снятие обмоток. Поочередно снимают обмотки ВН, выгибая предварительно вертикально концы обмотки НН.

Обмотки в зависимости от массы снимают вручную или специальным приспособлением. Их осматривают, замеряют, определяют характер и объем ремонта или необходимость изготовления новых. Затем снимают ярмовую и уравнительную изоляции.

К числу наиболее распространенных повреждений обмотки следует отнести: замыкание между витками и замыкание на корпус, межсекционные пробой, электродинамические разрушения, обрыв цепи.

Повреждения изоляции в основном происходят в результате её естественного износа и уменьшения механической прочности при длительной эксплуатации (15 лет и больше), при длительных перегрузках трансформатора, сопровождаемых перегревом обмоток.

При коротких замыканиях вследствие электродинамических усилий наблюдаются деформация обмоток, сдвиг их в осевом направлении и, как правило, механическое разрушение изоляции.

Обрыв цепи обмоток, замыкание их на корпус или пробой возникают вследствие обгорания вводных концов, небрежного соединения их или в результате воздействия электродинамических усилий.

**Ремонт обмоток** (рис.9, а, б) в большинстве случаев сводится к замене клиньев, прокладок и других изолирующих обмотку элементов. Для проводов прямоугольного профиля большого сечения обычно ограничиваются заменой повреждённой витковой изоляции. Переизолировка провода небольших однослойных катушек, как правило, выполняется вручную.

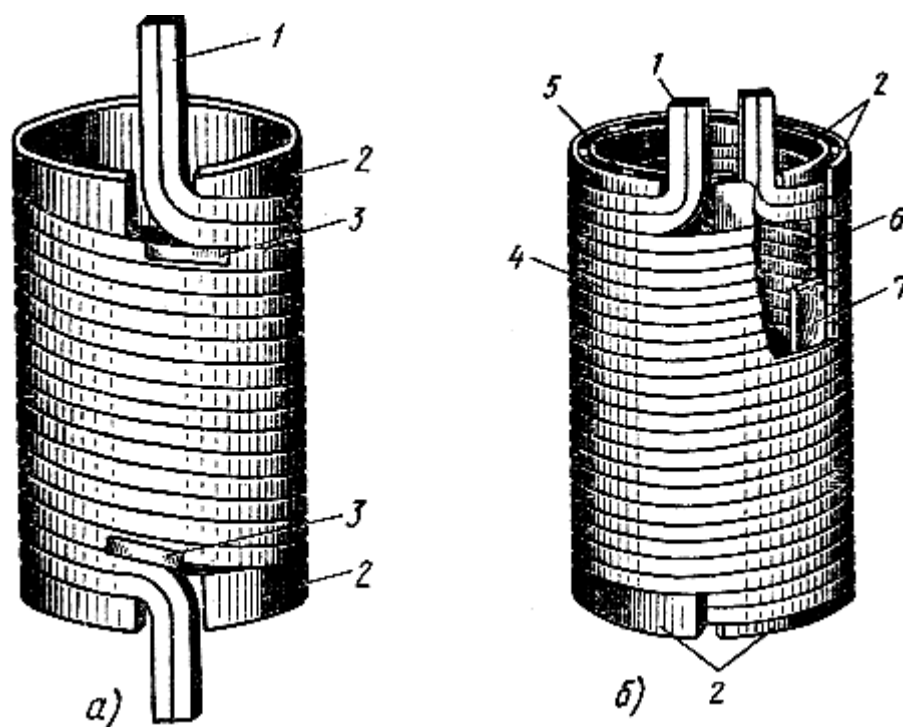


Рис.9. Цилиндрические обмотки:

- а - однослойная,
- б - двухслойная,
- 1 - провод,
- 2 - выравнивающий поясок,
- 3 - коробочка из электрокартона,
- 4 - наружный слой обмотки,
- 5 - вертикальный масляный канал,
- 6 - внутренний слой обмотки,
- 7 - планка из бука,

Поврежденную изоляцию удаляют обжигом. Чтобы витки обмотки во время обжига не разошлись, на обмотку в Осевом направлении накладывают несколько проволочных бандажей, которые после обжига аккуратно снимают. Медный провод освобождают от остатков обгоревшей изоляции. Витки обмотки (рис.10) изолируют двумя слоями бумажной или тафтяной ленты в полуперекрышку.

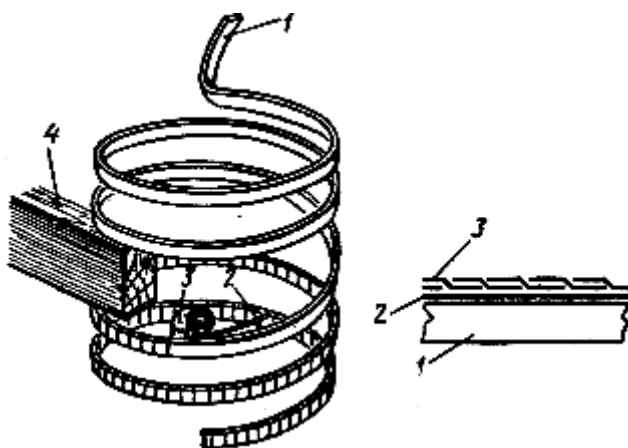


Рис.10. Ручная изолировка витков:

- 1 - провод обмотки,
- 2 -электрокартонная полоска,
- 3 - тафтяная лента
- 4 -деревянный клин

Для усиления изоляции между смежными витками по соприкасающейся поверхности нитка под слой ленты укладывают полоску из электрокартона толщиной 0,5 мм и шириной, равной ширине соприкасающейся поверхности нитки.

Изолированную катушку выравнивают с торца клиновидным пояском, выполненным из электрокартона, который прикрепляют к витку бандажом из киперной или тафтяной ленты. Катушке придают нужный размер по диаметру и высоте путем обтяжки ее па шаблоне. Чтобы не допустить ослабления и распускания витков, их закрепляют в нескольких местах равномерно по окружности восьмерочными бандажами из киперной ленты, как это показано на рис.11. Затем обмотку высушивают, пропитывают соответствующими лаками и запекают. Поврежденные многослойные и другие обмотки, выполненные из проводов мелких сечений, в большинстве случаев заменяют новыми.

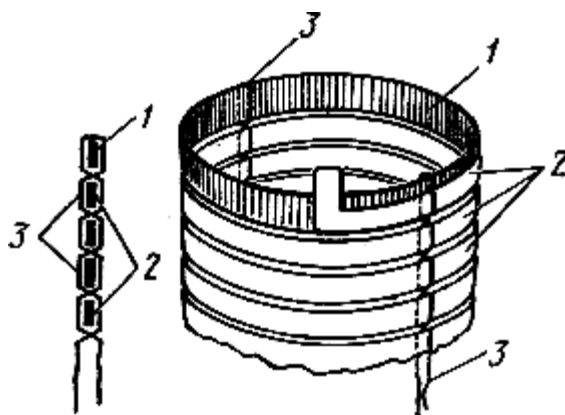


Рис.11. Пример закрепления витков и уравнительного клиновидного поиска:

- 1 - уравнительный пояс,
- 2 - витки.
- 3 - восьмерочный бандаж из киперной ленты

**Изготовление новых обмоток.** Для изготовления новых обмоток применяют шаблоны из сухого дерева твердых пород. Цилиндрическое тело шаблона состоит из двух срезанных наискось половин, обеспечивающих легкий разъем шаблона. Диаметр его равен внутреннему диаметру катушки, длина - высоте катушки. Высота катушки фиксируется обоями (щеками), надвигаемыми на тело шаблона и закрепленными на нем в определенных местах. Применяются также различные типы универсальных шаблонов, устанавливаемых на обмоточных станках.

Рассмотрим технологию и способ изготовления нескольких типов обмоток.

Для изготовления однослойной цилиндрической обмотки НН из провода прямоугольного сечения (рис.12, *а - в*) ее начальный конец (отвод) загибают "на ребро" под углом, близким к прямому. Отвод 1 закрепляют в прорези съемной обоймы деревянного шаблона 4. Первый виток выравнивают клиновидным пояском из электрокартона 2, размеры которого соответствуют расчетным данным. Выравнивающий поясок прикрепляют к витку обмотки с помощью бандажа 3.

Для закрепления первого витка на него накладывают петлю 5 из киперной или тафтяной ленты. После укладки четырех-пяти витков с помощью этой ленты затягивают первый виток с отводом. Последние витки каждого слоя также выравнивают с помощью клиновидного пояса, прикрепляемого бандажом. Перед последними четырьмя-пятью витками обмотки в нескольких местах закладывают затяжные петли, как это было сделано для первого витка в начале намотки. Последний виток слоя обмотки заправляют в затяжные петли, подтягивают и закрепляют.

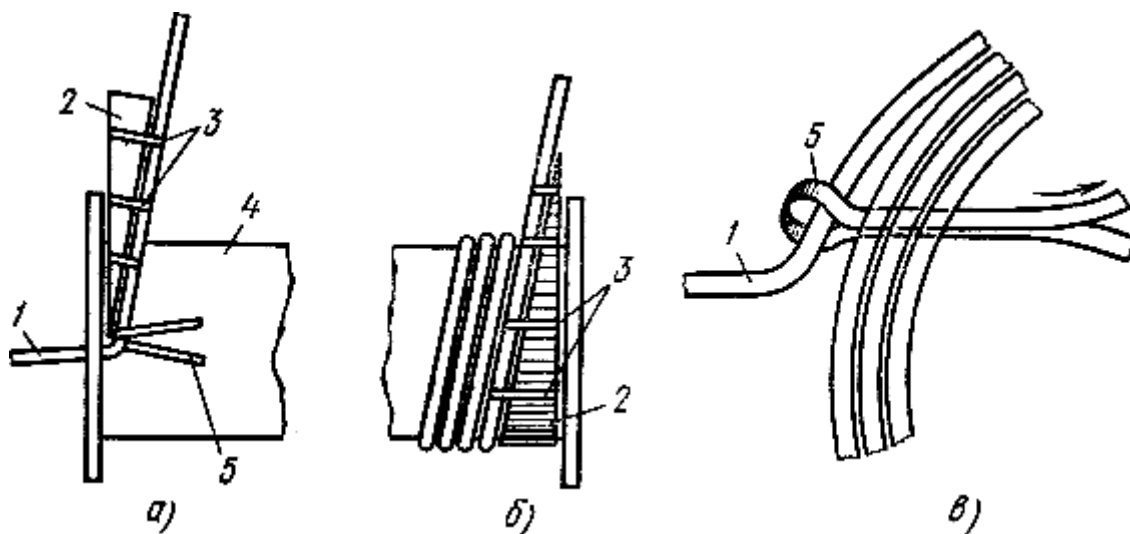


Рис.12. Изготовление однослойной обмотки:

- а - укладка первого витка,
- б - укладка последнего витка,
- в - эскиз заводки затяжной петли;
- 1 - отвод,
- 2 - уравнивательный поясок,
- 3 - бандаж,
- 4 - шаблон,
- 5 - затяжная петля

При намотке многослойных катушек (рис.13) такое бандажирование витков нижних рядов не требуется, так как верхний слой обмотки обеспечивает прочность всех нижних слоев.

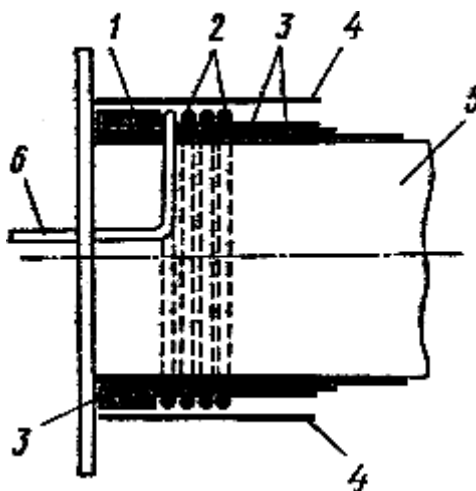


Рис.13. Изготовление многослойной обмотки:

- 1 - уравнивательный поясок.
- 2 - витки обмотки,
- 3 - телефонная бумага,
- 4 - межслоевая изоляция.
- 5 - шаблон,

## б - отвод

Для предохранения изоляции крайних витков при переходе из одного слоя в другой в местах перехода прокладывают полоску электрокартона, ширина которой должна быть на 4 - 5 мм больше ширины провода:

Для лучшей изоляции между слоями многослойной обмотки прокладывают электрокартон толщиной 0,5 мм, который перед намоткой очередного слоя сильно стягивают киперной лентой.

Последний виток многослойной катушки крепят так же, как у однослойных катушек.

Технология изготовления многослойной обмотки ВН приведена в технологической карте (табл.1).

Отводы (рис.14, а, б) должны быть хорошо изолированы для предупреждения межвиткового замыкания. Для изоляции отводов применяют лакоткань и полоски из электрокартона, прокладываемые с обеих сторон отвода.

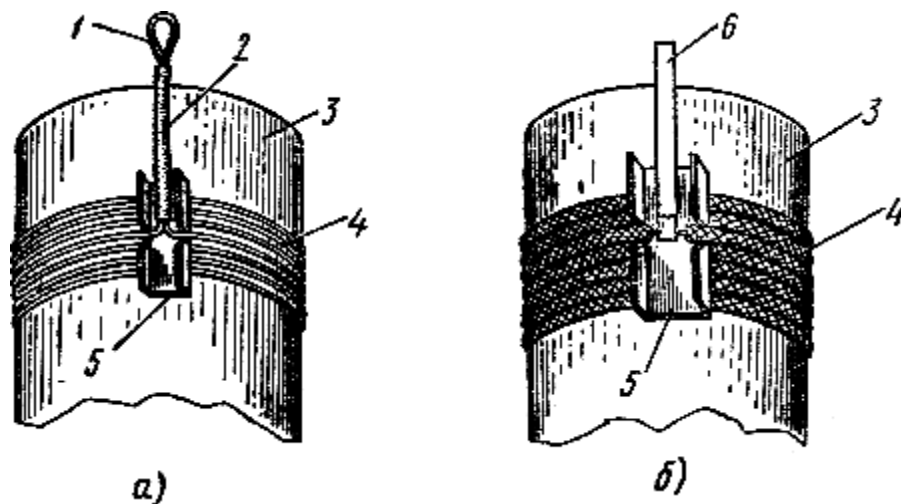


Рис.14. Примеры выполнения отводов:

а - петель,

б - припаянной лентой;

1-петля провода (отвод) ,

2 - изоляционная трубка,

3 - цилиндр обмотки,

4 - обмотка.



5- коробочка из электрокартона,

6 - ленточный отвод, припаиваемый к проводу

Таблица1

Технологическая карта на изготовление обмотки ВН (10 кВ) для трансформатора мощностью до 160 кВ·А

N операции	Содержание операции и указания по её выполнению	Оборудование, приспособления и инструмент	Материал
1	2	3	4
1	Проверить состояние бакелитового цилиндра и его размеры по расчетной записке. Укрепить цилиндр на станке. Длина цилиндра по образующей должна быть больше длины обмотки на 32 мм. Цилиндр может быть изготовлен из электрокартона (при отсутствии готового)	Обмоточный станок, измерительная линейка	Электрокартон Э толщиной 1,5-2
2	Подготовить необходимей изоляционный материал для межслоевой и концевой изоляции (уравнительного пояса), изготавливаемой из электрокартона толщиной, равной диаметру провода или толщине витка. Готовую к установке концевую изоляцию обмотать телефонной бумагой	Рычажные ножницы для резки изоляции	Кабельная бумага толщиной 0,1 мм, электрокартон Э толщиной 0,5 мм, телефонная бумага толщиной 0,05 мм
3	Установить катушки с проводом на вертушку и отрегулировать натяжение привода, которое должно быть таким, чтобы обеспечить плотное прилегание обмотки к шаблону	Вертушка	Обмоточный провод марки ПБ Ш 1,45/
4	Установить торцовый уравнительный поясок вплотную к щеке шаблона (рис.13)	-	-
5	Изогнуть вывод (отвод) под прямым углом, изолировать его лакотканью и тафтяной или киперной лентой и закрепить	Приспособление для изгиба провода	Тафтяная или киперная лента, лакоткань
6	Продеть отвод через вырез в обойме шаблона и закрепить шаблон на планшайбе станка	-	-
7	Намотать первый слой катушки при медленном вращении планшайбы станка. Свободные концы бумажного хомутка прижимаются первыми витками наматываемого слоя. При намотке витки	Молоток-киянка, фибровый клин	Кабельная бумага толщиной 0,1 мм, тафтяная лента

	катушки необходимо уплотнять в осевом направлении фибровым клином		
8	Обернуть первый слой обмотки 2-3 слоями кабельной бумаги	-	-
9	Намотать второй слой обмотки. Переход обмотки из слоя в слой должен отставать один от другого приблизительно на 1/3 окружности. В конце намотки второго слоя, не доходя на 2- 3 витка до конца катушки, устанавливается уравнильный пояс, как в первом случае	Молоток-киянка, фибровый клин	-
10	Намотать следующие слои, как указано в п. 7, 8 и 9. Между слоями согласно расчетной записке устанавливают буковые планки. При необходимости выполнения отводов для них наметить места согласно расчетной записке	Ручные ножницы для резки металла	Ленточная медь, буковые планки, коробочки и электрокартон
11	Отводы выполнить, как показано на рис.14. Сечение отводов должно быть на 15-25% больше сечения обмоточного провода, если диаметр последнего более 1 мм, и в 1,5 - 2 раза больше, если диаметр провода меньше 1 мм	-	-
12	Изолировать конец катушки тафтяной или киперной лентой вполуперекрышку, продеть его в ленточную петлю, затянуть ее и оборвать конец петли	-	-
13	Наложить бандаж из кабельной бумаги вполуперекрышку на верхний слой обмотки. Зачистить изоляцию на концах обмотки	Переплетный нож	
14	Снять обмотку со станка. Снимать обмотку следует осторожно, чтобы не повредить изоляцию	Молоток	-
15	Связать обмотку в осевом направлении в 3-4 местах киперной или тафтяной лентой и закрепить в этих местах прокладками из электрокартона	-	-
16	Пропитать и запечь обмотку, предварительно просушив ее в течение 4-6 ч при температуре 100 °С. Пропитку проводить в лаке ГФ-95. Обмотку выдерживать в лаке до полного выхода пузырьков воздуха, но не менее 15 мин, после этого следует подержать ее 15- 20 мин на воздухе для стекания излишков лака. Запекание лака производить при температуре 85-90 °С в течение 18 ч с продувкой горячим воздухом	Установка для пропитки, сушильная печь	Глифталевый лак 95

### Примечания:

1. Оборудование и приспособления являются нестандартными.
2. Нормы расхода материалов определяются по ремонтной документации предприятия.

Пропитка и сушка обмоток. Пропитка обмоток лаком придает им необходимую механическую прочность, повышает прочность изоляции и увеличивает ее теплопроводность. Обмотку нужно пропитывать лаком непосредственно после сушки, когда она еще не остыла. Сушка считается законченной, когда лак образует твердую блестящую и эластичную пленку.

**Ремонт главной изоляции.** Как правило, при ремонте трансформаторов главную изоляцию заменяют новой.

Ярмовая изоляция (рис.15) представляет собой кольцеобразную шайбу, сделанную из электрокартона толщиной 2-3 мм с прикрепленными по обеим сторонам деревянными подкладками, которые образуют масляные каналы между ярмом и обмоткой.

Уравнительная изоляция выравнивает плоскость ярмовых балок с горизонтальной плоскостью ярма. Ее изготавливают в виде настила из буковых планок. Для вывода концов от внутренних обмоток НН и циркуляции масла в планках делают вырезы. У трансформаторов I и II габаритов деревянный настил служит одновременно ярмовой и уравнительной изоляцией.

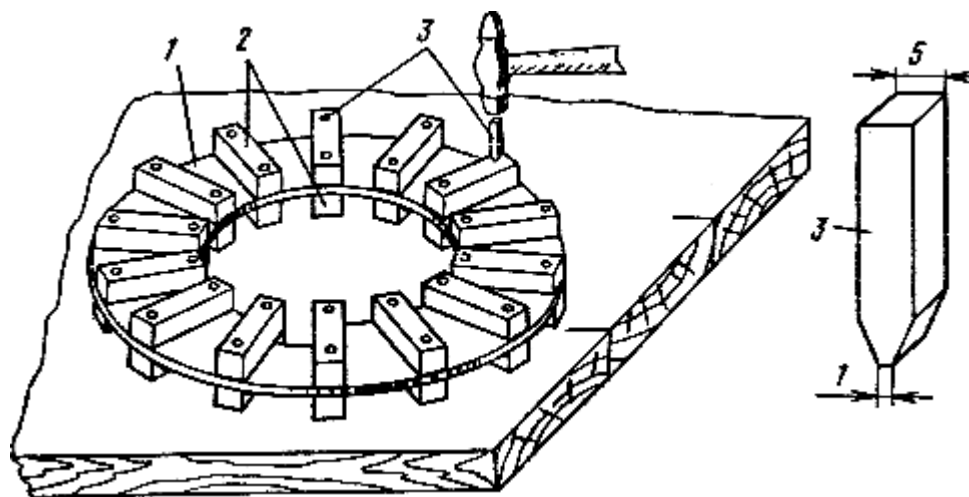


Рис.15. Изготовление и установка ярмовой изоляции:

- 1 - ярмовая изоляция,
- 2 -- деревянная планка,
- 3 - заклёпка из электрокартона.

## Сборка трансформаторов

После того как отремонтированы все детали, приступают к сборке трансформатора. На стержни магнитопровода насаживают отремонтированные обмотки: сначала НН, затем ВН (рис.16). Обмотки расклинивают на стержнях и между собой. После насадки обмоток приступают к шихтовке верхнего ярма.

Ответственной операцией является прессовка всей выемной части. Вертикальными стяжными шпильками сжимают ярмовые балки и тем самым осаживают обмотку. Ударами молотка через фибровую прокладку осаживают листы стали верхнего ярма. Сильной конусной оправкой выправляют отверстия верхнего ярма для стяжных шпилек. Вставляют бакелитовые трубки и стяжными шпильками прессуют верхнее ярмо.

После сборки выемной части выполняют серию предварительных испытаний.

Далее производят заготовку, установку, соединение, пайку, изолирование и крепление отводов. Отводы с концами обмоток соединяют сваркой или пайкой. Пайку проводов сечением до 30-40 мм<sup>2</sup> лучше выполнять электрическим паяльником. Провода большего сечения паяют специальными клещами медно-фосфористым припоем. Клещи присоединяют к понижающему трансформатору 12 - 24 В мощностью 1 -1,5 кВт.

Полностью собранную выемную часть трансформатора сушат, так как она имеет много изоляционных деталей, которые в процессе хранения и сборки могли увлажниться. Существует несколько методов сушки выемной части трансформаторов, по наиболее распространенным и доступным в ремонтной практике является способ индукционного нагрева. При этом способе на наружные стенки бака, предварительно утепленные асбестом, накатывают изолированный провод. Необходимое количество витков определяется расчетом или опытным путем. По обмотке пропускают ток расчетной величины при определенном напряжении.

Для циркуляции в баке нагретого воздуха на крышке устанавливают вытяжную трубу высотой 1,5- 2 м. а внизу бака открывают одно из отверстий. Температура контролируется термометрами. Сушка ведется непрерывно. Периодически замеряют сопротивление изоляции обмоток, и если оно в течение 6 - 8 ч не меняет своей величины при постоянной температуре в баке 105 °С, сушку считают законченной.

Отремонтированный и высушенный трансформатор подвергает испытаниям в соответствии с "Нормами испытания электрооборудования". Их результаты заносятся в паспорт отремонтированного трансформатора.

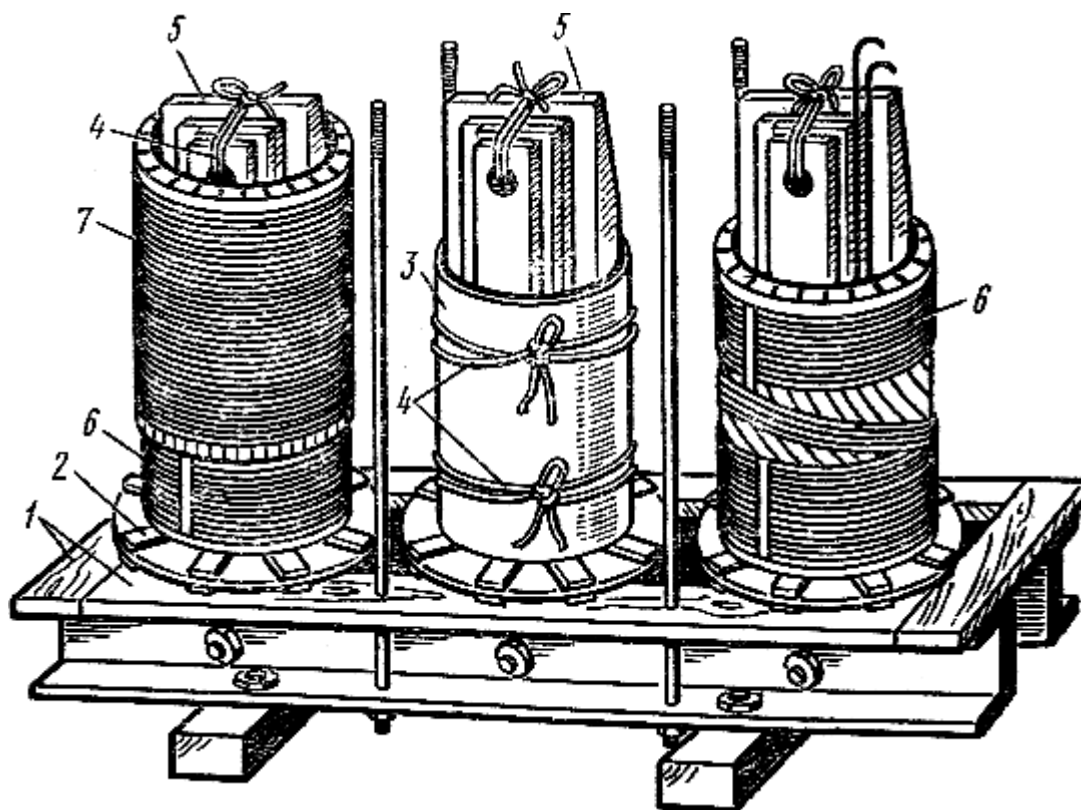


Рис.16. Насадка обмоток трансформатора:

- 1 - уравнивательная изоляция,
- 2 - ярмовая изоляция,
- 3- мягкий цилиндр,
- 4 - временная хлопчатобумажная лента или веревка,
- 5 - стержень,
- 6 - обмотка НН,
- 7 - обмотка ВН

#### **Особенности устройства и ремонта силовых сухих и заполненных совтолом трансформаторов**

Сухие трансформаторы ТСЗ (трансформатор сухой защищенный) пожаро- и взрывобезопасны, рассчитаны на воздушное охлаждение обмоток и магнитопровода и поэтому не имеют бака.

Сталь магнитопровода по сравнению с масляными трансформаторами обладает меньшими удельными потерями, что уменьшает нагрев сердечника. Обмотки выполняют

из проходов прямоугольного сечения марки ПСД, изолированных двумя слоями стекловолокна, а изоляционные детали - из стеклотекстолита, стеклоткани, гетинакса и фарфора. Вместо переключателя предусмотрена гетинаксовая доска с зажимами, к которым подведены регулировочные отводы.

Конструкция сборочных единиц надежна и поэтому по сравнению с масляным трансформатором повреждения их маловероятны.

Поврежденные изоляторы подлежат замене. Особое внимание обращается на контактные поверхности вводов ВН и НН. Не допускается перегрев контактов. Периодически, особенно после аварии, проверяют обмотку: ее изоляцию и ослабление в осевом направлении. Повреждения внешних витков устраняют относительно легко. Виток, на котором обнаружено повреждение изоляции, с помощью клина отгибают, изолируют и покрывают электроизоляционной эмалью. Ослабление обмотки устраняют подпрессовкой.

Трансформаторы с совтоловым заполнением ТПЗ (трансформатор с негорючим заполнением) поставляют в комплекте с распределительным устройством. Совтол - жидкое вещество фторорганического соединения - является негорючим, но обладает высокой токсичностью. Работать с ним имеют право лица, лишь специально подготовленные. Бак трансформатора, заполненный совтолом, вместе с крышкой надежно герметизирован. Трансформатор не имеет расширителя, фильтрующих, очищающих и других устройств, характерных для масляного. Вводы выполнены сбоку для удобства монтажа.

Трансформатор работает с гарантией много лет без ревизии. В случае необходимости следует выполнить осмотр и ревизию (после аварии и других условий повреждения выемной части); последняя может быть осуществлена только на заводе-изготовителе или на крупных, специально приспособленных ремонтных предприятиях.

### **Особенности ремонта электропечных трансформаторов**

Электропечные трансформаторы (ЭПТ) относятся к категории специальных силовых трансформаторов, имеющих существенное отличие от силовых трансформаторов общего назначения. ЭПТ питают электроплавильные печи различного назначения (дуговые, индукционные, тигельные и др.) и отличаются различными параметрами, характером нагрузки, режимом работы и конструкцией.

ЭПТ, питающие дуговые электроплавильные печи, работают в режиме "эксплуатационного" короткого замыкания (к.з.), особенно в первый период плавки, пока шихта не расплавилась. Эти ЭПТ имеют, как правило, большую мощность при относительно низком первичном напряжении (6-10 кВ) и вторичном, достигающем десятков и сотен вольт. Ток при этом составляет десятки тысяч ампер. Например, у трансформатора ОСУ мощностью 12,5 кВ·А вторичный ток достигает 1000 А, а у трансформатора мощностью 3000 кВ·А - 150 кА.

ЭПТ должны обладать высокой электродинамической стойкостью при частых коротких замыканиях, большим диапазоном и многоступенчатостью регулирования напряжения, в

отдельных установках до 50 % при нескольких десятках ступеней, возможностью регулирования по фазам в отдельных установках, способностью выдерживать значительные перегрузки, переключение ответвлений обмотки ВН под нагрузкой.

Если глубина регулирования

$$\Gamma = U_{\max} / U_{\min},$$

где:

$U_{\max}$  - номинальное вторичное напряжение на ступени максимального напряжения. В;

$U_{\min}$  - то же, на ступени минимального напряжения. В, для трансформаторов общего назначения колеблется в пределах до 1,1, то для ЭПТ эта величина достигает 6 и более.

Особенностью ЭПТ являются встроенные в ЭПТ реакторы, используемые в качестве токоограничивающих элементов, особенно в ЭПТ, питающих дуговые печи. Реактор защищает обмотки ЭПТ от токов короткого замыкания, возникающих в процессе расплава шихты. Реакторы включаются последовательно с обмотками ВН. Особенностью ЭПТ индукционных (тигельных) печей является большая глубина регулирования вторичного напряжения ( $\Gamma \geq 6$ ) с 11-23 отводами.

Все вышеизложенные особенности ЭПТ касаются главным образом активной части их и создают дополнительные требования при ремонте, отличающиеся от ремонта трансформаторов общего назначения, работающих со стабильными параметрами в строго определенных условиях.

При осмотре активной части ЭПТ особое внимание обращают на состояние прессовки обмоток, остова и реактора. Проверяют все доступные болтовые крепления и в случае необходимости подтягивают их. Проверяют целостность всех деревянных деталей крепления отводов, состояние заземления. Проверяют отсутствие повреждения изоляции обмоток и отводов, надломов у всех гибких присоединений токопроводящих деталей, затяжку болтов контактных соединений. Тщательно осматривают переключающие устройства. Ремонт их осуществляется по инструктивным документам завода-изготовителя.

В процессе эксплуатации необходим постоянный надзор за параметрами работы ЭПТ.

Контроль за нагрузкой ЭПТ, работающего с резко переменной нагрузкой, обычными стрелочными приборами практически невозможен, поэтому осуществляется самопишущими приборами. Перегрузки ЭПТ приводят к ускорению старения изоляции и преждевременному выходу ЭПТ из строя. При текущих (один раз в 10 дней) и периодических (один раз в 6 мес.) осмотрах обращают внимание на уровень шума, силикагеля в воздухоосушителе, отстоя воды в расширителе путем спуска части масла. Проверяют состояние контактных соединений. Все дефекты и неисправности устраняют. Проводят испытания ЭПТ в соответствии с ГОСТ 3484.1- 88 "Трансформаторы силовые. Методы электромагнитных испытаний".

Режим работы ЭПТ характеризуется ступенчатыми, резко неравномерными перепадами мощности, частыми, по условиям плавки, отключениями и паузами (до 25 мин). Нагрузка ЭПТ за цикл плавки непрерывно меняется - от средних величин токов до "эксплуатационных" коротких замыканий, вызванных замыканием электродов печи с шихтой. Изоляция ЭПТ должна быть рассчитана на кратковременное (до 20 м) повышение рабочего напряжения на 20 %.

Перечисленные особенности работы ЭПТ, особенно короткие замыкания электродов с шихтой в дуговых печах,

вызывают вибрацию активной части ЭПТ, что в свою очередь предъявляет особые требования к конструкции магнитопровода, электрической и механической прочности обмоток (рис.17, а - в).

Регулировочные отводы представляют собой сложную конструкцию. Их выполняют из многожильного изолированного кабеля сечением до 300 мм<sup>2</sup> с толщиной изоляции на одну сторону до 8 мм.

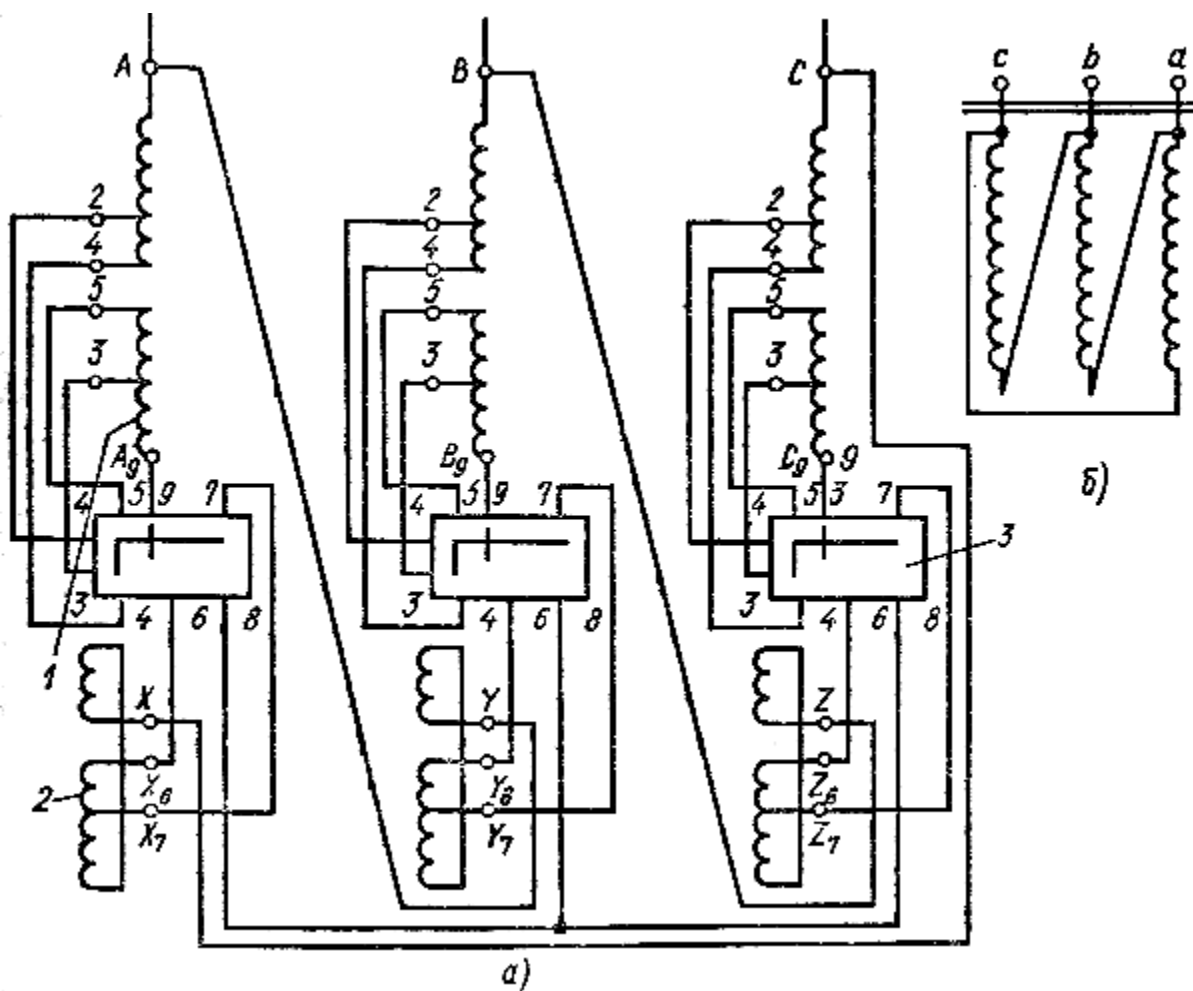


Рис.17. Принципиальная схема соединения обмоток ЭПТ серии ЭТМПК:

а - схема соединений обмоток ВН и реактора,



- б - схема соединения обмоток НН,
- в - конструктивная схема отводов ВН и реактора;
- 1 - обмотка трансформатора,
- 2 - обмотка токоограничивающего реактора,
- 3 - переключатель ответвлений обмотки,
- 4 - трансформатор,
- 5 - верхняя ярмовая балка,
- 6 - переключатель,
- 7 - стойка крепления переключателя,
- 8 - крышка,
- 9 - реактор,
- 10 - болты крепления реактора,
- 11-отводы ВН,
- 12- опорные планки реактора,
- 13- неподвижные контакты переключателя

Регулирование напряжения в ЭПТ выполняется сложными, специальными переключающими устройствами с приводным механизмом. Вводы НН у большинства ЭПТ ввиду больших токов выполнены шинами. Медные шины впаяны латунью в обоймы, смонтированные на гетинаксовой доске, скрепленной с помощью резиновой прокладки, стальной пластины и стального винта. Гетинаксовая доска закрепляется через резиновую прокладку и стальной фланец, который приварен к крышке ЭПТ.

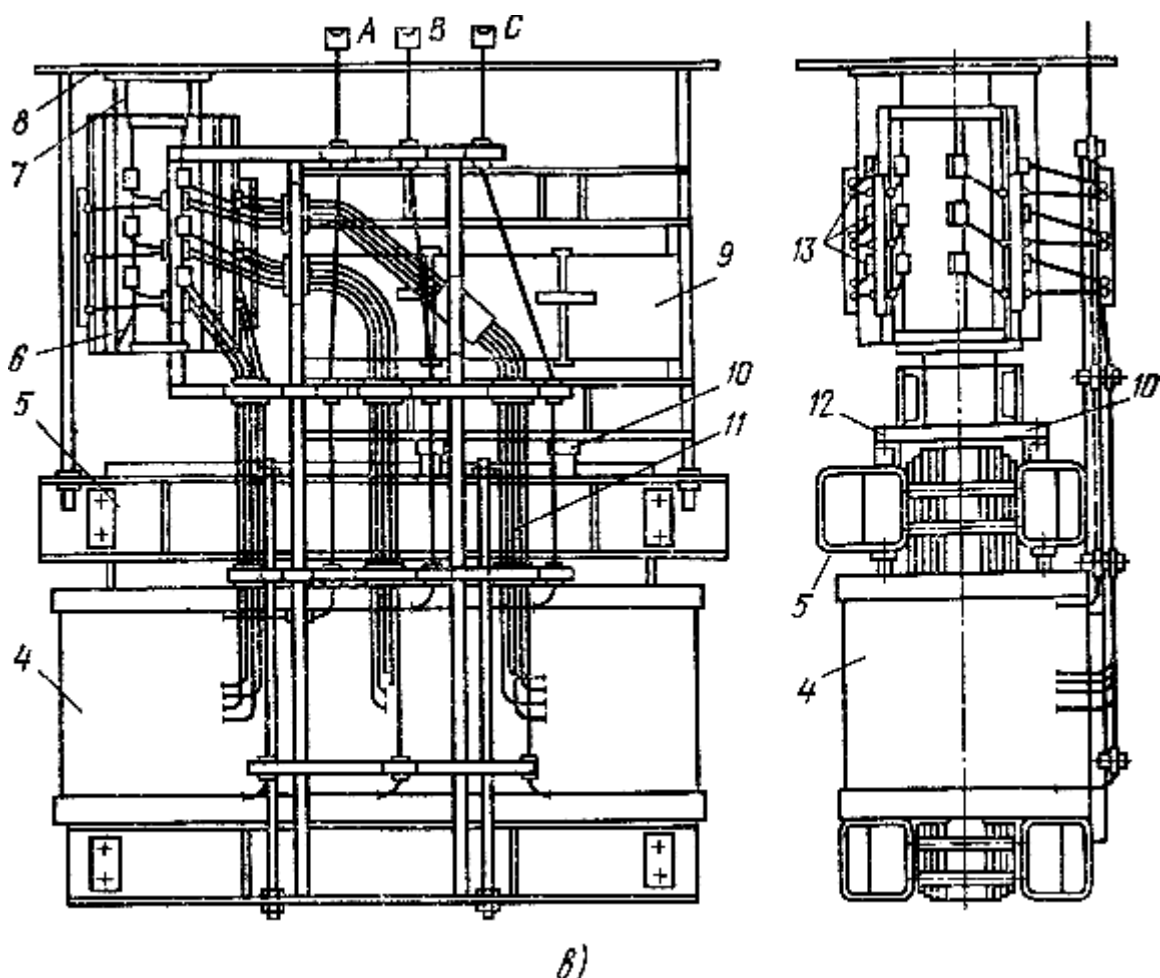


Рис.18. Принципиальная схема соединения обмоток ЭПТ серии ЭТМПК (продолжение)

### Особенности устройства и ремонта сухих силовых трансформаторов малой мощности

Группа трансформаторов малой мощности насчитывает большое количество типов, разнообразных по мощности, напряжению, конструкциям и назначению.

Рассмотрим распространенные в цехах общепромышленных предприятий трехфазные сухие трансформаторы ТСЗИ, предназначенные для питания электрифицированного инструмента, ламп местного освещения и цепей управления и сигнализации.

Трансформаторы изготавливают номинальной мощностью от 0,63 до 4 кВ·А и номинального напряжения первичной обмотки от 220 до 660 и вторичной от 12 до 380 В.

При техническом осмотре проверяют отсутствие механических повреждений, отсутствие обрывов в выводах. Проверяют мегаомметром 500 или 1000 В сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 0,5 МОм. При сопротивлении ниже указанной величины активную часть трансформатора необходимо просушить при температуре  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ . В случае необходимости устраняют перегрев и искрение на контактах, для чего необходимо подтянуть гайки на контактных зажимах. Если трансформатор сильно

гудит в результате повышенного напряжения или ослабления стяжных болтов магнитопровода, то это устраняют после снятия крышки и кожуха трансформатора.

Проверяют зажим заземления, его надежность, а также однофазные трансформаторы, применяемые для пайки проводов и шин (паечные). Паечный однофазный трансформатор ОС-3,3/3 имеет мощность при длительной нагрузке 5 кВ·А, при кратковременной- 10 кВ·А. Напряжение первичной обмотки - 380 и 220 В, вторичной - 10,6 и 7,5 В, наибольший вторичный ток - 1000 и 500 А.

Трансформатор ОС снабжен катками для передвижения.

При эксплуатации трансформатора чаще всего выходят из строя его обмотки вследствие перегрузки, нарушения изоляции или ошибочного включения. При нарушении изоляции отдельного витка обмотки последнюю восстанавливают, вырезая поврежденный участок. При пробое изоляции или выгорании части витков обмотки заменяют новыми.

У этих типов трансформаторов вследствие частых присоединений к сети обгорают контакты, разрушается контактная панель. Кроме того, от неаккуратного обращения кожухи трансформаторов получают вмятины, трещины и другие повреждения.

Приемы и технология ремонта магнитопровода, обмоток, контактных панелей, кожуха не отличаются от ремонта аналогичных деталей вышеописанных трансформаторов.

#### **Вопросы для подготовки специалистов:**

1. Из каких частей состоит трансформатор?
2. Каковы приемы и последовательность подготовки трансформатора к ремонту?
3. Каковы основные типы обмотки трансформаторов и способы их ремонта?
4. Как ремонтируют фарфоровый ввод трансформатора?
5. Какие повреждения ЭПТ чаще всего встречаются и как их устраняют?
6. Какие повреждения наблюдаются у трансформаторов чалой мощности?

## **Инструкционная карта к практическим работам**

### **Составление технологических карт ремонта электрооборудования:**

- **Осветительные электроустановки**
- **Кабельные линии**
- **Воздушные линии**
- **Пускорегулирующая аппаратура**
- **Силовые трансформаторы**
- **Распределительные устройства**
- **Электрические машины**

**Технологическая карта ремонта электрооборудования должна содержать следующее:**

1. Меры безопасности
2. Состав бригады
3. Инструмент
4. Приспособления, приборы, механизмы, защитные средства
5. Материалы и запасные части
6. Последовательность операций
7. Окончания работ (оформление документации, уборка рабочего места)

### **Задание:**

1. Составить технологическую карту ремонта.
2. Оформить отчет.
3. Ответить на вопросы.

## **Инструкционная карта к практическим работам**

### **Составление технологических карт монтажа электрооборудования:**

- **Осветительные электроустановки**
- **Кабельные линии**
- **Воздушные линии**
- **Пускорегулирующая аппаратура**
- **Силовые трансформаторы**
- **Распределительные устройства**
- **Электрические машины**

**Технологическая карта монтажа электрооборудования должна содержать следующее:**

8. Меры безопасности
9. Состав бригады
10. Инструмент
11. Приспособления, приборы, механизмы, защитные средства
12. Материалы и запасные части
13. Последовательность операций
14. Окончания работ (оформление документации, уборка рабочего места)

### **Задание:**

4. Составить технологическую карту монтажа.
5. Оформить отчет.
6. Ответить на вопросы.

**Практические работы:** 8 часов

**Темы:** 1.

1. Ремонт коллектора: замена щеток
2. Замена подшипников на волю ротора электродвигателя
3. Ремонт вводной клеммной коробки электродвигателя
4. Устранение замыкания в магнитопроводе статора

**Задание:**

1. Используя приложение № 1 составить технологические карты выполнения работ (1-4).
2. Выполнить перечень работ по технологической карте выполнения работ (1-4).
3. Ответить на контрольные вопросы.

## **Приложение 1**

### **Технологическая карта текущего ремонта асинхронных электродвигателей**

#### **Меры безопасности.**

Электродвигатель должен быть обесточен, отключен АВ, установлено заземление, вывешены плакаты. На вводные концы кабеля электродвигателя наложить переносное заземление. Место работ оградить. Работать с применением СИЗ. Работать поверенными приборами и испытанным электроинструментом и приспособлениями.

#### **Состав бригады.**

Электромонтер по ремонту электрооборудования с не ниже 3 гр. по электробезопасности. Электромонтер по ремонту электрооборудования с 3 гр. по электробезопасности.

#### **Инструмент.**

Ключи гаечные 6 – 32 мм – 1 комплект.

Напильники – 1 комплект.

Набор головок – 1 набор.

Щетка по металлу – 1 шт.

Нож монтерский – 1 шт.

Набор отверток – 1 комплект.

Отвертка слесарная – 1 шт.

Плашки 4 – 16 мм – 1 комплект.

Метчики 4 – 16 мм – 1 комплект.

Набор сверл 3 – 16 мм – 1 комплект.  
 Монтировка – 1 шт.  
 Плоскогубцы – 1 шт.  
 Зубило – 1 шт.  
 Дрель – 1 шт.  
 Керн – 1 шт.  
 Кисть плоская – 2 шт.  
 Молоток – 1 шт.  
 Лопата – 1 шт.  
 Щётка-смётка – 1 шт.

#### **Приспособления, приборы, механизмы, защитные средства.**

Микроомметр – 1 шт.  
 Мегомметр 500 В -1 шт.  
 Уровень микрометрический – 1 шт.  
 Паяльный инструмент – 1 шт.  
 Набор щупов – 1 комплект.  
 Штангенциркуль – 1 шт.  
 Защитные каски – индивидуально.  
 Указатель напряжения (380В).  
 Аптечка – 1 шт.  
 Рукавицы – 2 пары.  
 Защитные очки – 2 шт.

#### **Материалы и запасные части.**

Припой ПОС – 0,02 кг  
 Припой медно-фосфорный – 0,02 кг  
 Спирт – 0,05 кг  
 Герметик – прокладка маслостойкий – 50 мл  
 Стеклолента – 0,150 кг  
 Лак электроизоляционный – 0,4 кг  
 Бумага наждачная – 0,5 м  
 Материалы обтирочные – 0,5 кг  
 Лента ПВХ – 0,05 кг  
 Канифоль – 0,005 кг  
 Лента киперная – 0,5 м  
 Смазка ЦИАТИМ – 221 – 0,3 кг  
 Уайт-спирит – 0,3 л

#### **Последовательность операций.**

№ п/п	Наименование и содержание работ	Оборудование и приспособления	Технические требования
1	Наружный осмотр электрической машины, в том числе систем		Соответствие техническим паспортам

№ п/п	Наименование и содержание работ	Оборудование и приспособления	Технические требования
	управления, защиты, вентиляции и охлаждения.		по эксплуатации и электрическим схемам.
2	Визуальная проверка состояния заземляющего проводника; проверка состояния контура заземления.	Молоток, лопата	Отсутствие антикоррозийного покрытия, ослабление крепления, механические повреждения не допускаются.
3	Проверка на отсутствие посторонних шумов.		Посторонние шумы не допускаются.
4	Чистка доступных частей от загрязнения и пыли.	Уайт спирт, ветошь, щётка по металлу, щётка-смётка.	
5	Осмотр элементов соединения двигателя с приводимым механизмом.		Трещины по швам, разрывы, перекосы, ослабления резьбовых соединений не допускаются.
6	Проверка подсоединения и надежности уплотнения подводимых кабелей, технического состояния и герметичности вводных коробок и муфт уплотненного ввода; проверка состояния уплотнителей, поверхностей и деталей, обеспечивающих взрывозащиту; взрывонепроницаемость вводов кабелей и проводов.	Набор слесарных щупов №1 Набор инструментов набор отверток Набор головок.	Шероховатость рабочей поверхности Rd не более 1,25 мкм.
7	Проверка крепления электропривода к раме (задвижке).	Набор инструментов. Набор головок.	Ослабления крепления не допускаются.
8	Осмотр состояния пуско-регулирующей аппаратуры (ПРА).	Набор инструментов. Набор отверток.	
9	Продувка статора и ротора сжатым воздухом.	Компрессор.	
10	Проверка сопротивления изоляции обмоток; при необходимости сушка.	Мегомметр напряжением 500В.	Сопротивление изоляции не должно быть менее 0,5 МОм.
11	Проверка сопряжения деталей, обеспечивающих герметичность.	Набор слесарных щупов №1. Набор	Величины зазоров указаны в руководстве по



<b>№ п/п</b>	<b>Наименование и содержание работ</b>	<b>Оборудование и приспособления</b>	<b>Технические требования</b>
		инструментов, набор отвёрток. Набор головок, герметик.	эксплуатации.
12	Проверка наличия смазки в подшипниках электродвигателя, (при наличии пресс маслѐнки пополнение).	Смазка ЦИАТИМ – 221, шприц для запрессовки смазки.	
13	Осмотр, зачистка и подтяжка контактных соединений.	Набор инструментов. Шкурка шлифовальная тканевая по ГОСТ 5009- 82.	Перекосы, наличие окиси, ослабления контактных соединений не допускаются.
14	Ревизия узлов автоматических выключателей.	Набор инструментов. Набор отвёрток.	
15	Проверка наличия маркировки кабелей, надписей и обозначений на кожухе, при необходимости восстановление.	Кисть, краска (табличка).	Отсутствие маркировки и надписей не допускаются.

Дополнительно, возможно указать в таблице трудоемкость, трудозатраты, и другую, необходимую информацию, применимо к вашим условиям.

## Тема: «Ремонт масляных выключателей»

### Задание:

1. Изучить технологическую карту ремонта масляных выключателей.
2. Составить последовательность замены масла выключателя.
3. Ответить на контрольные вопросы.

### Технологическая карта текущего ремонта масляных выключателей 10 кВ

СОСТАВ БРИГАДЫ		УСЛОВИЯ ТРУДА И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ		ТРУДОЗАТРАТЫ
Электромонтер по ремонту ЭО с 4 гр.по ЭБ – 1 человек Электромонтер по ремонту ЭО с 3 гр.по ЭБ – 1 человек		Работа проводится на отключенном и заземленном оборудовании, вблизи другого оборудования, находящегося под напряжением. При производстве работ на масляном выключателе должны быть обесточены силовые и оперативные цепи привода МВ. При проведении испытаний и опробований МВ запрещается проведение других работ на данном присоединении ;		5,8  чел.-часов
ИНСТРУМЕНТ		ПРИБОРЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА, МЕХАНИЗМЫ		МАТЕРИАЛЫ И ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ
Ключи гаечные 7 – 55 мм.	1 компл.	Микроомметр	1 шт.	Масло трансформаторное – 3,2 кг.
Напильники	1 компл.	Мегомметр 2500 В.	1 шт.	Материал обтирочный – 1 кг.
Набор головок	1 компл.	Защитные очки	1 шт.	Бензин – 0,2кг.
Щетка металлическая	1 шт.	Динамометр ПДУ-0.1-1	1 шт.	Миткаль – 1 м.
Нож монтерский	1 шт.			
Набор отверток	1 компл.	Диэлектрические перчатки	2 пары	Салфетки технические – 2 шт.
Набор щупов	1 компл.	Аптечка	1 шт.	
Плоскогубцы	2 шт.	Рукавицы	4 пары	
Зубило	1 шт.	Линейка металлическая 0-500 мм.	1 шт.	

Керн	1 шт.	Защитные очки	1шт.	
Кисть плоская	2шт.	Защитные каски	3шт.	
Молоток	1 шт.	Шнур-удлинитель	1шт.	
Бородок	1 шт.			
Стропа	3шт.			
Электродрель	1 шт.			
Набор сверл 3 – 9 мм	1компл.			
Штангельциркуль	1 шт.			
Двухрычажный съемник	1 шт.			
Набор щупов	1компл.			

### ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ

№	Наименование и содержание операции	Оборудование и приспособления	Кол-во эл. монтеров	Разряд	Время (час)
1	Проверка состояния приводов, контактов, демпферных узлов, отключающих пружин	Набор щупов. динамометр ПДУ-0.1-1. штангельциркуль, набор ключей, набор отверток	2	3-4	0.2
2	Проверка уровня масла в полюсах выключателя, состояния маслопускных пробок, маслоуказателей. Замена и регулирование уровня масла (при необходимости)	Масло трансформаторное, набор ключей, набор отверток	2	3-4	0,4
3	Проверка состояния и чистка дугогасительных систем (без вскрытия)	ветошь, щетка металлическая, керосин, салфетки технические, кисть плоская	2	3-4	0,3
4	Проверка состояния блок-контактных узлов, розеточных и рабочих контактов	Набор щупов. динамометр ПДУ-0.1-1. штангельциркуль	2	3-4	0.2
5	Проверка состояния изоляции, чистоты межфазных перегородок	Визуальный осмотр	2	3-4	0.2
6	Очистка деталей изоляторов, армировочных швов	ветошь, щетка металлическая, керосин, салфетки технические, миткаль, кисть плоская	2	3-4	0,3
7	Проверка состояния и работы приводного механизма	Набор щупов. динамометр ПДУ-0.1-1. штангельциркуль	2	3-4	0,3
8	Чистка и мелкий ремонт демпферных устройств и	ветошь, щетка металлическая, керосин,	2	3-4	0,4

	ячейки масляного выключателя	салфетки технические, миткаль, , набор ключей, набор отверток, кисть плоская			
9	Проверка состояния рамы и заземления выключателя	Молоток, зубило	2	3-4	0.2
10	измерение переходного сопротивления контактов	Микроомметр, линейка, динамометр ПДУ-0.1-1	2	3-4	0,3
11	Опробование работы МВ на надежное включение и отключение	—	2	3-4	0,3
12	Восстановление расцветки фаз	кисть плоская	2	3-4	0.2