

Министерство образования и науки Республики Башкортостан
ГБПОУ Октябрьский многопрофильный профессиональный колледж

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

ПМ.01. СБОРКА, МОНТАЖ, РЕГУЛИРОВКА И РЕМОНТ УЗЛОВ И
МЕХАНИЗМОВ ОБОРУДОВАНИЯ, АГРЕГАТОВ, МАШИН, СТАНКОВ И
ДРУГОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ДЛЯ ПРОФЕССИИ
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

13.01.10 ЭЛЕКТРОМОНТЕР ПО РЕМОНТУ И ОБСЛУЖИВАНИЮ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)

Утверждено

на заседании МС

протокол № _____ от «___» _____ 2019 г.

Рассмотрено

на заседании ПЦК технологии и технического
профиля

протокол № _____ от «___» _____ 2019 г.

Методическое пособие по выполнению практических работ по ПМ.01. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных предприятий составлено в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников профессии СПО 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Организация-разработчик: ГБПОУ Октябрьский многопрофильный профессиональный колледж, Республика Башкортостан

Разработчик: Киреева М.А., преподаватель

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическое пособие по выполнению практических работ по профессиональному модулю ПМ.01. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных предприятий предназначено для реализации требований ФГОС СПО по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям).

Методическое пособие составлено в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.01. Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных предприятий и учебным планом по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям).

Практические работы проводятся с целью успешного освоения обучающимися теоретического материала, которые позволят обучающимся овладеть профессиональными знаниями и умениями, опытом творческой деятельности при решении проблем учебного и профессионального уровня и направлены на формирование следующих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

ПК 1.1. Выполнять слесарную обработку, пригонку и пайку деталей и узлов различной сложности в процессе сборки.

ПК 1.2. Изготавливать приспособления для сборки и ремонта.

ПК 1.3. Выявлять и устранять дефекты во время эксплуатации оборудования и при проверке его в процессе ремонта.

ПК 1.4. Составлять дефектные ведомости на ремонт электрооборудования.

МДК.01.01. Основы слесарно-сборочных и электромонтажных работ

Практическая работа 1

Условные графические и буквенные обозначения на электрических схемах

Цель работы: научиться правильно применять условные графические и буквенные обозначения на электрических схемах.

Теоретические основы

Каждый элемент или устройство, имеющие самостоятельную принципиальную схему, должны иметь позиционное двухбуквенное кодовое обозначение в соответствии с ГОСТ 2.710–81.

В общем случае обозначение состоит из трёх частей, определяющих вид элемента. Его номер и выполняемую функцию. Первые две являются обязательными составляющими обозначения. Например, LRK - реактор токоограничивающий, межсекционный.

Порядковые номера элементам следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например, Q1, Q2, Q3, в соответствии с последовательностью их расположения на схеме сверху вниз и слева направо. Позиционные обозначения проставляют рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или под ними.

При изображении на схеме элемента «разнесённым» способом позиционное обозначение элемента проставляется около каждой составной части.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав установки и изображённые на схеме. При выполнении схемы на неполных листах должны выполняться следующие требования:

- нумерация позиционных обозначений элементов должна быть сквозной в пределах установки;
- перечень элементов должен быть общим;
- при повторном изображении отдельных элементов на других листах схемы следует охранять позиционные обозначения, присвоенные им на одном из первых листов схемы.

Таблица 1 . Буквенные коды, определяющие вид электрических элементов в соответствии с ГОСТ 2.710–81

Первая буква кода	Группа видов элементов	Примеры электрических приборов	Двухбуквенный код
А	Устройства (общие обозначение)	Усилители, приборы телеуправления, лазеры, мазеры. Устройство АПВ	AKS
В	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот, аналоговые или многозарядные преобразователи или датчики для указания или измерители	Громкоговоритель	BA
		Магнитострикционный элемент	BB
		Детектор ионизирующих излучений	BD
		Сельсин-приёмник	BE
		Телефон (капсюль)	BF
		Сельсин-датчик	BC

		Тепловой датчик	BK
		Фотоэлемент	BL
		Микрофон	BV
		Датчик давления	BP
		Пьезоэлемент	BQ
		Датчик частоты вращения (тахогенератор)	BR
		Звукосниматель	BS
		Датчик скорости	BV
C	Конденсаторы	Силовая батарея конденсаторов	CB
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая	DA
		Схема интегральная цифровая, логический элемент	DD
		Устройство хранения информации	DS
		Устройство задержки	DT
E	Элементы разные (осветительные устройства, нагревательные элементы)	Нагревательные элемент	EK
		Лампы осветительные	EL
		Пиропатрон	T
F	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия	FA
		Дискретный элемент защиты по току инерционного действия	FP
		Предохранитель плавкий	FU
		Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	FV
G	Генераторы, источники питания, кварцевые осцилляторы	Генератор, аккумулятор батареи	G
		Батарея	GB
		Синхронный компенсатор	GC
H	Устройства индикационные и сигнальные	Прибор звуковой сигнализации	HA
		Индикатор символьный	HG
		Прибор световой сигнализации	HL
		Лампа сигнальная с белой линзой	HLW
		Лампа сигнальная с зелёной линзой	HLG
		Лампа сигнальная с красной линзой	HLR
K	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое	KA
		Реле указательное	KH
		Реле электротепловое	KK

		Реле напряжения	KV
		Контактор, магнитный пускатель	KM
		Реле частоты	KF
		Реле времени	KT
		Реле промежуточное	KL
L	Катушка индуктивности, дроссели	Дроссели люминесцентного освещения	LL
		Реакторы	LR
		Реактор секционный	LRK
M	Двигатели постоянного и переменного тока		
P	Приборы, измерительное оборудование (сочетание PE применять не допускается)	Амперметр	PA
		Счётчик импульсов	PC
		Частотомер	PF
		Счётчик активной энергии	PI
		Счётчик реактивной энергии	PK
		Омметр	PR
		Регистрирующий прибор	PS
		Часы, измеритель времени действия	PT
		Вольтметр	PV
		Ваттметр	PW
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях (энергоснабжение, питание оборудования и т.д.)	Выключатель в силовых цепях	Q
		Выключатель автоматический	QF
		Выключатель нагрузки	QW
		Выключатель секционный	QK
		Выключатель шиносоединительный	QA
		Разъединитель	QS
		Короткозамыкатель	QN
		Отделитель	QR
		Рубильник	QS
		Разъединитель заземляющий	QSG
R	Резисторы	Терморезистор	RK
		Потенциометр	RP
		Шунт измерительный	RS
		Варистор	RU
S	Устройства коммутационные в целях управления, сигнализации и измерительные (обозначение SF применяют для аппаратов, не имеющих контактов силовых цепей)	Выключатель или переключатель	SA
		Выключатель кнопочный	SB
		Выключатель автоматический	SF
		Выключатели, срабатывающие от различных воздействий:	

		уровня	SL
		давления	SP
		положения (путевой)	SQ
		частоты вращения	SR
		температуры	SK
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока	TA
		Электромагнитный стабилизатор	TS
		Трансформатор напряжения	TV
U	Устройства связи Преобразователи электрических величин	Модулятор	UB
		Демодулятор	UR
		Преобразователь частотный. Выпрямитель	UF UD
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стабилитрон	VD
		Прибор электровакуумный	VL
		Транзистор	VT
		Тиристор	VS
W	Линия и элементы СВЧ	Линия электропередачи	W
		Ответвитель	WE
		Короткозамыкатель	WK
		Вентиль	WS
	Антенны	Трансформатор, фазовращатель	WT
		Аттенюатор	WU
		Антенна	WA
X	Соединения контактные	Токосъёмник, контакт скользящий	XA
		Штырь	XP
		Гнездо	XS
		Соединение разборное	XT
		Соединитель высокочастотный	XW
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит включения	YAC
		Электромагнит отключения	YAT
		Муфта с электромагнитным приводом	YC
		Электромагнитный патрон или плита	YN
Z	Устройства конечные, фильтры, ограничители	Ограничитель	ZL
		Фильтр кварцевый	ZQ

Правила оформления принципиальных электрических схем в соответствии с ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения электрических схем.

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии установленных электрических процессов, все электрические взаимосвязи между ними, а также электрические элементы

(соединители, зажимы и т.д.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

На схеме допускается изображать соединительные и монтажные элементы, устанавливаемые в изделии по конструктивным соображениям.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении.

Условные обозначения розеток открытой установки

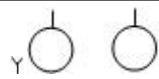
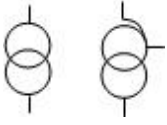
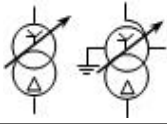
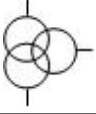
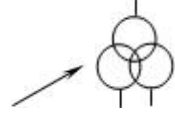
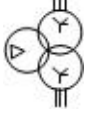
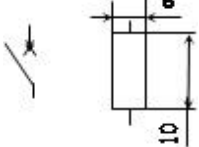
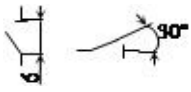
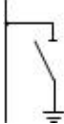


Условные обозначения однополюсных выключателей



Таблица 2. Обозначение условное графическое и буквенный код элементов электрических схем

Наименование элемента схемы	Графическое обозначение	Буквенный код
Машина электрическая. Общее обозначение. Примечание. Внутри окружности допускается размещение квалифицирующих символов и дополнительной информации, при этом диаметр окружности при необходимости изменяют		G, M
Генератор переменного трёхфазного тока с отмоткой статора, соединенной в звезду с параллельными ветвями		G
Синхронный компенсатор		GC

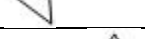
Электродвигатель переменного тока		M
Генератор постоянного тока (возбудитель)		GE
Обмотка статора (каждой фазы) машины переменного тока		—
Обмотка возбуждения синхронного генератора		LG
Трансформатор (автотрансформатор) силовой. Общее обозначение. Примечание. Внутри окружности допускается размещение квалифицирующих символов и дополнительной информации. Допускается увеличение диаметра окружности		T
Трансформатор и автотрансформатор с РПН с указанием схемы соединений обмоток		T
Трансформатор силовой, трёхобмоточный. Трансформатор собственных нужд основного напряжения		T
Трансформатор силовой, двухобмоточный с расщеплением обмотки НН на две, с РПН		T
Обмотка (одной фазы) трансформатора, дросселя. Начало обмотки указывается точкой		T
Трансформатор напряжения		TV
Два однофазных трансформатора напряжения, соединённых в открытый треугольник		TV
Трансформатор напряжения трёхфазный, трёхобмоточный. Трансформатор напряжения обходной системы шин		TV TVB
Трансформатор тока измерительный		TA
Дугогасительный реактор Реактор токоограничивающий		L LR
Реактор линии Реактор сдвоенный		LW LR
Выключатель высокого напряжения Выключатель генератора (синхронного компрессора)		Q QG
Разъединитель		QS
Разъединитель заземляющий		QSG

Отделитель		QR
Короткозамыкатель		QN
Выключатель нагрузки		QW
Предохранитель плавкий		F
Разрядник вентильный магнитовентильный		FV
Выключатель автоматический в силовых цепях (автомат), в цепях управления		QF SF
Выключатель неавтоматический (рубильник)		S
 Контактор, магнитный пускатель		KM
Сборные шины распределительных устройств высокого напряжения		K1 K2
Секция сборных шин Секция сборных шин с.н. 6...10 кВ		K1,K2 BA,BB,BC
Секция сборных шин с.н. 0,4 кВ		CV,CP,CN
Шиносоединительный выключатель		QK
Секционный выключатель		QK
Обходной выключатель		QB
Ограничитель перенапряжений		RU
Аккумуляторная батарея		GB

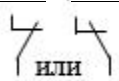
Таблица.3. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения. Выдержка из ГОСТ 2.755–87.

3.1. Квалифицирующие символы, поясняющие принципы работы коммутационных устройств

Функция:	Обозначение
Функция контактора	

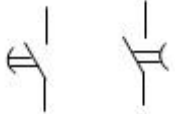
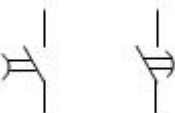
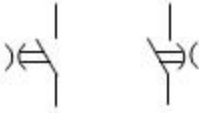
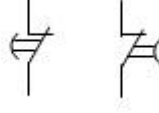
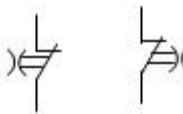
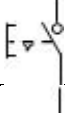
Функция выключателя	
Функция разъединителя	
Функция выключателя-разъединителя	
Автоматическое срабатывание	
Функция путевого или концевого выключателя	
Самовозврат	
Отсутствие самовозврата	
Дугогашение	

3.2. Контакты коммутационного устройства

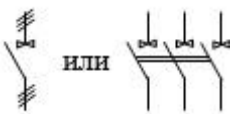
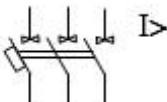
замыкающий	
размыкающий	
переключающий	
переключающий с нейтральным центральным положением	

3.3. Примеры построения обозначений контактных соединений

Контакт контактора:	
замыкающий	
Размыкающий	
замыкающий дугогасительный	
размыкающий дугогасительный	
замыкающий с автоматическим срабатыванием	
Контакт:	
выключателя разъединителя	
выключателя-разъединителя	
Контакт концевого выключателя:	
замыкающий	

размыкающий	
Контакт, замыкающий с замедлением, действующим:	
при срабатывании	
при возврате	
при срабатывании и возврате	
Контакт, размыкающий с замедлением, действующим:	
при срабатывании	
при возврате	
при срабатывании и возврате	
Контакт, замыкающий нажимного кнопочного выключателя без самовозврата, с размыканием и возвратом элемента управления:	
автоматически посредством вторичного нажатия кнопки	
посредством вытягивания кнопки	

3.4. Примеры построения обозначений контактов коммутационных устройств

1. Контакт, замыкающий выключателя:	
однополюсного	
трёхполюсного	
трёхполюсного с автоматическим срабатыванием максимального тока	

2. Разъединитель трёхполюсный	
3. Выключатель-разъединитель	
4. Выключатель электромагнитный (реле)	
5. Перемычка коммутационная на размыкание	

Задание:

1. Начертить таблицу графических и буквенных обозначений элементов на электрических схемах.
2. Выполнить примеры построения обозначений контактных соединений
3. Выполнить примеры построения обозначений контактов коммутационных устройств

Практическая работа 2

Расшифровка марок проводов и кабелей

Цель работы: научиться расшифровывать марки проводов и кабелей.

Теоретические основы

Таблица 4. Маркировка проводов

Условное обозначение	Значение
<u>Обмоточные провода</u>	
П	провод (всегда на первом месте)
Токоведущие жилы	
-	медь
А	алюминий (в конце маркировки, в начале при волокнистой изоляции)
М	манганин
К	константан
НХ	нихром
Изоляция	
Э	эмаль
В	высокопрочная эмаль

Т (ТК)	теплостойкая эмаль (кремнийорганическая)
Л	эмаль на масляной основе
М	эмаль стойкая к нефтяному маслу
Б	хлопчатобумажная пряжа (бумага)
Ш	натуральный шелк
Л	лавсан
К	капрон
С	стекловолокно
О	один слой изоляции
Д	два слоя изоляции
Цифры	
0,063-60	сечение жилы в мм ²
<u>Монтажные провода</u>	
М	монтажный провод
Токоведущие жилы	
-	медь
А	алюминий
Г	многопроволочная жила (гибкий), отсутствие буквы – жила однопроволочная
Изоляция	
В	поливинилхлорид
Р	резина
Ш	натуральный шелк
К	капрон
О	обмотка из хлопчатобумажной пряжи
С	обмотка из стекловолокна
Д	два слоя обмотки
Л	лакированный
Цифры	
0,05-2,5	сечение жилы в мм ²
<u>Установочные провода</u>	
Токоведущие жилы	

-	медь
А	алюминий
П	провод
ПП	провод плоский
Г	многопроволочная жила (гибкий)
Изоляция	
В	поливинилхлорид
П	полиэтилен
Р	резина
РК	кремнийорганическая резина
О	оплетка
Т	для прокладки в трубах
Цифры	
0,5-120	сечение жилы в мм ²

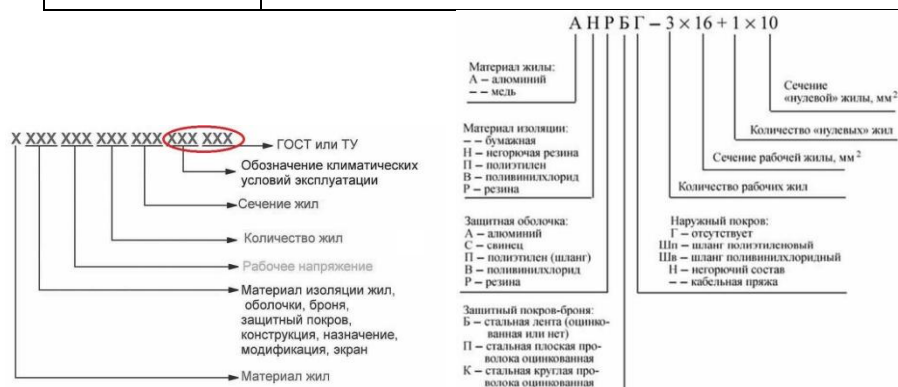


Рис. 1 Расшифровка маркировки кабеля АНРБГ и основные обозначения, которые могут стоять на этих позициях

Таблица 5. Маркировка кабелей

Место расположения	Характеристика	Кодировка и ее расшифровка
1-я позиция	Материал жилы	А - алюминий если буквы нет, жилы медные
2-я позиция	Из чего сделана изоляция	В - ПВХ (поливинилхлорид) П - полиэтилен Пв - сшитый полиэтилен Пс - самозатухающий полиэтилен Р - резина НР - негорючая резина Г - отсутствие защитного слоя (голый) Ф - фторопласт Ц - пленочная изоляция (для монтажных проводов) К - кабель контрольный (назначение) КГ - кабель гибкий

Место расположения	Характеристика	Кодировка и ее расшифровка
3-я позиция	Тип защитной оболочки (если есть)	А - алюминиевая С - свинцовая П - полиэтиленовый шланг Пу - полиэтиленовый шланг усиленный В - ПВХ шланг Р - резина
4-я позиция	Вид брони (если есть)	БС - броня свинцовая БбГ - стальная профилированная лента Бб - две стальные ленты Бл - броня из 2-х стальных лент с подушкой (под ней) из пластмассовых лент Бн - стальные ленты, поверх которых намотана негорючая защитная оболочка К - стальные проволоки, покрытые защитной стальной лентой Д - стальная оплетка из двух проводов П - стальная плоская проволока
5-я позиция	Вид наружного покрова, конструкция кабеля	Г - защита от коррозии (гидроизоляция), если "Г" отсутствует - есть защита от механических нагрузок Э - экранированный (обычно алюминиевая фольга) О - провода в изоляции, соединенные обмоткой В - если буква последняя - бумажная изоляция, если после нее есть другие - ПВХ Ш в - защита в виде винилового шланга Ш п - защита в виде полиэтиленового шланга Ш пс - полиэтилен самозатухающий Н - негорючий состав

Пример: Расшифровка маркировки кабеля ВВГ:

- жилы медные (отсутствует буква «А» на первой позиции);
 - первая «В» — изоляция жил виниловая (ПВХ),
 - вторая «В» — защитная оболочка тот же ПВХ,
 - Г — отсутствует наружный покров.
- ВВГ 2*2,5 — два проводника сечением 2,5 мм²;
 - ВВГ 3*4 — три проводника сечением 4 мм²;
 - ВВГ 3*4 + 1*2,5 — три рабочих жилы сечением 4 мм² и одна «нулевая» — сечением 2,5 мм².

Задание :

1. Расшифровать марки проводов

Таблица 5

	1 вариант	2 вариант
Установочные провода	АППВ, ПВС	ППВ, АПБПП
Монтажные провода	МГСП, МСП	МЛТЦ, МШВ
Обмоточные провода	ПЭЛ, ПЭЛБО	ПЭВ, АПБД

2. Расшифровать марки силовых кабелей

Таблица 6

1 вариант	2 вариант
ВВГ 3*4-1 ОАБ2л ААГ 4*10 -10 ААШв -4*25 АСБГ-В СБ-В	ААШв –В 3*25 АСБн-В4*25-1 СБ2л ААБ 3*10 СБ 3*10 -0,38 АВВГ 3*4-1

Практическая работа 3

Выбор проводов и кабелей, расчет сечений

Цель работы: научиться выбирать провода и кабели и рассчитывать сечения.

Теоретические основы

Сечения проводов должны выбираться с учетом выполнения следующих основных положений:

1. Провода не должны перегреваться при прохождении расчетного тока нагрузки сверх допустимой величины.
2. Отклонения напряжения на зажимах электроприемников должны находиться в допустимых пределах : от -2,5% до 5% - для осветительной нагрузки, +- 5% - для силовой нагрузки.
3. Механическая прочность проводов должна быть не ниже допустимой для данного вида электропроводки.
4. Целесообразно учитывать экономические факторы, характеризующиеся наименьшими приведенными затратами
5. Аппараты защиты должны обеспечивать защиту всех участков сети от коротких замыканий, а в некоторых случаях, предусмотренных ПУЭ, и от перегрузки. Кроме того, эти аппараты не должны срабатывать при кратковременных повышениях токов нагрузки, возможных при нормальных режимах работы сети, например, при включениях короткозамкнутых электродвигателей, электромагнитов клапанов противопожарных устройств.

По **условию механической прочности** допустимые минимальные сечения жил кабелей и проводов любых цепей систем автоматизации должны быть не меньше:

-Для электропроводок систем автоматизации, выполненных алюминиевыми, проводами, — 2,5 мм².

-Для электропроводок напряжением до 60 в, выполненных медными проводами, — 0,2 мм².

-Для электропроводок напряжением до 500в (кроме электропроводок в защитных трубах и глухих коробах), выполненных медными проводами, — 0,75 мм².

-Для электропроводок в защитных трубах и глухих коробах напряжением до 500 в, выполненных медными проводами, — 1,0 мм².

-Для питания электрифицированного инструмента и переносного освещения, выполненного гибкими медными проводами, — 1,5 мм².

Выбор сечения проводов по условиям нагрева

Основой расчета сети является определение электрических нагрузок.

Расчётный ток нагрузки – это величина тока, определяемого, исходя из величины расчётной мощности потребителей.

Расчетный ток нагрузки определяется по формулам:

а) для трехфазной четырехпроводной и трехпроводной сетей

$$I_{\text{макс}} = \frac{P_{\text{макс}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} U_{\text{н}} \cos \varphi};$$

б) для однофазной сети

$$I_{\text{макс}} = \frac{P_{\text{макс}} \cdot 10^3}{U_{\text{ф}} \cos \varphi};$$

где $P_{\text{макс}}$ — расчетная максимальная нагрузка, кВт; $U_{\text{н}}$ — номинальное линейное напряжение, В; $U_{\text{ф}}$ — номинальное фазное напряжение, В.

Для сетей, питающих люминесцентные лампы, при определении расчетного тока следует вводить повышающий коэффициент, учитывающий потери в пускорегулирующих аппаратах (ПРА) по следующим средним данным, которые приняты в проектной практике: при стартерных схемах зажигания 1,25, при бесстартерных 1,3.

Коэффициент мощности ($\cos \varphi$) следует принимать:

1,0 — для ламп накаливания;

0,85 — для одноламповых светильников с люминесцентными лампами низкого давления;

0,92 — для много ламповых светильников с люминесцентными лампами низкого давления;

0,5 — для светильников с разрядными лампами высокого давления (ДРЛ, ДРИ);

0,85 — для светильников с разрядными лампами высокого давления, имеющими ПРА с конденсатором

Сечение кабеля выбирается по длительно допустимой нагрузке проводников.

Наибольшей допустимой температуре нагрева проводника устанавливается величина длительно допустимого тока, нормируемая ПУЭ. Эта величина зависит от материала, сечения проводника, температуры окружающей среды материала изоляции и способа прокладки (открыто, в трубах, в земле и др.) и количества кабелей в одной трассе.

Длительно допустимой токовой нагрузкой называется такая величина силы тока, при длительном протекании которого установившаяся температура проводника не превышает установленной допустимой температуры по величине теплового износа изоляции или по тепловому воздействию на голый проводник.

Предельно допустимые температуры нагрева для некоторых типов проводов и кабелей следующие: неизолированные провода — 70°C; изолированные провода в резиновой или полихлорвиниловой изоляции — 55°C; провода в теплостойкой резиновой изоляции — 65°C; кабели с бумажной изоляцией на напряжение до 3 кВ — 80°C; кабели с бумажной изоляцией на напряжение до 6 кВ — 65°C; кабели с бумажной изоляцией на напряжение до 10 кВ — 60°C.

В зависимости от температуры окружающей среды допустимый ток при длительном режиме работы определяется по формуле

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{I_{\text{макс}}}{K_{\text{п}}},$$

где $I_{\text{макс}}$ — расчетный ток нагрузки, А; $K_{\text{п}}$ — поправочный коэффициент на температуру окружающей среды

Таблица 7. Поправочные коэффициенты на токовые нагрузки проводников в зависимости от температуры окружающей среды

Проводники	Провода и кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией при прокладке
------------	--

		по воздуху	в земле
Расчетная температура среды, °C		25	15
Поправочные коэффициенты при фактической температуре среды, °C	-5	1,29	1,18
	0	1,24	1,14
	+5	1,20	1,10
	+10	1,15	1,05
	+15	1,11	1,00
	+20	1,05	0,95
	+25	1,00	0,89
	+30	0,94	0,84
	+35	0,88	0,77
	+40	0,81	0,71
	+45	0,74	0,63
	+50	0,67	0,55

Пример 1. Рассчитать сечение жил и выбрать провода для прокладки групповой сети электроосвещения производственного участка с нормальными условиями окружающей среды. Электрическая сеть однофазная трехпроводная напряжением 220 В. Провода прокладываются открыто. Групповая линия состоит из девяти ламп накаливания мощностью 9×200 Вт. Коэффициент спроса освещения $K_c = 1$.

Решение. Определим расчетную мощность $P_p = \Sigma P_{\text{л}}$ $P_p = 9 \times 200 = 1800$ Вт

Определим расчетный ток $I_p = 1800 / 220 = 8,18$ А

По механической порочности определено минимальное сечение жил проводов и составляет $2,5 \text{ мм}^2$.

Из табл. приложения выбираем провод с алюминиевыми жилами сечением $2,5 \text{ мм}^2$ имеющего длительно допустимый ток 21 А. Подставим в условие $21 \text{ А} > 8,18 \text{ А}$

Выбранное сечение удовлетворяет условию, следовательно, выбираем провод с алюминиевыми жилами марки АППВ $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$.

Таблица 8

Сечение токо-проводящих жил, мм	Медных жил проводов и кабелей				Сечение токо-проводящих жил, мм	Алюминевых жил проводов та кабелей			
	Напряжение 220В		Напряжение 380В			Напряжение 220В		Напряжение 380В	
	Ток, А	Мощность, кВт	Ток, А	Мощность, кВт		Ток, А	Мощность, кВт	Ток, А	Мощность, кВт
1,5	19	4,1	16	10,5	2,5	21	4,6	19	12,5
2,5	27	5,9	25	16,5	4,0	29	6,3	23	15,1
4,0	38	8,3	30	19,8	6,0	38	8,3	30	19,8
6,0	50	11	40	26,4	10,0	55	12,1	39	25,7
10,0	70	15,4	50	33,0	16,0	70	15,4	55	36,3
16,0	90	19,8	75	49,5	25,0	90	19,8	70	46,2
25,0	115	25,3	90	59,4	35,0	103	23,1	85	56,1
35,0	140	30,5	115	75,9	50,0	135	29,7	110	72,6
50,0	175	38,5	145	95,7	70,0	165	36,3	140	92,4
70,0	215	47,3	180	118,8	95,0	200	44,0	170	112,2
95,0	260	57,2	220	145,2	120,0	230	50,6	200	132
120,0	300	66	260	171,6					

Задание.

1. Рассчитать сечение по длительно допустимому току нагрузки. Выбрать провод для питания стационарных приемников внутри помещения производственного цеха без

наличия пожароопасных и взрывоопасных объектов. Способ прокладки в трубах, на воздухе. Провода защищены автоматом на номинальный ток расцепителя $I_{р. а.} = 63 \text{ А}$. Дано: рабочее напряжение $U_{ном.} = 380 \text{ В}$, мощность электродвигателя $P_{расч.} = 25 \text{ кВт}$, $\cos \varphi = 0,85$, длина линии $L = 80 \text{ м}$

2. Выбрать провод для питания асинхронного электродвигателя типа 4А132М2 мощностью 11 кВт. Провода проложены в трубах в полу, режим работы длительный S1. Напряжение питания- 380 В.

Практическая работа 4

Выполнение таблицы соединений

Цель работы: научиться выполнять таблицы соединений.

Теоретические основы

Схема соединений - это схема на которой изображают соединения основных частей принципиальной схемы. Эти схемы разрабатываются на основании технологических, функциональных и принципиальных схем управления. Их используют при монтаже наладке, эксплуатации и ремонте электроустановок.

Таблицы соединений внешних проводок

Таблица соединений должна содержать технические требования и перечень элементов. На первом листе таблицы соединений располагают технические требования (указания) согласно правилам. Их выполняют на листе форматом А4 с основной надписью по ГОСТ 21.103-78, форма 1. Если содержание технических требований (указаний) невозможно разместить на одном листе, то допускается располагать их на последующих листах с основной надписью по ГОСТ 21.103-78, форма 4.

За таблицей соединений располагают перечень элементов системы. При заполнении таблиц соединений внешних проводок необходимо соблюдать следующие правила.

В зависимости от вида внешних проводок таблицы соединений заполняют в последовательности:

- электропроводки кабелем;
- электропроводки проводом в защитных трубах, коробах, лотках;
- проводки металлическими трубами (импульсные, командные), проводки пневмокабелем, пластмассовыми трубами (командные).

Соединения внешних проводок записывают по возрастанию номеров этих проводок. Заполнение таблиц соединений для трубных проводок начинают с нового листа. Допускается оставлять свободные строки в таблице соединений между записями разных видов проводок.

В графах таблицы соединений указывают следующие данные:

- в графе "Кабель, жгут, труба" - номер кабеля, трубы, жгута проводов в защитной трубе с указанием в скобках номера жгутов, затягиваемых в данную защитную трубу;
- в графах "Откуда", "Куда" - устройства средств автоматизации, от которых и к которым направляется данная соединительная проводка.

Условно принято, что соединительная проводка имеет направление от первичных приборов, непосредственно расположенных на технологическом оборудовании и трубопроводах, к внешним приборам, групповым установкам приборов, соединительным и протяжным коробкам и, далее, к конечному адресу, т.е. к щитам, пультам, статавам.

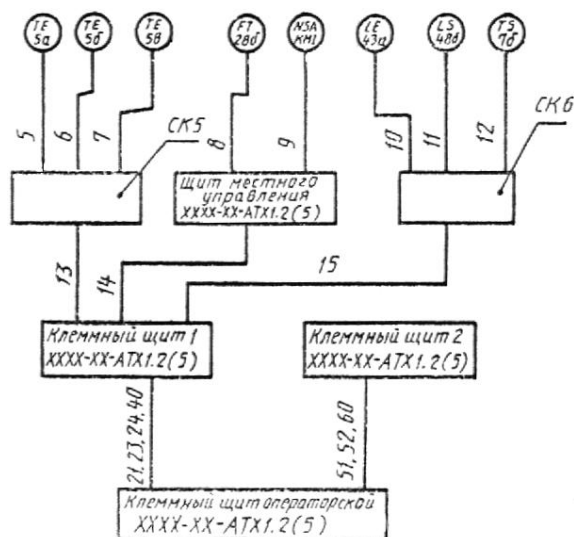


Рис.3

Практическая работа 5

Анализ схем прозвонки кабелей

Цель работы: научиться применять схемы прозвонки кабелей.

Теоретические основы

Правильный монтаж электрических цепей - при котором все соединения и маркировка элементов и кабелей выполнены в точном соответствии со схемами и обеспечивают правильную работу электроустановки.

Способы проверки правильности монтажа:

- непосредственного прослеживания (визуальный),
- прозвонка.

Прозвонка и осмотр цепей — это основные способы проверки правильности монтажа, позволяющие установить точное соответствие монтажа монтажным схемам и правильность маркировки на всех проверяемых участках.

При прозвонке образуют электрическую цепь, в которую входят:

- источник тока (сухие батареи, аккумуляторы, понижающие трансформаторы с вторичным напряжением 6-24 В),
- индикатор тока (лампа накаливания, светодиод, вольтметр, телефонные трубки, звонок, сигнальное реле - блинкер),
- проверяемый участок электрической цепи.

Если проверяемый участок исправен, цепь замкнута и индикатор указывает на протекание тока в образованной цепи.

При прозвонке длинных участков цепей, например контрольных кабелей, связывающих отдельные элементы электроустановки, размещенные в разных помещениях, удобно пользоваться телефонными трубками.

Прозвонку телефонными трубками выполняют два работника.

Первый дает указание второму, к какой жиле кабеля он должен подсоединить один провод телефонной трубки (второй провод трубки подсоединяют к земле), а сам с другого конца кабеля поочередно подключает незаземленный провод телефонной трубки к жилам кабеля, пока не образуется замкнутая цепь, по которой можно вести телефонный разговор с напарником.

Во избежание ошибок необходимо убедиться, что связь возможна только по одной жиле, к которой подключился напарник. Для этого, подключая трубку к каждой из оставшихся жил, выясняют, что связи по ним нет, а также проверяют, чтобы найденная жила имела одинаковую маркировку с обоих концов и была подведена к требуемому по монтажной схеме зажиму аппарата или сборке зажимов.

Порядок "прозвонки" кабелей сложных схем:

а) на основании монтажных и принципиальных схем использовать проектный или составить кабельный журнал по следующей форме:

Таблица 9

Кабель № _____

Номера зажимов панели	Марка жилы кабеля	Номера зажимов панели

б) отключить заземляющие проводники, имеющиеся в схемах;

в) отсоединить провода от других частей электроустановки с обеих сторон (во избежание образования обходных цепей) путем разъединения мостиков измерительных зажимов, снятием крышек испытательных блоков, приведением в разомкнутое состояние контактов реле, отсоединением проводов на рядах зажимов и на выводах аппаратуры;

г) по одной из схем прозвонки проверить правильность монтажа, при этом желательно отмечать цветным карандашом проверенный провод в месте его маркировки, в кабельном журнале и в развернутой принципиально-монтажной схеме;

д) после прозвонки очередной жилы целесообразно сразу подсоединить ее на место с обеих сторон (для предупреждения ошибок при восстановлении схемы).

Задание

Дать описание схем прозвонки

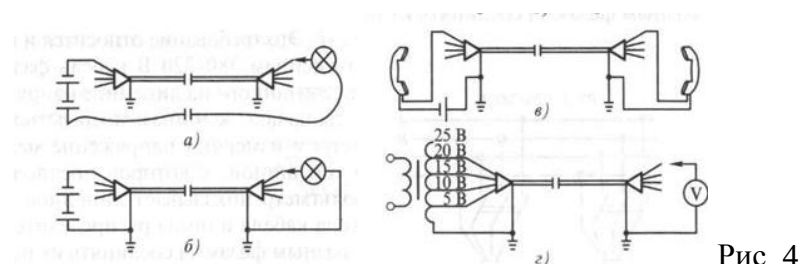


Рис. 4

Практическая работа 6

Чтение принципиальных электрических схем

Цель работы: научиться читать принципиальные электрические схемы.

Теоретические основы

Любая схема выполняется в виде графического изображения или чертежа, на котором вместе с оборудованием отображаются все связующие звенья электрической цепи. Существуют различные виды электрических схем, различающиеся по своему целевому назначению. В их перечень входят первичные и вторичные цепи, системы сигнализации,

защиты, управления и прочие. Кроме того, существуют и широко используются принципиальные и монтажные электрические схемы, однолинейные, полнолинейные и развернутые. Каждая из них имеет свои специфические особенности.

К первичным относятся цепи, по которым подаются основные технологические напряжения непосредственно от источников к потребителям или приемникам электроэнергии. Первичные цепи вырабатывают, преобразовывают, передают и распределяют электрическую энергию. Они состоят из главной схемы и цепей, обеспечивающих собственные нужды. Цепи главной схемы вырабатывают, преобразуют и распределяют основной поток электроэнергии. Цепи для собственных нужд обеспечивают работу основного электрического оборудования. Через них напряжение поступает на электродвигатели установок, в систему освещения и на другие участки.

Вторичными считаются те цепи, в которых подаваемое напряжение не превышает 1 киловатта. Они обеспечивают выполнение функций автоматики, управления, защиты, диспетчерской службы. Через вторичные цепи осуществляется контроль, измерения и учет электроэнергии. Знание этих свойств поможет научиться читать электрические схемы. Полнолинейные схемы используются в трехфазных цепях. Они отображают электрооборудование, подключенное ко всем трем фазам. На однолинейных схемах показывается оборудование, размещенное лишь на одной средней фазе. Данное отличие обязательно указывается на схеме.

На принципиальных схемах не указываются второстепенные элементы, которые не выполняют основных функций. За счет этого изображение становится проще, позволяя лучше понять принцип действия всего оборудования. Монтажные схемы, наоборот, выполняются более подробно, поскольку они применяются для практической установки всех элементов электрической сети. К ним относятся однолинейные схемы, отображаемые непосредственно на строительном плане объекта, а также схемы кабельных трасс вместе с трансформаторными подстанциями и распределительными пунктами, нанесенными на упрощенный генеральный план. В процессе монтажа и наладки широкое распространение получили развернутые схемы с вторичными цепями. На них выделяются дополнительные функциональные подгруппы цепей, связанных с включением и выключением, индивидуальной защитой какого-либо участка и другие.

Задание

1. Описать схему включения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.
2. Описать схему механической и электрической блокировки при реверсировании привода.

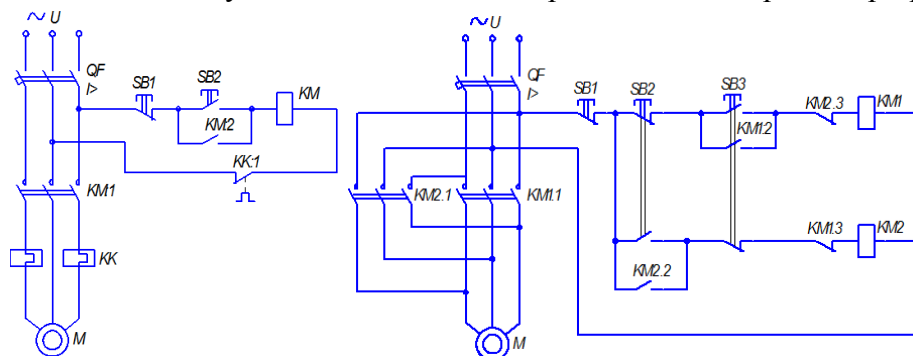


Рис.5 а-Схема включения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором; б- Механическая и электрическая блокировки при реверсировании привода

3. Описать схему последовательного включения двигателей

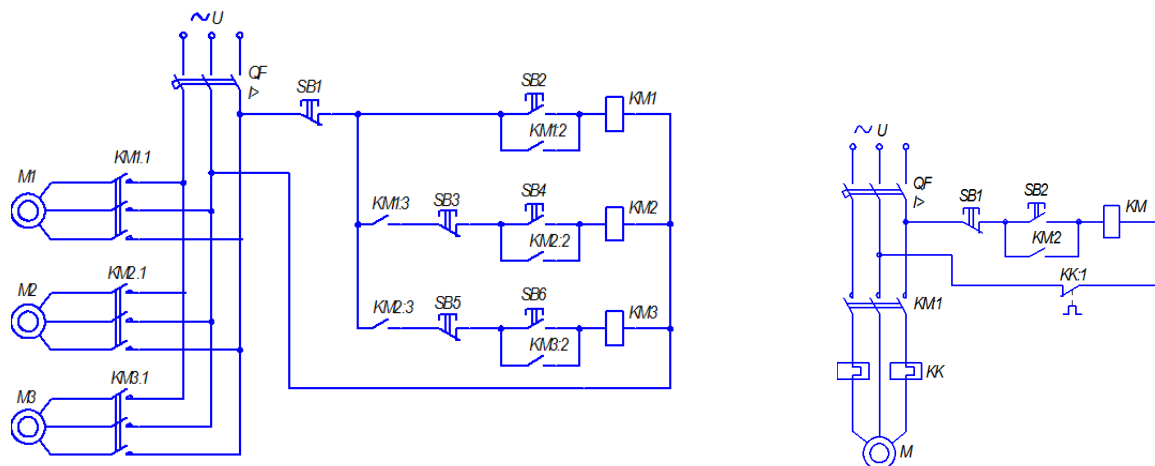


Рис.6. Схема последовательного включения двигателей

Практическая работа 7

Составление принципиальных электрических схем

Цель работы: научиться составлять принципиальные электрические схемы.

Задание

1. Используя электрическую схему управления асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором, необходимо включить в эту схему дополнительные контакты, обеспечивающие автоматическую остановку электродвигателя рабочего механизма в одной и в двух заданных точках.

Решение. Требование задачи обеспечить остановку электродвигателя в одной заданной точке может быть выполнено путевым выключателем SQ1 с нормально закрытым контактом, установленным последовательно с блок-контактом KM2, шунтирующим кнопку SB2. Для остановки электродвигателя рабочего механизма в двух заданных точках последовательно с контактом путевого выключателя SQ1 размещают контакт второго путевого выключателя SQ2. На рис. 5.8 приведены электрические схемы остановки электродвигателя в одной и в двух заданных точках. После пуска двигателя механизм приходит в движение и при достижении места остановки нажимает на путевого выключателя, например SQ1, и электродвигатель останавливается. После выполнения необходимой технологической операции вновь нажимаем на кнопку SB2, и механизм продолжает движение до следующего путевого выключателя SQ2, где технологическая операция заканчивается.

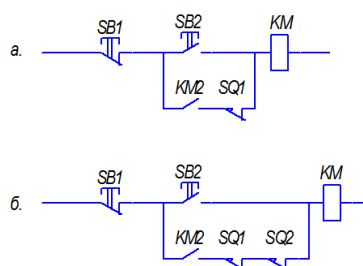


Рис.7

2. В электрическую схему управления реверсом короткозамкнутого асинхронного двигателя с помощью блокировочных связей следует ввести элементы световой сигнализации для контроля направления вращения двигателя.

Решение. Схема световой сигнализации контроля направления вращения двигателя при реверсе, совмещённая со схемой управления реверсом двигателя, приведена на рис. При вращении двигателя, например вправо, горит лампа HL1, включаемая контактом KM1.4 магнитного пускателя KM1, при этом лампа HL2 погашена, т.к. магнитный пускатель KM2 не включён. При вращении двигателя влево горит лампа HL2, включённая контактом KM2.4 магнитного пускателя KM2. Таким образом, лампа HL1 сигнализирует о вращении двигателя вправо, а лампа HL2 - о вращении двигателя влево. В результате блокировочными связями световая сигнализация обеспечивает контроль над направлением вращения двигателя при реверсе.

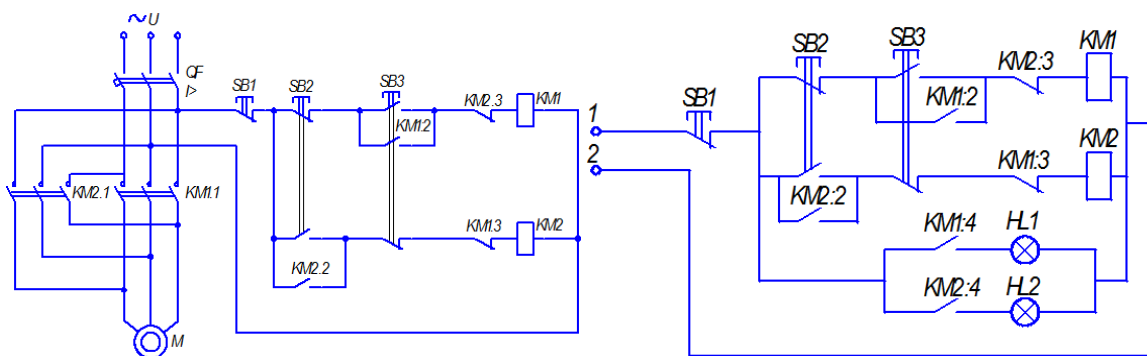


Рис. 8

Практическая работа 8

Технологическая последовательность соединения проводов опрессовкой

Цель работы: знать технологическую последовательность выполнения соединения опрессовкой проводов и кабелей различного сечения, уметь подбирать необходимые инструменты и приспособления.

Теоретические основы

Опрессовку выполняют ручными клещами, механическим, пиротехническим или гидравлическим прессом с помощью сменных пуансонов и матриц. Пуансоны и матрицы подбирают по диаметру трубчатой части наконечника или соединительной гильзы. Различают два способа опрессовки: местного вдавливания и сплошного обжатия.

При местном вдавливании следят за тем, чтобы лунки были расположены соосно опрессовываемой жиле и друг другу. При оконцевании лунки делают на лицевой стороне наконечника. Для контроля качества глубину вдавливания (лунки) при честном вдавливании или степень сплошного обжатия проверяют выборочно не менее чем у 1 % наконечников и гильз.

При применении гидропресса с автоматическим контролем глубины вдавливания или обжатия отпадает необходимость в операции выборочного контроля качества опрессовывания.

Опрессовка алюминиевых однопроволочных жил кабелей сечением 2,5 - 10 мм². Опрессовку производят в гильзах ГАО. Гильзу выбирают в соответствии с количеством и сечением соединяемых жил.

Опрессовку выполняют в определенной технологической последовательности: выбирают гильзу, инструменты и механизмы, пуансоны и матрицы, зачищают концы жил (на длине 20, 25 и 30 мм для гильз ГАО-4, ГАО-5, ГАО-6 и ГАО-8 соответственно) и внутреннюю поверхность гильзы до металлического блеска и сразу же смазывают их кварцевазелиновой пастой (зачистка и смазка гильз выполняются в случае, если это не было выполнено на заводе-изготовителе), вставляют жилы в гильзу.

При суммарном сечении соединяемых жил меньше диаметра внутреннего отверстия гильзы следует ввести дополнительные проволоки жил для уплотнения места соединения. Производят опрессовку до соприкосновения пуансона с матрицей.

После опрессовки остаточная толщина материала должна быть при гильзах ГАО-4 - 3,5 мм, ГАО-5 и ГАО-6 - 4,5 мм, ГАО-8 - 6,5 мм. Перед изолированием выполненное контактное соединение протирают ветошью, смоченной в бензине. Изолируют место опрессовки изоляционной лентой.

При одностороннем вводе жил в гильзу и диаметрах гильз 7 и 9 мм вместо изоляционной ленты применяют полиэтиленовые колпачки.

Опрессовка однопроволочных и многопроволочных жил кабелей сечением 16 - 240 мм²

Опрессовку окончеваний производят в алюминиевых и медно-алюминиевых наконечниках и штифтовых наконечниках, опрессовку соединений - в алюминиевых гильзах.

Работу выполняют в такой последовательности: выбирают наконечник или соединительную гильзу, пуансон, матрицу и механизм для опрессовки. Затем проверяют наличие слоя кварцевазелиновой пасты на их внутренней поверхности.

Если наконечники или гильзы получены с завода несмазанными, то очищают внутреннюю поверхность ветошью, смоченной в бензине, и смазывают ее пастой. Затем снимают с концов жил изоляцию при окончевании - на длине, равной длине трубчатой части наконечника, а при соединении - на длине, равной половине длины гильзы.

Очищенную от изоляции жилу зачищают щеткой из кардоленты до металлического блеска и сразу же смазывают кварцевазелиновой пастой. Перед зачисткой жил с бумажной пропитанной изоляцией их необходимо протереть ветошью, смоченной в бензине.

Если жилы секторные, то их перед зачисткой округляют. Операцию округления многопроволочных жил выполняют плоскогубцами, а однопроволочных — при помощи механического или гидравлического пресса, в который устанавливают вместо пуансона и матрицы специальный инструмент.

После того как жилы подготовлены к опрессовке, на них надевают наконечник или гильзу. При окончевании жилу вводят в наконечник до упора, а при соединении - так, чтобы торцы соединяемых жил соприкасались между собой в середине гильзы. Трубчатую часть наконечника или гильзу устанавливают в матрице и производят опрессовку. Если при этом опрессовку выполняют однозубым пуансоном, то на наконечнике делают два вдавливания, а на гильзе - четыре (по два на каждый конец соединяемых жил). Если опрессовывают двузубым пуансоном, то на наконечнике делают одно вдавливание, а на гильзе - два.

Вдавливание производят до упора шайбы пуансона в торец матрицы. Правильность глубины вдавливания проверяют штангенциркулем с насадкой или специальным измерителем.

После опрессовывания остаточная толщина материала должна быть: при сечении жил 16 - 35 мм² - 5,5 мм, при сечении 50 мм² - 7,5 мм, при сечении 70 и 95 мм² - 9,5 мм, при сечении 120 и 150 мм² - 11,5 мм, при сечении 185 мм² - 12,5 мм, при сечении 240 мм² - 14 мм.

При опрессовке с помощью пресса, имеющего автоматический контроль качества опрессовки (глубины вдавливания), отпадает надобность в указанной проверке. Перед

наложением изоляции острые края гильзы опиливают, закругляют и зачищают мелкой наждачной бумагой.

При опрессовке соединений жил кабелей 6—10 кВ принимают меры для выравнивания электрического поля, симметрия которого нарушается против мест вдавливания. Зоны сгущения линий электрического поля могут явиться очагами возникновения местных разрядов, приводящих к пробое изоляции. Во избежание этих явлений непосредственно на гильзу накладывают экран из одного слоя полупроводящей бумаги.

Необходимо помнить, что нельзя применять наконечники и гильзы, не соответствующие сечению и типу жилы, а также применять не соответствующие пуансоны и матрицы. Нельзя также "выкусывать" проволоки для облегчения ввода жилы в наконечник или гильзу и производить опрессовку без смазки жил и гильзы кварцевазелиновой пастой. Однопроволочные жилы 25 – 240 мм², оконцовываемые штамповкой наконечника на жиле.

Для выполнения оконцевания снимают с конца жилы изоляцию на длине: для жил сечением 25 мм² - 45 мм, для 35 - 96 мм² - 50 мм, для 120 - 240 мм² - 56 мм. Выбирают пуансон и матрицу в зависимости от сечения жилы. Штамповку выполняют с помощью пиротехнических механизмов. Пуансон под действием пороховых газов производит штамповку наконечника, формируя его из конца жилы.

В случае неточного оформления наконечника допускается повторная штамповка при снижении мощности повторного выстрела, для чего пуансон не доводится до верхнего крайнего положения на 5 - 7 мм.

На штампованной части наконечника не должно быть видимых трещин, раковин, наплавов и вмятин, должна быть соосность отверстия под болт в контактной части наконечника. После пяти выстрелов формирующую часть пуансона необходимо смазать тонким слоем машинного масла.

Опрессовка многопроволочные медных жил кабелей 1 - 2,5 мм².

Опрессовку выполняют пресс-клещами в кольцевых медных наконечниках, обжимаемых специальными пуансонами и матрицами.

Перед опрессовкой в кольцевом наконечнике снимают с конца жилы изоляцию на длине 25 - 30 мм, зачищают жилу до металлического блеска, скручивают ее туго плоскогубцами, выбирают соответствующие сечению жилы наконечник, пуансон и матрицу; устанавливают их в пресс-клещи, укладывают жилу в наконечник, надевают наконечник с уложенной в него жилой на стержень пуансона так, чтобы жила выходила через желобок пуансона, производят обжим наконечника пресс-клещами до упора шайбы пуансона в торец матрицы.

Однопроволочные и многопроволочные 4 - 240 мм².

Оконцевание жил 4 - 240 мм² выполняют в медных наконечниках, а соединение жил 16 - 240 мм² в гильзах. Последовательность операции опрессовки та же, что и опрессовки алюминиевых жил, но здесь не требуется смазки кварцевазелиновой пастой.

Опрессовку медных наконечников и гильз выполняют пуансоном и матрицей с одним зубом, на наконечнике выполняют одно вдавливание, на гильзе — два, по одному на каждый конец соединяемых жил.

Задание

Составить технологическую последовательность выполнения соединения опрессовкой проводов и кабелей различного сечения:

- 1) однопроволочных жил кабелей сечением 16 - 240 мм²
- 2) многопроволочные медных жил кабелей 1 - 2,5 мм².

Таблица 10

Операции и переходы	Оборудование и приспособления	Инструменты	Материалы

Практическая работа 9

Изучение последовательности выполнения разметки мест монтажа установочных аппаратов

Цель работы: знать технологическую последовательность выполнения разметки мест монтажа, уметь подбирать необходимые инструменты и приспособления.

Теоретические основы

Разметка мест расположения установочных аппаратов. Отдельные выключатели обычно - размечаются на высоте 1600—1700 мм, а штепсельные розетки на высоте 800—900 мм от отметки чистого пола.

Работы удобно вести с применением рейки, на которой отложены соответствующие размеры.

В зависимости от местных условий и требований выключатели и штепсельные розетки могут устанавливаться и на других расстояниях от уровня пола.

Осветительные групповые щитки (пункты) без управления устанавливаются на высоте 2—2,5 м, а с управлением — на высоте 1,6—1,7 м от отметки чистого пола до центров выключателей, рукояток автоматов или рубильников.

Разметку мест установки аппаратов удобно выполнять с помощью разметочного шаблона.

Разметка трасс проводок. Трассы открытых проводок должны проходить по горизонтальным и вертикальным направлениям, сочетаться с архитектурными и строительными деталями помещений, а также располагаться симметрично по отношению к конструктивным частям оборудования.

Разметка трасс проводок выполняется путем отбивки линий на плоскостях помещений с помощью окрашенного шнура. При разметке используются разметочные шесты, циркули и рамки. Удобна для выполнения разметочных работ разметочная рулетка с самоокрашивающимся шнуром конструкции Г. Е. Розенштейна. Шнурок окрашивается сухим красителем (мел, синька, охра), находящимся в корпусе рулетки. Излишки красителя

снимаются войлочным пыжом, встроенным в ниппель у выхода шнура из корпуса рулетки.

Основные типовые размеры расстояний между опорными и крепежными конструкциями, а также между параллельно проложенными проводами для отдельных видов открытых проводок приводятся в табл. 25 и на рис. 30—32.

Производя разметку трасс скрытых проводок, необходимо учитывать следующие положения, изложенные в различных монтажных инструкциях. При прокладке проводок по стенам трассы их должны проходить параллельно линиям сопряжения стен и потолков на расстоянии 100—200 мм от потолка или на расстоянии 50—100 мм от карниза.

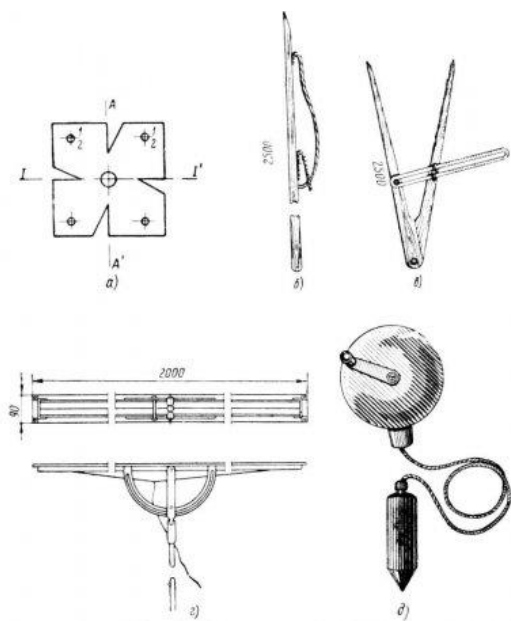


Рис 9. Разметочные приспособления: а) - разметочный шаблон, б) - разметочный шест, в) - разметочный

циркуль, г) - разметочная рамка, д) - разметочная рулетка.

Спуск или подъем проводок к светильникам, выключателям и штепсельным розеткам нужно выполнять по вертикальной линии.

Прокладку проводок по перекрытиям (в штукатурке, в щелях и пустотах плит или под плитой перекрытия) надлежит осуществлять по кратчайшим расстояниям между ответвительной коробкой и светильником.

Выполняя скрытые прокладки, необходимо устанавливать трассы, легко определяемые в процессе эксплуатации с тем, чтобы исключить случайные повреждения проводов при забивании в плоскости здания гвоздей, костылей и др.

Задание

Составить технологическую последовательность выполнения разметки мест монтажа установочных аппаратов для помещения (рис. 10). Заполнить таблицу.

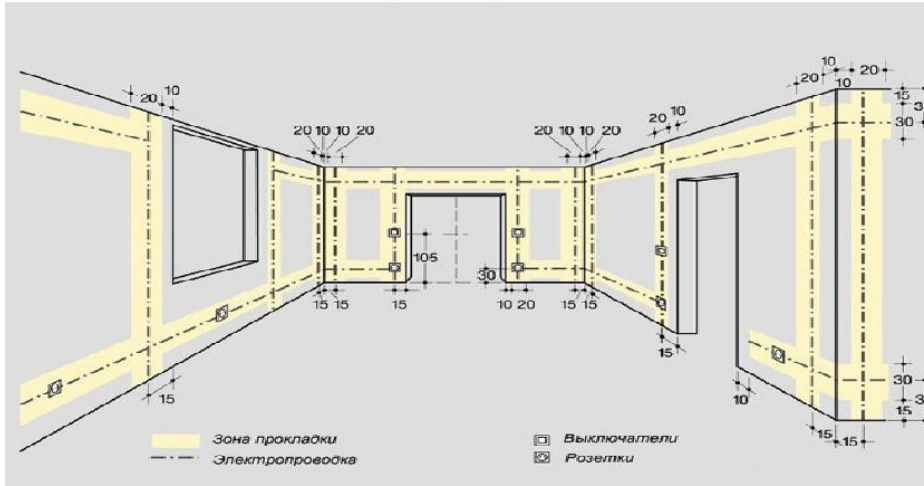


Рис. 10

Таблица 11

Операции и переходы	Оборудование и приспособления	Инструменты	Материалы

Практическая работа 10

Маркировка припоев и флюсов

Цель работы: ознакомиться маркировкой припоев и флюсов, научиться выбирать марки припоев для пайки различных изделий.

Теоретические основы

Для осуществления пайки необходимо выполнять условие: температура плавления твёрдого флюса должна быть ниже температуры плавления припоя, она в свою очередь меньше температуры пайки (и не превышать температуры термического разложения флюса), которая должна быть меньше температуры плавления основного (паяемого) металла.

При пайке меди, латуни и бронз легкоплавкими припоями на свинцовой основе применяют флюсы, не вызывающие коррозии паяных швов – канифоль и составы на её основе.

При пайке стали, меди и медных сплавов (латуни, бронзы и др.) тугоплавкими припоями чаще всего используют буру и её смеси с борной кислотой H_3BO_3 и другими солями.

При пайке алюминия применяют флюсы, способные растворить плотную плёнку его оксидов, хлористый литий $LiCl$, фтористый натрий NaF , хлористый цинк $ZnCl_2$, хлористый калий KCl .

Таблица 12. Маркировка припоев

Условное обозначение	Значение		
П	припой (указывается не во всех маркировка)		
О	олово		
С	свинец		
Ви	висмут		
К	кадмий		
Су	сурьма		
Ц	цинк		
И	индий		
М	медь		
Ср	серебро		
А	алюминий		
00...99	содержания массы основного металла в процентах		
Марка припоя	Значение	Температура плавления, °C	Область применения
ПОС 40	олово 40%, остальное свинец	235 (мягкий)	Для пайки стали, меди и медных сплавов (бронзы, латуни), монтажных проводов, кабельных наконечников и конденсаторов
ПОСК 50-18	олово 50%, кадмий 18%, остальное свинец	145 (мягкий)	Для пайки меди, проводов и деталей, чувствительных к перегреву
ПОССу 35-0,5	олово 35%, сурьма 0,5%, остальное свинец	245 (мягкий)	Для пайки цинковых и оцинкованных деталей, свинцовых кабельных оболочек, электротехнических изделий неотчетливого назначения.
ПОССу 40-0,5	олово 40%, сурьма 0,5%, остальное свинец	235 (мягкий)	Для пайки цинковых и оцинкованных деталей, обмоток электрических машин, монтажных элементов и кабельных изделий.
ПСр 45	серебро 45%, медь 20-30%, остальное цинк	720 (твёрдый)	Для пайки стали, меди и медных сплавов (бронзы, латуни), никеля, ювелирных изделий
ПМЦ 42	медь 42%, остальное цинк	830 (твёрдый)	Для пайки стали, меди и медных сплавов (бронзы, латуни)

ЦА 12	алюминий 12%, остальное цинк	550 (твёрдый)	Для пайки алюминия
ЦО 15	олово 15%, остальное цинк	600 (твёрдый)	Для пайки алюминия

Флюсы

От правильно выбранного флюса зависит качество пайки, ровность шва и его аккуратность. Флюс при нагреве должен образовывать тонкую растекающуюся пленку на поверхности припоя, которая усиливает сцепление припоя с металлом. Чем меньше температура плавления флюса, тем качество пайки лучше. Так же температура его плавления должна быть ниже температурных режимов плавки припоя. Промышленность сегодня изготавливает флюсы двух типов.

- Химически активные флюсы, в состав которых входит, как правило, кислотосодержащие реагенты (ортофосфорная и соляная кислоты, хлористый цинк, хлористый аммоний). Данные флюсы прекрасно справляются с жирными налетами и окислами, однако, недостаточная промывка места пайки со временем приводит к «выеданию» металла и его коррозии, где остался кислотосодержащий флюс.

- Химически пассивные флюсы помогают удалить жировые отложения, а так же в меньшей степени удаляют окислы (канифоль, стеарин, воск). Сами по себе это органические вещества, не вызывающие коррозии, которые служат не только важной составляющей при пайке радиокомпонентов, но и выполняют защитную функцию от окисления.

Используются флюсы ЛТИ, для пайки легкоплавкими припоями. С их помощью можно осуществлять пайку оцинкованных контактов, свинец, очищенное железо, нержавеющую сталь и т.д. В их состав входит спирт, канифоль, малая доза кислоты, триэтанолламин. Для подобной пайки применяют ЛТИ флюс совместно с паяльной пастой. Единственный их минус заключается том, что под действием температуры в месте спайки остаются темные пятна. Пары флюса вредны для человека. Исключение только составляет флюс ЛТИ-120, который не содержит нежелательных компонентов: солянокислотного анилина и метафенилениамина.

Наименования флюсов и их применение

Канифоль сосновая – самый простой, дешевый и доступный вид флюса с низким током утечки. Относится к классу химически пассивных флюсов. На рынке она доступна в свободной продаже из-за популярности. Применяется практически широком спектре радиомонтажных работ. Умеренно растворяется в спирте с добавлением глицерина, благодаря чему стали популярны среди радиолюбителей спирто-канифольные флюсы.

Ортофосфорная и паяльная кислота – опасные химически активные флюсы. Применяется при пайке сильно окисленных металлов, низколегированных сталей, никеля, а так же их сплавов. После пайки обязательным условием является очистка места спаивания 5% раствором соды, чтобы погасить кислотную активность и выедание металла. Паяльная кислота особо эффективна при температуре 270 – 330 градусов.

Паяльная кислота ПЭТ – оптимальная температура процесса пайки с ее применением 150 – 320 градусов. Применяется при спаивании углеродистых сталей, латуни, меди, никеля.

Паяльный жир – существует в двух видах: активный и нейтральный. Применяется для окисленных деталей, состоящих из черного или цветного металла. Активный паяльный жир в радиоконструировании не применяется. Нейтральный паяльный жир не содержит активных компонентов, поэтому может использоваться для пайки радиодеталей.

БУРА – необходима при высокотемпературной пайке высокоуглеродистых металлов: чугуна, меди, стали и т.д.

ТАГС – флюс на глицериновой основе для радиомонтажа. Из-за остаточного сопротивления нуждается в отмывке спиртом.

Флюсы ЗИЛ – хорошо подходят для спаивания стали, латуни, меди легкоплавкими припоями на основе висмута.

Ф-38Н ПЭТ – сильно химически активный флюс. Применяется для пайки быстро окисляемых на воздухе металлов при температуре выше 300 градусов. Им паяют нихром, манганин, бронзу. Обязательное применение при его использовании средств индивидуальной защиты. Промывка щелочью так же обязательна. Активные флюсы ФИМ - пайка окисленного серебра, платины. Требуется отмывки водным раствором с содержанием соды. В составе флюса фосфорная кислота.

ФКДТ и ФКТ ПЭТ – популярный неактивный флюс широкого применения для лужения проводов и медных контактов в РЭА.

ФТС – бесканифольный пассивный флюс без дыма. Предназначен для пайки радиодеталей.

Паяльная паста «Тиноль» - специальный химический флюс для пайки SMD радиодеталей термофеном паяльной станции.

Флюс-гель ТТ – флюс с индикатором химической активности красноватого оттенка для широкого спектра пайки. При воздействии температурой обесцвечивается, указывая на отсутствие активных компонентов. Не требует отмывки.

СТ-61 – паяльная паста пассивная. А – температура плавления +200 градусов, В – для компьютерных и мобильных радио запчастей, С – канифоль.

Задание

- 1) расшифровать марки припоев, заполнить таблицу

Таблица 13

Марка припоя	Расшифровка	Свойства	Применение
ПОС61			
ПОССу61-0,5			
ПОС61М			
ПСр3И			
ПСр3Кд			

ПОС61 — припой оловянно-свинцовый, олова — 61 %, остальное — свинец;

ПОССу61-0,5 — припой оловянно-свинцовый, олова — 61 %, сурьмы — 0,5 %, остальное — свинец;

ПОС61М — припой оловянно-свинцовый, олова — 61 %, остальное — свинец и добавка меди;

ПСр3И — припой серебряно-индиевый, серебра — 3 %, остальное — индий;

ПСр3Кд — серебряно-кадмиевый, серебра — 3 %, остальное — кадмий.

- 2) Заполнить таблицу

Таблица 14

Флюс	Расшифровка	Свойства	Применение

Практическая работа 11

Разработка технологической последовательности выполнения заклепочных соединений

Цель работы: научиться разрабатывать технологическую последовательность выполнения заклепочных соединений.

Теоретические основы

При сборке узлов из легких сплавов клёпка остается наиболее распространенным видом неразъемного соединения.

Для открытых мест конструкции, где возможен двухсторонний подход в зону клепки, применяют обычные стержневые заклепки. При клепке закрытых мест, когда подход к одной из головок заклепок невозможен, применяют специальные заклепки для односторонней клепки.

Обычные — стержневые заклепки изготавливают из легких сплавов и сталей с потайными или выступающими закладными головками.

Заклепки стандартизированы, имеют шифр, указывающий форму закладной головки, марку материала, диаметр и длину.

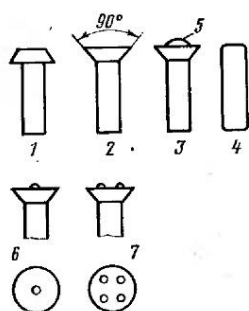


Рис. 11. Виды заклепок:

1 — с плоской закладной головкой — ЗП; 2 — с потайной закладной головкой ЗУ — 90° или ЗУ — 120°; 3 — с компенсатором ЗУК; 4 — стержневая; 5 — компенсатор; 6 — маркировка материала Д18 на головке заклепки; 7 — маркировка материала Д19П на головке заклепки

Технологический процесс клепки, состав операций и их последовательность во многом определяются требованиями обеспечения ресурса и герметичности, типом заклепок, методом сборки.

Последовательности выполнения заклепочных соединений:

I — образование отверстия под заклепку. Отверстие под заклепку можно получить сверлением или пробивкой;

II — образование гнезда под головку потайной заклепки под размер зенкованием или штамповкой листов;

III — вставка заклепки в отверстие; Из выступающей части стержня образуется замыкающая головка заклепки;

IV — образование замыкающей головки заклепки размером прессованием или ударом. При образовании замыкающей головки прессованием вначале пакет сжимается силой Q , а затем усилием P осаживается стержень и образуется замыкающая головка. При достижении срабатывает система микровыключателей, и прессование прекращается. В случае клепки ударом с помощью пневматического клепального молотка высота замыкающей головки определяется рабочим-клепальщиком по интуиции, выработанной длительной тренировкой;

V — снятие путем механической обработки излишнего материала для получения требуемой величины выступания (операция выполняется для швов, к которым предъявляется высокая степень точности);

VI — контроль выступания потайных головок и размеров замыкающих головок заклепок.

Каждая из операций процесса клепки выполняется на специальном рабочем месте — станке, прессе.

Задание

Составить технологическую последовательность выполнения клепки потайного негерметичного шва (рис. 11):

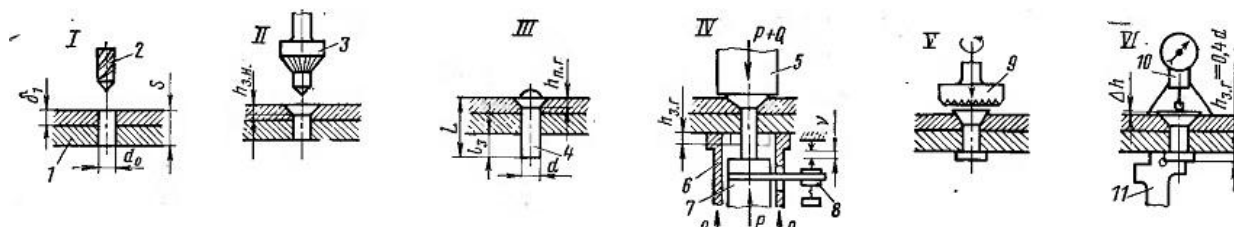


Рис. 11. 1 — склепываемый пакет; 2 — сверло; 3 — зенковка; 4 — заклепка ЗУК; 5 — верхний пуансон; 6 — прижим; 7 — нижний пуансон; 8 — система микровыключателей; 9 — торцевая фреза; 10 — индикатор с подставкой; 11 — шаблон

Таблица 15

Операции и переходы	Оборудование и приспособления	Инструменты	Материалы

Практическая работа 12

Техника измерений штангенциркулями и микрометрами

Цель работы: научиться измерять линейные размеры с помощью штангенциркулей и микрометров.

Теоретические основы

Штангенинструменты являются распространенными в машиностроении видами измерительного инструмента. Их применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и т. д. Все штангенинструменты основаны на применении нониусов, по которым отсчитывают дробные доли делений основных шкал.

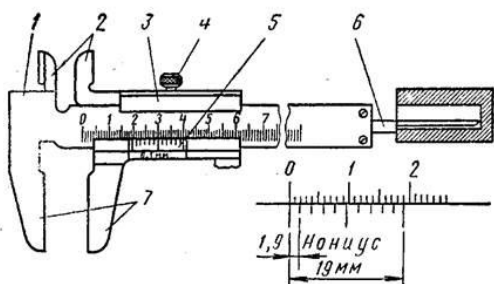


Рис 12. Штангенциркуль ШЦ – I. 1 — штанга, 2, 7 — губки, 3 — подвижная рамка, 4 — зажим, 5 — шкала нониуса, 6 — линейка глубиномера

Штангенциркули применяются трех типов: ШЦ - I, ШЦ – II (двухсторонние) и ШЦ – III (односторонний) по ГОСТ 166—89.

Штангенциркуль ШЦ - I применяется для измерения наружных, внутренних размеров и глубин с величиной отсчета по нониусу 0,1 мм. Штангенциркуль имеет штангу 1, на которой нанесена шкала с миллиметровыми делениями. На одном конце этой штанги имеются неподвижные измерительные губки 2 и 7, а на другом конце линейка 6 для измерения глубин. По штанге перемещается подвижная рамка 3 с губками 2 и 7. Рамка в процессе измерения закрепляется на штанге зажимом 4. Нижние

губки 7 служат для измерения наружных размеров, а верхние 2 — для внутренних размеров.

На скошенной грани рамки 3 нанесена шкала 5, называемая нониусом. Нониус предназначен для определения дробной величины цены деления штанги, т. е. для определения доли миллиметра. Шкала нониуса длиной 10 мм разделена на 10 равных частей; следовательно, каждое деление нониуса равно $19:10=1,9$ мм, т. е. оно короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкалу штанги, на 0,1 мм ($2,0-1,9=0,1$). При сомкнутых губках начальное деление нониуса совпадает с нулевым штрихом шкалы штангенциркуля, а последний—10-й штрих нониуса — с 19-м штрихом шкалы.

Перед измерением при сомкнутых губках нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать. При отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при небольшом просвете (до 0,012 мм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса и штанги. При измерении деталь берут в левую руку, которая должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок, правая рука должна поддерживать штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещают рамку до соприкосновения с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия.



Рис. 13. Примеры отсчета размеров по шкалам штанги и нониуса

Рамку закрепляют зажимом большим и указательным пальцами правой руки, поддерживая штангу остальными пальцами этой руки; левая рука при этом должна поддерживать нижнюю губку штанги. При чтении показаний штангенциркуля держат прямо перед глазами. Целое число миллиметров отсчитывается по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета (0,1 мм) на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого, совпадающего со штрихом штанги. Примеры отсчета показаны на рисунке 13.

$$39+0,1 \cdot 7 = 39,7; \quad 61+0,1 \cdot 4 = 61,4$$

Штангенциркули предназначены для измерения наружных и внутренних размеров, глубин отверстий и разметочных работ, изготовлены из высококачественных сталей.

Микрометрические инструменты: микрометр, микрометрический глубиномер, микрометрический нутромер.

Микрометры служат для точного измерения наружных размеров деталей цилиндрической и плоской формы (тонких листов), толщин стенок труб – микрометры; глубин пазов, отверстий, выступов и впадин глубиномеры; внутренних размеров деталей – нутромеры.

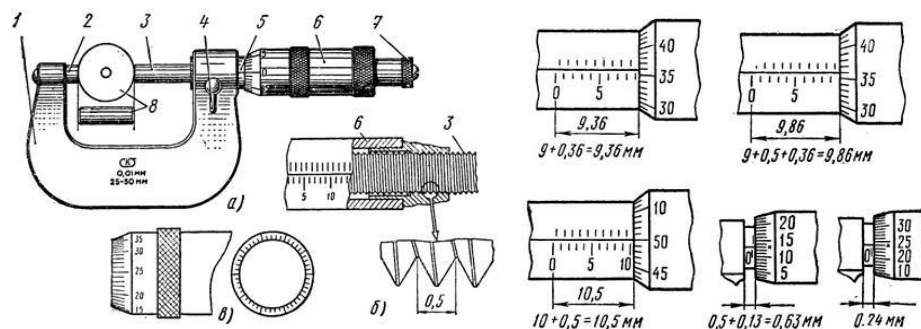


Рис. 14. Микрометр гладкий. а – устройство; б – микрометрический винт; в – барабан; 1 – скоба; 2 – пятка; 3 – винт; 4 – стопор; 5 – стебель; 6 – барабан; 7 – трещотка; 8 – установочные меры

Рис. 15. Чтение показаний микрометра и примеры отсчета

МК предназначены для измерения наружных размеров изделий.

Задание

- 1) Измерить длину, толщину, глубину, наружные и внутренние диаметры различных деталей с помощью штангенциркулей.
- 2) Измерить наружные размеры изделий с помощью микрометров.

Практическая работа 13

Выполнение чертежей резьбовых, шпоночных, шлицевых и заклепочных соединений.

Цель работы: научиться выполнять чертежи резьбовых, шпоночных, шлицевых и заклепочных соединений.

Теоретические основы

Резьбовые соединения - соединение составных частей изделия с применением деталей, имеющих резьбу. Они наиболее распространены в приборо- и машиностроении. Резьбовые соединения бывают двух типов: соединения с помощью специальных резьбовых крепежных деталей (**болтов, винтов, шпилек, гаек**) и соединения свинчиванием соединяемых деталей, т.е. резьбы, нанесенной непосредственно на соединяемые детали.

Болт – цилиндрический стержень с шестигранной головкой на одном конце и резьбой – на другом. Болты в соединении используют в комплекте с гайкой, при этом резьба в соединяемых деталях не используется.

Винты – цилиндрические стержни с головкой на одном конце и резьбой – на другом. Винт ввертывается в резьбовое отверстие одной из скрепляемых деталей, головки винтов могут иметь различную форму (цилиндрическую, полукруглую и др.).

Шпилька – цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах, одним концом она ввертывается в одну из скрепляемых деталей, а на другой ее конец наворачивается гайка. Соединения при помощи шпилек применяют в тех случаях, когда в одной из соединяемых деталей нельзя выполнить сквозное отверстие и материал этой детали (с резьбой) не обладает высокими прочностными свойствами (пластмасса, алюминиевые, магниевые сплавы). Поэтому применение винта при частой разборке и сборке соединения из-за малой прочности резьбы не рекомендуется. Шпилька же ввинчивается в деталь с резьбой малой прочности только один раз – при сборке, при последующих разборках и сборках будет свинчиваться только гайка.

Гайки служат для соединения скрепляемых с помощью болта или шпильки деталей. Как и головки винтов, гайки могут иметь разнообразную форму.

Назначение **шайб**, подкладываемых под гайку, головку винта или болта, – предохранение поверхностей деталей от задира при затягивании, увеличение опорной поверхности и стопорение.

Шпоночные соединения служат для передачи вращающего момента от вала к втулке насаженной на него детали (зубчатого колеса, шкива, муфты и др.) или наоборот – от втулки к валу. Шпоночные соединения осуществляют с помощью вспомогательных деталей – шпонок, устанавливаемых в пазах между валом и ступицей.

Достоинства шпоночных соединений - простота, надежность конструкции, невысокая стоимость, удобство сборки и разборки.

Недостатки шпоночных соединений – ослабление вала и втулки шпоночными пазами, неустойчивость положения шпонки в пазах (выворачивание шпонки) и трудность

обеспечения взаимозаменяемости, повышенные требования к точности изготовления, отсутствие фиксации деталей в осевом направлении.

Шпоночные соединения применяют обычно при передаче значительных вращающих моментов при диаметре вала не менее 6 мм. В кинематических передачах и передачах с высоким требованием по точности рекомендуют использовать штифтовые соединения.

Шпонки изготавливают из среднеуглеродистых сталей 40, 45, Ст6.



Рис. 16. Шпоночное соединение

Шлицевые соединения служат для передачи вращающего момента между валами и установленными на них деталями.

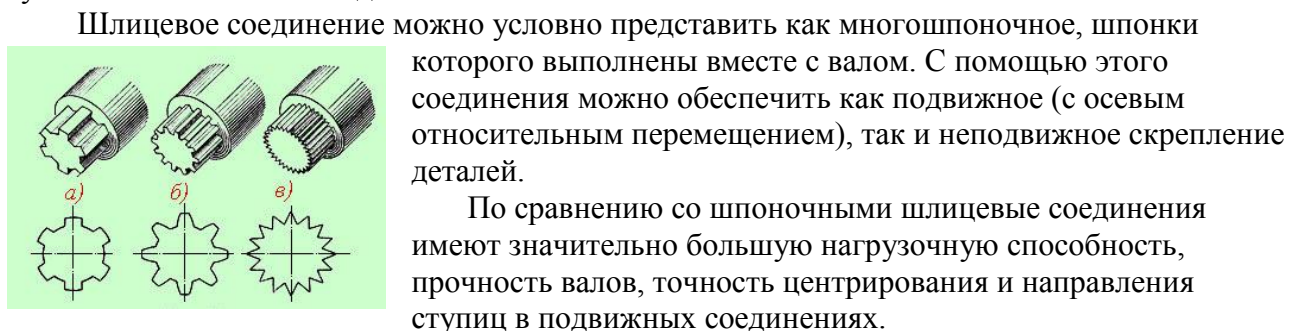


Рис.17. Шлицевые соединения, а- прямобочные, б- эвольвентные, в- треугольные

Наибольшее распространение получили прямобочные шлицевые соединения, выполненные с четным числом шлицев.

Заклепочное соединение – неразъемное соединение деталей с применением заклепок из пластичного материала, состоящих из стержня и закладной головки; конец стержня расклепывается для образования замыкающей головки.

Заклепками соединяют листовые конструкции. Клепку можно производить вручную или с помощью пневматических молотков, прессов. Отверстия в деталях под заклепку получают сверлением или продавливанием.

Заклепки позволяют создать прочное компактное соединение двух и более деталей, выполненных из любых материалов. Заклепочные соединения применяются в ответственных конструкциях, воспринимающих большие вибрационные и повторные нагрузки.

Недостатки - большой расход металла на заклепки, высокую стоимость, высокую трудоемкость сборки: все отверстия в соединяемых деталях должны выполняться в сборе, необходимо клепальное оборудование. Большое число отверстий под заклепки ослабляет конструкцию и создает значительную концентрацию напряжений.

Различают следующие виды заклепок: заклепки со сплошным стержнем, заклепки полупустотелые, заклепки пустотелые. Наибольшее распространение получили *сплошные* стержневые заклепки.

Диаметр отверстия под заклепки устанавливают на 0,1 мм больше стержня заклепки, который при клепке осаживается и заполняет отверстие.

Задание

- 1) Выполнить чертежи резьбовых соединений: болтового, винтового, шпильчного.
- 2) Выполнить чертеж шпоночного соединения.
- 3) Выполнить чертеж шлицевого соединения.
- 4) Выполнить чертеж заклепочного соединения.

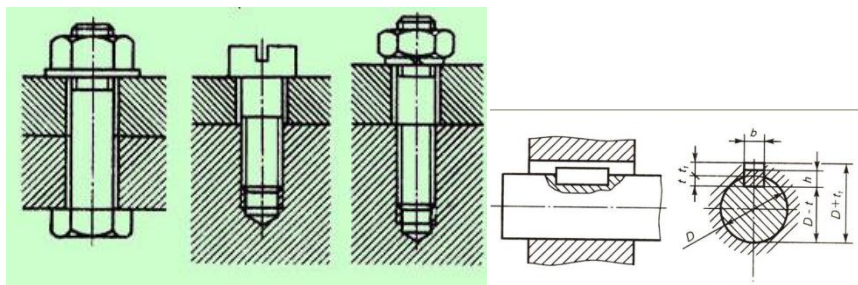


Рис.18. резьбовые(а) и шпоночное соединения

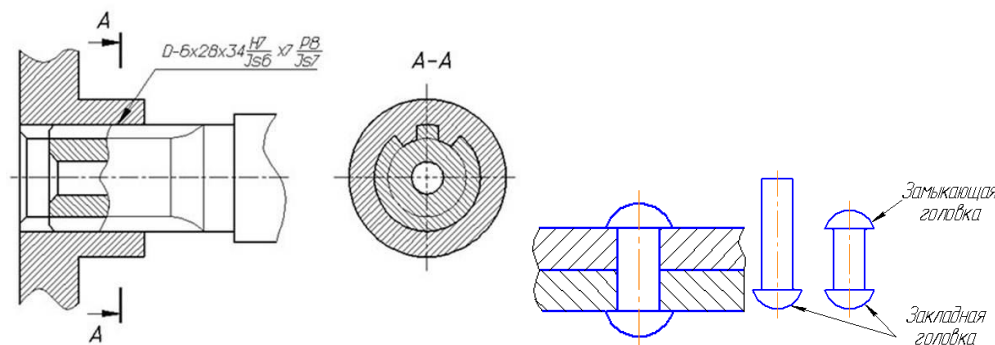


Рис.19. Шлицевое (а) и заклепочное (б) соединения

Практическая работа 14

Кинематические схемы передач поступательного и вращательного движения

Цель работы: изучить кинематические схемы передач поступательного и вращательного движения, назначение и принцип работы передач.

Теоретические основы

Механическая передача — механизм, превращающий кинематические и энергетические параметры двигателя в необходимые параметры движения рабочих органов машин и предназначенный для согласования режима работы двигателя с режимом работы исполнительных органов.

Типы механических передач:

- зубчатые (цилиндрические, конические);
- винтовые (винтовые, червячные, гипоидные);
- с гибкими элементами (ременные, цепные);
- фрикционные (за счёт трения, применяются при плохих условиях работы).

В зависимости от соотношения параметров входного и выходного валов передачи:

редукторы (понижающие передачи) — от входного вала к выходному уменьшают частоту вращения и увеличивают крутящий момент;

мультипликаторы (повышающие передачи) — от входного вала к выходному увеличивают частоту вращения и уменьшают крутящий момент.

Зубчатая передача — это механизм или часть механизма механической передачи, в состав которого входят зубчатые колёса. При этом усилие от одного элемента к другому передаётся с помощью зубьев. Зубчатые передачи *предназначены* для:

- передачи вращательного движения между валами, которые могут иметь параллельные, пересекающиеся или скрещивающиеся оси;
- преобразования вращательного движения в поступательное, и наоборот (передача «рейка-шестерня»).

Зубчатое колесо передачи с меньшим числом зубьев называется *шестернёй*, второе колесо с большим числом зубьев называется *колесом*.

Зубчатые передачи классифицируют *по расположению валов*:

- с параллельными осями (цилиндрические с внутренним и внешним зацеплениями);
- с пересекающимися осями (конические);
- с перекрестными осями (рейка-шестерня).

Достоинства зубчатых передач: компактность; возможность передавать большие мощности; большие скорости вращения; постоянство передаточного отношения; высокий КПД.

Недостатки зубчатых передач: сложность передачи движения на значительные расстояния; жёсткость передачи; шум во время работы; необходимость в смазке.

Червячные передачи применяют для передачи движения между перекрещивающимися осями, угол между которыми, как правило, составляет 90° . Движение в червячных передачах передается по принципу винтовой пары.

В отличие от большинства разновидностей зубчатых в червячной передаче окружные скорости на червяке и на колесе не совпадают. Они направлены под углом и отличаются по значению. При относительном движении начальные цилиндры скользят. Большое скольжение является причиной низкого КПД, повышенного износа и заедания. Для снижения износа применяют специальные антифрикционные пары материалов: червяк — сталь, венец червячного колеса — бронза (реже — латунь, чугун).

Достоинства червячных передач: большие передаточные отношения; плавность и бесшумность работы; высокая кинематическая точность; самоторможение.

Недостатки червячных передач: низкий КПД; высокий износ, заедание; использование дорогих материалов; высокие требования к точности сборки.

Ременная передача состоит из двух шкивов, закреплённых на валах, и ремня, охватывающего эти шкивы. Нагрузки передаются за счёт сил трения, возникающих между шкивами и ремнём вследствие натяжения последнего.

В зависимости *от формы поперечного перереза ремня* различают передачи: плоскоременную; клиноременную (получили наиболее широкое применение); круглоременную. Наибольшие преимущества наблюдаются в передачах с зубчатыми (поликлиновыми) ремнями.

Достоинства ременных передач: возможность передачи движения на значительные расстояния; плавность и бесшумность работы; защита механизмов от колебаний нагрузки вследствие упругости ремня; защита механизмов от перегрузки за счёт возможного проскальзывания ремня; простота конструкции и эксплуатации (не требует смазки).

Недостатки ременных передач: повышенные габариты (при равных условиях диаметры шкивов в 5 раз больше диаметров зубчатых колёс); непостоянство передаточного отношения вследствие проскальзывания ремня; повышенная нагрузка на валы и их опоры,

связанная с большим предварительным натяжением ремня (в 2-3 раза больше, чем у зубчатых передач); низкая долговечность ремней (1000-5000 часов).

Цепная передача основана на принципе зацепления цепи и звёздочек. Цепная передача состоит из: ведущей звёздочки; ведомой звёздочки; цепи, которая охватывает звёздочки и зацепляется за них зубьями; натяжных устройств; смазывающих устройств; ограждения.

По типу применяемых цепей бывают: роликовые; втулочные (лёгкие, но большой износ); роликоввтулочные (тяжёлые, но низкий износ); зубчатые пластинчатые (обеспечивают плавность работы).

Достоинства цепных передач (по сравнению с ременной передачей): большая нагрузочная способность; отсутствие скольжения и буксования, что обеспечивает постоянство передаточного отношения и возможность работы при кратковременных перегрузках; принцип зацепления не требует предварительного натяжения цепи; могут работать при меньших межосевых расстояниях и при больших передаточных отношениях.

Недостатки цепных передач связаны с тем, что звенья располагаются на звёздочке не по окружности, а по многоугольнику, что влечёт: износ шарниров цепи; шум и дополнительные динамические нагрузки; необходимость обеспечения смазки.

Фрикционная передача — кинематическая пара, использующая силу трения для передачи механической энергии.

Трение между элементами может быть сухое, граничное, жидкостное. Жидкостное трение наиболее предпочтительно, так как значительно увеличивает долговечность фрикционной передачи.

Фрикционные передачи делятся:

- по расположению валов: с параллельными валами; с пересекающимися валами;
- по характеру контакта: с внешним контактом; с внутренним контактом;
- по возможности варьирования передаточного отношения: нерегулируемые; регулируемые (фрикционный вариатор);
- при наличии промежуточных тел в передаче по форме контактирующих тел: цилиндрические; конические; сферические; плоские.

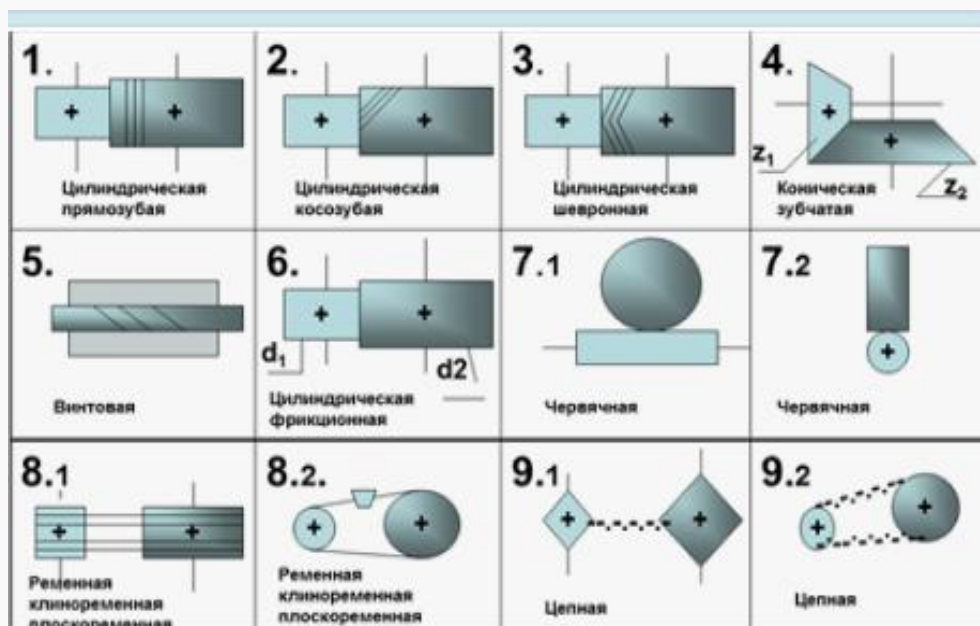


Рис.20. Кинематические схемы механических передач

Задание

- 1) Выполнить кинематические схемы механических передач, приведенных на рисунке 16.
- 2) Привести примеры использования механических передач.

Практическая работа 15

Выбор режимов резания при сверлении

Цель работы: изучить кинематические схемы передач поступательного и вращательного движения, назначение и принцип работы передач.

Теоретические основы

Назначение рационального режима резания при работе на станках сверлильной группы заключается в выборе такой скорости резания и подачи, при которых процесс обработки был бы наиболее производительным и экономичным.

Для уменьшения основного (технологического) времени следует работать с возможно большей технологически допустимой подачей и соответствующей скоростью резания. При этом должны быть наиболее полно использованы режущая способность инструмента и его прочность, динамические возможности станка при соблюдении технических условий.

Теоретический расчет элементов режима резания производится в следующем порядке:

1. Выбирают подачу по табличным данным в зависимости от характера обработки, требуемого качества обработанной поверхности, прочности сверла и других технологических и механических данных изделия.
 2. Подсчитывают скорость резания, допускаемую режущими свойствами инструмента.
 3. По найденной скорости подсчитывают частоту вращения. Полученную частоту вращения корректируют по паспортным данным станка (принимается ближайшая меньшая или ближайшая большая, если она не более чем 5% от расчетной).
 4. Определяют действительную скорость резания, с которой будет производиться обработка.
 5. Проверяют выбранные элементы режима резания по прочности слабого звена механизма главного движения и мощности электродвигателя станка.
 6. Подсчитывают основное (технологическое) время обработки.
- Обычно в производственных условиях при выборе элементов режима резания для сверления, зенкерования, развертывания и нарезки внутренних резьб пользуются готовыми данными технологических карт и таблиц справочников.

Пример расчета режимов резания

Исходные данные. Изделие — *вилка*.

Операции:

- сверление отверстия Ø 14,5 мм под зенкерование;
- зенкерование отверстия Ø 15,9 мм под развертывание;
- развертывание отверстия Ø 16 мм Н9;
- нарезание резьбы М16×2 в отверстии Ø 14 мм изделия.

Материал изделия — сталь 45, $\sigma_B = 680$ МПа.

Количество изделия — 50 шт.

Станок вертикально-сверлильный, модель 2Н118.

Паспортные данные станка 2Н118:

максимальный диаметр сверления отверстия— 18 мм;

частота вращения шпинделя (об/мин): 180, 250, 355, 500, 710, 1000, 1420, 2000, 2800;

подача (мм/об): 0,1, 0,14, 0,2, 0,28, 0,4, 0,56; мощность на шпинделе станка — 1,7 кВт.

1-й переход: сверление отверстия Ø 14,5 мм на глубину $l=30$ мм; сверло спиральное Ø 14,5 мм из стали Р6М5.

Выбор подачи. По нормативам определяем величину подачи при обработке стали с пределом прочности $\sigma_B = 680$ МПа.

При сверлении отверстия с припуском под последующую обработку устанавливается подача, равная 0,31—0,37. Принимаем ближайшее значение подачи по паспорту станка, равное 0,28 мм/об. Для диаметров отверстий 35—40 мм выбранные подачи проверяются по силе резания, допускаемой прочностью механизма подачи станка.

Определение скорости резания. По нормативам определяем скорость резания для стали 45 с пределом прочности $\sigma_B = 680$ МПа.

При сверлении отверстия Ø 14,5 мм на глубину $l=30$ мм сверлом из стали Р6М5 с подачей 0,28 мм/об величина скорости резания $v = 24$ м/мин.

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле $n = v * 1000 / (\pi * D) = 24 * 1000 / (3,14 * 14,5) = 527$ об/мин. Принимаем по паспорту станка ближайшее $n = 500$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания: $v = \pi D n / 1000 = 3,14 * 14,5 * 500 / 1000 = 22,7$ м/мин.

Проверка выбранного режима по мощности станка. По нормативам определяем мощность, необходимую для резания.

При обработке стали $\sigma_B = 680$ МПа сверлом Ø 14,5 мм с подачей $S = 0,28$ мм/об и со скоростью резания $v = 22,7$ м/мин мощность, необходимая для резания, $N = 1$ кВт.

Согласно паспортным данным мощность на шпинделе по приводу станка $N = 1,7$ кВт, т.е. по слабому звену станка в данном случае мощность не лимитирует режим резания. Следовательно, установленный на станке режим резания осуществим.

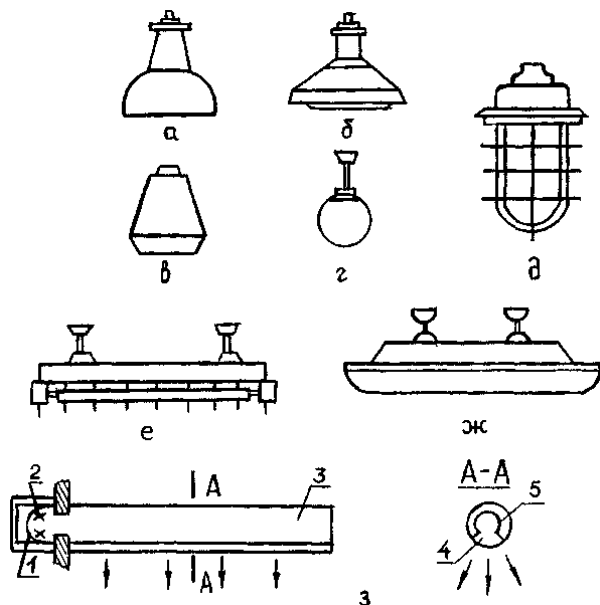
Задание

- 1) Выбрать скорость резания и подачу для обработки отверстия диаметром 15 мм в стали 20 на станке 2Н135А. Сверло из быстрорежущей стали. Работа без охлаждения.
- 2) Определить скорость резания, если сверло делает 500 об/мин, диаметр сверла 12 мм.
- 3) Подобрать режимы резания для сверления отверстий диаметром 8 мм
 - а) в партии деталей из стали марки 45, работа с охлаждением.
 - б) в деталях из чугуна, работа без охлаждения.

МДК.01.02. Организация работ по сборке, монтажу и ремонту электрооборудования промышленных предприятий

Практическая работа 1

Выбор светильников и пускорегулирующих аппаратов



Цель работы: ознакомиться с правилами выбора светильников и пускорегулирующих аппаратов для светильников.

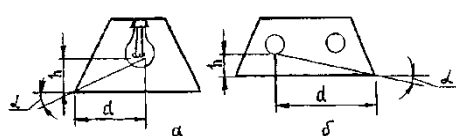
Теоретические основы

Источники света заключают в специальную арматуру, которая служит для перераспределения излучаемого источника светового потока в требуемом направлении с целью повышения экономичности осветительной установки; предохранения глаз работающих от действия источника света; защиты источника света от механических повреждений, воздействия окружающей среды; эстетического оформления помещений.

Совокупность источника света и арматуры

называют светильником. Применение источников света без арматуры не допускается. Слепящее действие светильника ограничивается его защитным углом (рис. 22).

Рис. 21. Типы светильников:



а — УПД «Универсаль»; б — УПМ-15 «Глубокоизлучатель»; в — НСП-07 «Люцетта»; г — ПО-02 «Молочный шар»; д — взрывобезопасный типа ВЗГ; е — типа ОД; ж — типа ПВЛ; з — щелевой световод: 1 — оптическая система; 2 — источник света; 3 — канал световода; 4 — щель; 5 — отражающее

покрытие

Рис. 22. Схема определения защитного угла светильника: а — светильник с лампой накаливания; б — светильник с люминесцентными лампами

Для местного освещения должны предусматриваться светильники с непросвечивающими отражателями, имеющими защитный угол не менее 30'. Допускается предусматривать светильники местного освещения с отражателями, имеющими защитный угол от 10 до 30 , при расположении их ниже уровня глаз работающего.

По принципу распределения светового потока в пространстве светильники подразделяют на пять классов: прямого света (световой поток, направленный в нижнюю сферу, составляют более 80%); преимущественно прямого света (60—80%); рассеянного света (40... 60%); преимущественно отраженного света (20—40%); отраженного света (менее 20%). Выбор светильников по светораспределению зависит главным образом от отражающих свойств стен, потолков и других окружающих поверхностей

Одним из основных условий при выборе типа светильника является учет условий окружающей среды. По конструктивному исполнению различают светильники открытые, защищенные, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащитные, взрывозащитные, взрывобезопасные. Несоответствие конструкции светильника условиям освещаемого помещения снижает надежность осветительной установки и может явиться причиной пожара или взрыва. Светильники типа ВЗГ (см. рис. 21, з) применяют во взрывоопасных помещениях. Их конструкция предусматривает локализацию взрыва внутри лампы. Для ламп накаливания используют светильники типа а, б, а для газоразрядных ламп типа е, ж (см. рис. 21).

Высокую освещенность и равномерное распределение светового потока обеспечивают щелевые световоды (см. рис. 21, з), представляющие собой полые цилиндрические трубы, внутренняя поверхность которых покрыта зеркально отражающим

пространством. Через светопропускную щель, расположенную обычно в нижней части, световой поток равномерно освещает окружающее пространство. Источником света служит мощная лампа накаливания или газоразрядная лампа, которая помещается в один или оба конца грубы. Эти светильники используются как в общественных зданиях, так и на взрывоопасных производствах. Источники света, применяемые для искусственного освещения, делятся на две группы — лампы накаливания и газоразрядные лампы.

В *лампах накаливания* видимое излучение получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити до температуры плавления. В газоразрядных лампах видимое излучение вызывается электрическим разрядом в атмосфере некоторых инертных газов и паров металлов и их смесей при различных давлениях и использованием в отдельных типах ламп люминофоров — специальных составов, которые преобразуют невидимое ультрафиолетовое излучение в видимый свет. Для источников света важное значение имеют такие показатели:

- **световая отдача** — величина, определяющая отношение излучаемого светового потока к потребляемой мощности (лм/Вт); характеризующая энергетическую экономичность источника света;
- **срок службы** лампы, в часах;
- **спектральный состав света** (цветность излучения) имеет решающее значение при выборе источника света в помещениях, где необходима правильная цветопередача при искусственном освещении.

К достоинствам ламп накаливания относятся удобство эксплуатации, простота изготовления, отсутствие дополнительных пусковых устройств для включения в сеть, надежность работы при колебаниях напряжения в сети и при различных состояниях окружающей среды, световой поток их к концу срока службы снижается незначительно (приблизительно на 15%). Их недостатками является сравнительно небольшой срок службы (до 2500 ч); относительно невысокая световая отдача (7... 22 лм/Вт); преобладание в спектре излучаемого света желто-красного излучения затрудняет различение оттенков цветов.

Лампы накаливания выпускаются на номинальное напряжение 127 и 220 В, мощностью от 15 до 1500 Вт. С увеличением мощности и уменьшением номинального напряжения увеличивается световая отдача ламп.

Наибольшими достоинствами обладают йодные и галогенные лампы накаливания. У йодных мощность достигает 2200 Вт, срок службы — 3000 ч, а световая отдача — 30 лм/Вт. Галогенные лампы накаливания имеют трубчатую форму с цилиндрическими, керамическими или ножевыми металлическими цоколями по концам и отличаются особой компактностью, более белым светом, улучшенной цветопередачей и вдвое большим сроком службы. Эти лампы при эксплуатации должны находиться только в горизонтальном положении (отклонение не более 4°).

Газоразрядные лампы имеют световые характеристики, полнее отвечающие гигиеническим требованиям, спектр их излучения близок к естественному, срок службы достигает 14000 ч, а световая отдача — 100 лм/Вт. От газоразрядных ламп можно получить световой поток в любой части спектра путем подбора инертных газов и паров металла, в атмосфере которых происходит разряд. К недостаткам необходимо отнести: пульсацию светового потока с частотой вдвое больше частоты питающего переменного тока, что может привести к появлению стробоскопического эффекта, заключающегося в искажении зрительного восприятия при кратности или совпадении частоты пульсации источника света (вместо изображения одного предмета видно изображение нескольких, искажаются направление и скорость движения; при работе на станках может возникнуть иллюзия неподвижности вращающихся частей, что может привести к травмированию работающего); длительный период разгорания; наличие специальных пускорегулирующих аппаратов для облегчения зажигания ламп и стабилизации их работы; колебания высокой частоты, создающие помехи радиоприему и точным электрическим измерениям; зависимость

работоспособности от температуры окружающей среды (рабочий диапазон температур 100... 30°C); повышенная чувствительность к снижению напряжения питающей сети; снижение к концу срока службы светового потока на 50% и более.

Наибольшее распространение среди газоразрядных ламп получили люминесцентные, низкого давления, мощностью 8... 150 Вт, имеющие цилиндрическую форму, разные по цветности излучения в зависимости от состава люминофора — лампы дневного света (ЛД), холодно-белого света (ЛХБ), белого света (ЛБ), темно-белого (ЛТБ), с улучшенной цветопередачей ЛДЦ и др. Лампа ЛДЦ создает освещенность, позволяющую различать оттенки цветов так же верно, как и при дневном, естественном свете.

К газоразрядным лампам высокого давления относятся: дуговые ртутные (ДРЛ), в спектре которых преобладают зеленые и голубые тона; металлогалогенные (ДРИ), имеющие повышенную светотдачу и улучшающую цветность излучения; дуговые ксеноновые и трубчатые лампы (ДКсТ), имеющие мощность от 2 до 100000 Вт и используемые в основном для наружного освещения в связи с опасностью ультрафиолетового облучения работающих; натриевые лампы (ДНаТ), используемые для наружного освещения, и др. Лампы ДРЛ, ДРИ, ДКсТ, ДНаТ имеют резьбовые цоколи, как и лампы накаливания. При освещении учебных помещений люминесцентными лампами рекомендуется применение светильников типа ШОД 2х40, ШОД 2х80, ШЛД 2х40, ШЛД 2х80, ЛСО 2х40. Для освещения классной доски применяются зеркальные светильники типа ШМЗ, ШКД или ЛПО 12х40.

В учебных мастерских устанавливаются пылевлагозащитные светильники ПВЛ 2х40, ЛСП 08, ЛППО-0-1. Светильники с люминесцентными лампами укомплектовываются пускорегулирующими аппаратами (ПРА или ВПП) с пониженным уровнем шума [8]. Высота подвески светильников должна быть не менее 2,5 м от уровня пола. При освещении лампами накаливания в школах рекомендуется использовать светильники рассеянного света преимущественно отраженного светораспределения: светильник кольцевой СК-300, кольцевой металлический КМО-300, полиэтиленовый кольцевой, рассеиватель металлический (ПКРМ) с лампами накаливания 300 Вт. В учебных мастерских, кроме общего освещения, должно быть оборудовано местное освещение у верстаков и станков с использованием светильника с эмалированным отражателем «Альфа» на гибком кронштейне и лампочке накаливания с напряжением 42 В.

Выбор светильников по их конструктивному исполнению

Конструктивное исполнение светильника в значительной степени определяется уровнем защиты его от воздействия окружающей среды.

От конструктивного исполнения светильников зависит их надежность и долговечность в данных условиях среды помещения, безопасность в отношении пожара, взрыва и поражения электрическим током, а также удобство обслуживания.

В нормальных сухих и влажных помещениях допускается применения всех типов незащищенных (IP20) светильников.

В сырых помещениях также допускается применение незащищенных (IP20) светильников, но при условии выполнения корпуса патрона из изоляционных и влагостойких материалов.

В особо сырых помещениях и в помещениях с химически активной средой рекомендуется применение светильников со степенью защиты не ниже IP22, в пыльных помещениях — не ниже IP44.

В жарких помещениях — не ниже IP20, причем в светильниках с люминесцентными лампами рекомендуется применение амальгамных ламп.

Выбор светильников по их светотехническим параметрам

Правильный выбор светильника по светораспределению обуславливает экономичное использование светового потока источника света, приводит к снижению установленной мощности осветительной установки. При равных условиях предпочтительнее выбирать

светильники с более высоким КПД, несмотря на их более высокую стоимость. Эти дополнительные затраты окупаются за счет экономии электроэнергии.

В производственных помещениях с низкими коэффициентами отражения стен, потолков целесообразно применение светильников прямого света класса П со светораспределением типа К (концентрированная) при высоких потолках (более 6-8 м), с меньшей высотой потолков – со светораспределением типа Д (косинусная), реже Г (глубокая). С увеличением высоты помещения применяемый светильник должен иметь большую степень концентрации светового потока (К, Г) и наоборот, в низких помещениях рекомендуется использовать светильники с более широким светораспределением (Д, Г).

При высоких отражающих свойствах стен и потолков производственных помещений (светлые потолки и стены) целесообразно применение светильников преимущественно прямого света класса Н.

При высоких отражающих свойствах пола или рабочих поверхностей преимущество получают светильники класса П, поскольку в этом случае за счет отражения в верхнюю полусферу попадает достаточно светового потока для создания приемлемого зрительного комфорта.

Светильники преимущественно прямого света класс П и рассеянного света класса Р с кривыми светораспределения Д (косинусная) и Л (полуширокая) целесообразно применять для освещения административных, учебных помещений, лабораторий и т.п.

Светильники классов В (преимущественно отраженного света) и О (отраженного света) применяют для создания архитектурного освещения производственных помещений, гражданских зданий. Для наружного освещения – светильники с кривой силы света Ш (широкая).

Учет при выборе светильников слепящего их действия осуществляется по показателю ослепленности, который нормируется и сравнивается с фактическим показателем ослепленности. На практике при проектировании осветительных установок в связи с трудностью расчета этого показателя эта характеристика учитывается косвенно минимально допустимой высотой подвеса светильников.

Пускорегулирующие устройства

Для работы газоразрядных ламп всех типов (металлогалогенных, люминесцентных и пр.) необходимы специальные пускорегулирующие устройства для ламп, представляющие собой специальные электротехнические устройства, которые служат для розжига ламп, поддержания их горения и стабилизации тока в сети питания. Такого вида устройства называются ПРА - пускорегулирующий аппарат, иногда называемый так же дроссель для ламп. Балласт для ламп или дроссель для ламп может иметь определенные различия в конструкции, в зависимости от принадлежности источника света к тому или иному типу. Существует два вида ПРА – электронный и электромагнитный пускорегулирующий аппарат (ЭПРА и ЭМПРА). Их качественно важным рабочим параметром является мощность потерь, которая вместе с мощностью ламп складывается в системную мощность.

Электромагнитные ПРА (ЭМПРА) – простое индуктивное сопротивление, которое состоит из железного сердечника, обвитого медной проволокой. Использование такого омического сопротивления приводит к высокой потере мощности и к большому выделению тепла. Например, системная мощность работающей с ЭПРА 26-ваттной компактной люминесцентной лампы составляет 32 Вт, т. е. мощность потерь составляет 6 Вт (23%). Различают следующие способы включения:

-Со стартером тлеющего разряда, без стартера, ПРА с ограничением температуры.

Использование ЭМПРА со светильником дает следующие преимущества:

- Более быстрый и равномерный запуск лампы
- Отсутствие видимого мерцания лампы.
- Не сокращается время работы лампы.
- Высокий КПД.



-Высокая степень защиты от поражения током

Коэффициент мощности – более 0,9 (обычный дроссель не больше 0,6).

Рис. 23. Электромагнитный ПРА

Основным преимуществом ЭМПРА является их низкая стоимость. Существенным недостатком ЭМПРА является их существенные габариты и вес, особенно если речь идет о применении их с люминесцентными лампами. Также существуют и другие:

-Довольно большие потери мощности: в ПРА для маломощных люминесцентных ламп эти потери соизмеримы с мощностью самих ламп.

-На промышленной частоте тока (50 Гц) световой поток пульсирует с частотой 100 Гц. Глаз не замечает этих пульсаций, но через подсознание они отрицательно влияют на наш организм. Кроме того, пульсации светового потока создают так называемый «стробоскопический эффект», когда предметы, вращающиеся с частотой пульсаций или кратной ей, кажутся неподвижными. Это может приводить к травматизму в цехах, оснащённых станками с такой частотой вращения обрабатываемых деталей или инструмента.

-Световой поток ламп не поддаётся управлению, что несколько ограничивает возможности создания комфортных осветительных установок.

-Часто дроссели «гудят», то есть создают неприятные акустические шумы.

Для преодоления этих недостатков применительно к люминесцентным лампам наиболее радикальным средством оказалось питание ламп током повышенной частоты. Для этого в качестве балласта последовательно с лампой включают сложное электронное устройство, преобразующее напряжение сети в другое напряжение с частотой, как правило, несколько десятков кГц и одновременно обеспечивающее зажигание ламп. Такие устройства получили название «электронные пускорегулирующие аппараты» (сокращённо ЭПРА).

Электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА) выполнены в виде электронного устройства для питания газоразрядных и люминесцентных ламп. Первые ЭПРА появились в 60-х годах прошлого века, однако широкое применение началось в конце 80-х – начале 90-х годов.

Использование ЭПРА даёт следующие преимущества:



- Защита от повреждения или отсутствия лампы.
- Автоматическое отключение в случае перегорания лампы.
- Защита от перегрузки.
- Отсутствие стробоскопического эффекта.
- Быстрый запуск без мерцания.
- Высокий световой КПД - не менее 80%.
- Увеличенный срок службы ламп до 50%.
- Не требуется стартер и компенсирующий конденсатор.
- Бесшумная работа.

-Незначительное тепловыделение и низкая мощность рассеивания.

-Наличие фильтра ЭМС.

-Уменьшается масса аппаратов и расход крайне дефицитных

Рис. 24. ЭПРА

материалов – меди и электротехнической стали.

- Кроме того, с внедрением ЭПРА появилась возможность создания систем управления освещением в помещениях, обеспечивающих наибольшую экономию электроэнергии и максимальный комфорт.

Задание

1. Выбрать тип светильника для кабинета черчения.

2. Выбрать тип светильника для электромонтажной мастерской.

Критерии выбора:

- уровень загрязнённости воздушной среды,

- соответствие требованиям взрыво- и пожаробезопасности,
 - соответствие требованиям к распределению яркости в поле зрения.
3. Выбрать пускорегулирующие аппараты для светильников.

Практическая работа 2

Схемы питания и распределительные устройства осветительных установок. Схемы управления освещением

Цель работы: ознакомиться со схемами питания и распределительными устройствами осветительных установок. Научиться анализировать схемы управления освещением.

Теоретические основы

Питание электрического освещения осуществляется, как правило, совместно с силовыми электроприемниками от общих трехфазных силовых трансформаторов с глухозаземленной нейтралью и номинальным напряжением на низкой стороне равным 400/230 В. Номинальное напряжение в таких сетях составляет 380/220 В.

Сети электрического освещения подразделяются на питающие, распределительные и групповые.

Питающая осветительная сеть – сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до вводного устройства (ВУ), вводно-распределительного устройства (ВРУ), главного распределительного щита (ГРЩ).

Распределительная сеть – сеть от ВУ, ВРУ, ГРЩ до распределительных пунктов, щитков и пунктов питания освещения.

Групповая сеть – сеть от щитков до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников.

Вводное устройство (ВУ) – совокупность конструкций, аппаратов и приборов, установленных на вводе питающей линии в здание или его обособленную часть.

Вводно-распределительное устройство (ВРУ) – вводное устройство, включающее в себя также аппараты и приборы отходящих линий.

Главный распределительный щит (ГРЩ) – распределительный щит, через который снабжается электроэнергией все здание или его обособленная часть.

Групповой щиток – устройство, в котором установлены аппараты защиты и коммутационные аппараты (или только аппараты защиты) для отдельных групп светильников, штепсельных розеток и стационарных электроприемников.

Для питания осветительных приборов общего внутреннего и наружного освещения, как правило, должно применяться напряжение не выше 220 В переменного и постоянного тока.

Питание осветительных приборов ремонтного и местного освещения с лампами накаливания должно производиться на безопасном напряжении (не выше 50 В) от понижающих трансформаторов с электрически раздельными обмотками высокого и низкого напряжения или автономных источников питания. В целях электробезопасности один из выводов или нейтраль обмотки низшего напряжения трансформатора должны быть заземлены или занулены.

При наличии особо неблагоприятных условий, а именно когда опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, соприкосновением с большими металлическими, хорошо заземленными поверхностями (например работа в емкостях, котлах), и в наружных установках для питания ручных светильников должно применяться напряжение не выше 12 В.

Светильники рабочего освещения и светильники освещения безопасности в производственных и общественных зданиях и на открытых пространствах должны питаться от независимых источников.

Светильники и световые указатели эвакуационного освещения в производственных зданиях с естественным освещением, в общественных и жилых зданиях могут быть присоединены к сети, не связанной с сетью рабочего освещения, начиная от щита подстанций (распределительного пункта освещения) или, при наличии только одного ввода, начиная от вводного распределительного устройства.

Разрешается питание освещения безопасности и эвакуационного освещения от общих щитков освещения.

Питающие сети для осветительной установки и силового электрооборудования рекомендуется выполнять отдельными линиями. В начале каждой питающей линии устанавливаются аппараты защиты и отключения. В начале групповой линии обязательно устанавливается аппарат защиты, а отключающий аппарат может не устанавливаться при наличии таких аппаратов по длине линии.

При питании внутреннего освещения от КТП нецелесообразно использовать мощные линейные автоматические выключатели для защиты линий питающей сети, так как их номинальные данные могут быть значительно выше мощности линий. Поэтому вблизи КТП устанавливаются магистральные щитки с автоматическими выключателями, от которых питаются групповые щитки.

Схемы питания электрического освещения должны обеспечивать: необходимую степень надежности электроснабжения; безопасность, простоту, удобство эксплуатации и управления; экономичность осветительной установки.

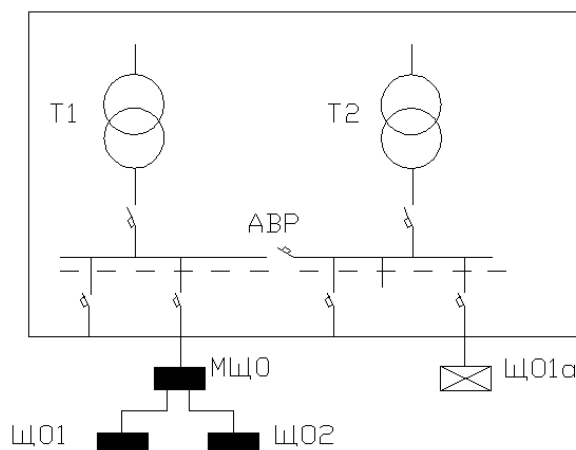


Рис. 25. Схема питания электрического освещения от двухтрансформаторной подстанции.

Щитки рабочего и аварийного освещения подключаются от разных трансформаторов.

Схемы управления освещением

Управление освещением кнопочными постами

При больших мощностях осветительных установок для включения светильников используют магнитные пускатели (контакторы). Если предполагается управлять освещением из нескольких мест, то удобным техническим решением является использование кнопочных постов управления (ПУ), содержащих две кнопки без фиксации – одну для включения осветительной группы, другую для ее выключения.

Простейшая схема управления магнитным пускателем при помощи кнопочного поста показана на рис.26. Для включения освещения используется кнопка SB1 с нормально разомкнутым контактом (при неработающей электроустановке и отсутствии напряжения контакт разомкнут). А для выключения освещения используют нормально замкнутый контакт кнопки SB2.

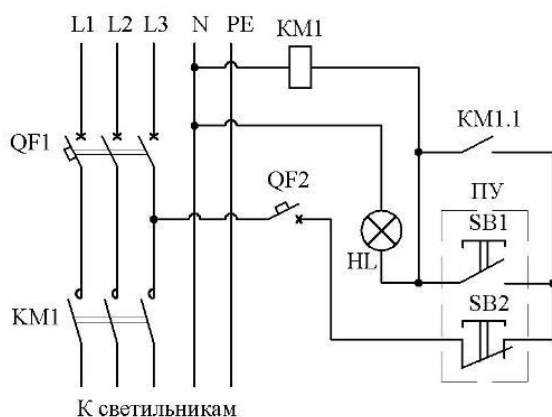


Рис.26. Схема управления магнитным пускателем

В этой схеме при замыкании нормально разомкнутого контакта кнопки SB1 напряжение подается на управляющую катушку пускателя и он срабатывает. После чего кнопка возвращается в исходное состояние. Но, магнитный пускатель останется включенным, так как его катушка будет находиться под напряжением через вспомогательный контакт самоблокировки KM1.1, который подключен параллельно контакту кнопки SB1. Для выключения светильников необходимо кратковременно нажать на кнопку SB2, (разомкнуть ее контакт). Автоматический выключатель QF1 защищает групповую линию со светильниками, которая подключается к сети через главные контакты KM1. Выключатель QF2 защищает цепь катушки пускателя. Сигнальная лампа HL подсвечивает кнопку SB1, когда пускатель включен. Используют кнопочные посты с подсветкой кнопок в тех случаях, когда светильники находятся на значительном удалении и не видны с того места, где установлен пост управления.

Для управления группой светильников из разных мест используют несколько кнопочных постов, у которых кнопки SB1 подключены параллельно, а кнопки SB2 – последовательно. В этом случае при нажатии на любую кнопку SB1 магнитный пускатель сработает и включит осветительную группу. А при нажатии на любую кнопку SB2 ток в цепи управляющей катушки пускателя прервется и магнитный пускатель перейдет в исходной положение.

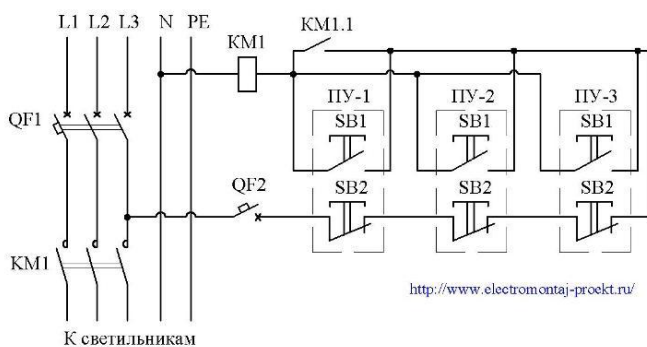
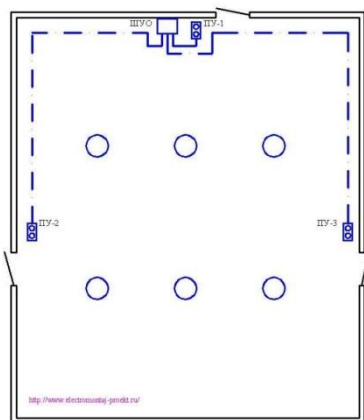


Рис.27. Управление освещением из трех мест кнопочными постами

Одна из таких схем, обеспечивающих управление освещением из трех мест, показана на Рис.27. Здесь использовано три поста управления (ПУ), которые устанавливают в требуемых местах. Количество постов управления может быть практически любым. Для подключения кнопок преимущественно используют контрольные кабели. Недопустимо использовать кабели, в которых жилы с синей (или голубой) изоляцией и изоляцией с желто-зелеными полосами будут использоваться как фазные проводники. Если предполагается использование подсветки кнопок, то в контрольном кабеле нулевой проводник помечают синей изоляцией (при отсутствии проводника с синей изоляцией). Для кнопочных постов в металлическом корпусе, имеющих клемму для подключения проводника PE в контрольном кабеле должен быть предусмотрен отдельный проводник.



В системах аварийного освещения контрольные кабели, используемые для подключения постов управления должны иметь исполнение по пожарной безопасности по ГОСТ 31565-2012, аналогичное исполнению кабелей, используемых для подключения светильников.

На Рис.28 показан план помещения с установленными постами управления. Схема управления содержит шкаф управления освещением ШУО и три поста управления, расположенные вблизи входных дверей.

Рис. 28. Расстановка постов управления в помещении

Удобнее схему подключения светильников и схему управления освещением показывать на разных листах. Особенно если в помещении несколько групп светильников рабочего и аварийного освещения. Это позволяет «разгрузить» чертежи от большого количества кабелей. Схема управления, показанная на Рис.28 выполнена как иллюстрация в упрощенном варианте, на ней не отображены номера групп, типы и сечения контрольного кабеля, но в рабочей документации эти обозначения на схемах всегда следует показывать. На схеме управления сами светильники можно не отображать.

Если в осветительной установке присутствуют однофазные группы светильников, то используют однофазные магнитные пускатели (контакторы).

Задание

1. Начертить схему управления освещением магнитным пускателем. Объяснить работу схемы.
2. Начертить схему управления освещением из трех мест кнопочными постами. Объяснить работу схемы.

Практическая работа 3-4

Выполнение примеров планов трасс кабелей Заполнение кабельного журнала

Цель работы: ознакомиться с правилами выполнения планов трасс кабелей и заполнения кабельного журнала.

Теоретические основы

Полоса, вдоль которой прокладывают магистраль, называется трассой. Определять участок, по которому будет она проходить, следует с точки зрения материалоемкости и трудоемкости. Также есть некоторые ограничения по монтажу кабельных линий в черте города: с ними следует согласовывать проект трассы. Следует принимать во внимание объем работ, который потребуется для реализации проекта и дальнейшего обслуживания линии в процессе эксплуатации. Выбор трассы делают, исходя из соображений:

- Наименьшей возможной продолжительности трассы,
- Минимального количества пересечений с другими коммуникациями, дорогами, водоемами и прочими естественными препятствиями,
- Использования самых меньших усилий тяжения при прокладке кабеля,
- Возможности реализации проекта с наибольшими строительными длинами,
- Сокращения количества поворотов трассы и уменьшения размеров этих углов,
- Минимального числа неучтенных коммуникаций по магистрали.

При выполнении чертежей прокладки кабелей методом трасс выполняют кабельный журнал по форме 7. В графе «Участок трассы кабеля» указывают обозначения участков трассы по плану прокладки электрических сетей.

[illegible]

1. Выполнить план прокладки трассы кабелей (рис.)
2. Заполнить кабельный журнал.



Рис. 29 Пример выполнения плана

Таблица 17. Форма 7 — Кабельный журнал для прокладки методом трасс

Обозначение кабеля, провода	Трасса		Участок трассы кабеля, провода	Кабель, провод						8
	Начало	Конец		по проекту			проложен			8
				Марка	Кол., число и сечение жил	Дли на, м	Марка	Кол., число и сечение жил	Дли на, м	20
25	60	60	110	20	35	15	20	35	15	
287										

Практическая работа 6

Составление дефектных ведомостей на ремонт воздушных линий.

Цель работы: ознакомиться с правилами составления дефектных ведомостей на ремонт воздушных линий

Теоретические основы

Дефектная ведомость относится к первичной документации и фиксирует изъяны, поломки, всевозможный брак оборудования, устройств, материалов, используемых в деятельности предприятия. Для того, чтобы провести их ремонт и восстановление по всем правилам нужно соблюсти определенную процедуру, частью которой является составление дефектной ведомости. Документ носит сопроводительный характер при выявлении различного рода дефектов. В него вписываются: наименование и тип оборудования или материалов, найденные повреждения, пути их устранения.

Характерные неисправности на ВЛ

Неисправности опор и фундаментов:
 деформация отдельных частей опоры, отсутствие соосности стоек и подножников у опор с оттяжками;
 заглубление фундаментов опор, стоек железобетонных опор или приставок деревянных опор менее предусмотренного проектом;
 отсутствие или неправильная установка ригелей, предусмотренных проектом;
 неудовлетворительная трамбовка грунта при установке опор;
 оседание или вспучивание грунта вокруг фундамента, оседание или выдавливание фундамента;
 трещины и повреждения приставок, фундаментов, опор;
 отсутствие лестниц для подъема на фундамент переходных опор ВЛ, через водные преграды;
 неплотное прилегание пяты опоры к поверхности фундамента, несоответствие диаметров гаек диаметрам анкерных болтов, приварка анкерных болтов к пяте опоры вместо крепления гайками, отсутствие гаек на анкерных болтах; отсутствие деталей на металлических опорах;
 коррозия деталей опоры и металлических подножников, дефекты заклепочных и болтовых соединений;

деформация элементов опоры и дефекты сварных швов;
неисправности крепления деталей деревянных опор;
отсутствие болтов и гаек, недостаточная длина нарезки болтов, обрыв или ослабление проволочных бандажей, отсутствие шпонок и клиньев, ослабление болтовых соединений, некачественное крепление кронштейнов;
загнивание деталей опор;
обгорание и расщепление деталей опор;
отсутствие защиты фундамента от песковыводуания и от действия агрессивных вод;
отсутствие бетонирования анкерных колодцев на монолитных бетонных фундаментах;
ослабление и повреждение оттяжек опор, внутренних связей железобетонных опор, нарушение креплений оттяжек к опоре и к фундаментам, неисправность устройств регулирования длины оттяжек;
наличие на опорах птичьих гнезд и других посторонних предметов.

Неисправности на проводах, грозозащитных тросах и контактных соединениях:
наличие набросов, оборванных (лопнувших) или перегоревших проволок, следов перекрытия, оплавления или вспучивания верхнего повива («фонари»);
разрегулировка проводов фаз, разрегулировка проводов в одной расщепленной фазе;
изменение стрел провеса и расстояний от проводов ВЛ до земли, до пересекаемых объектов, между фазами до значений, отличных от допустимых;
наличие коррозии проводов и тросов;
повреждения проводов и тросов у зажимов, дистанционных распорок, гасителей пляски и под защитными муфтами в роликовых подвесах на переходах ВЛ через водные преграды;
отсутствие гасителей вибрации, гасителей пляски, предусмотренных проектом ВЛ, или их смещение от места установки;
неисправности в креплениях и соединениях проводов и тросов: образование трещин в корпусе зажима или соединителя, отсутствие болтов и шайб, отвинчивание гаек, отсутствие или выползание шплинтов, неправильный монтаж зажимов или соединений, следы перегрева контакта зажима (соединителя), вытяжка провода из зажима или соединителя, приближение петли к элементам анкерных и угловых опор, значительная изогнутость петли, ослабление крепления (вязки) провода к штыревым изоляторам, проскальзывание провода в вязке, дефекты сварки, наличие нестандартных зажимов.

Неисправности в подвесках и арматуре: механические повреждения фарфора или стекла изоляторов (скол части тарелок изолятора, появление трещин);
следы перекрытия гирлянд и отдельных изоляторов (повреждение глазури, разрушение фарфора, стекла, следы оплавлений на армировке изоляторов и арматуре гирлянд);
наличие дефектных (негодных) изоляторов;
загрязненность изоляторов, вызывающая при сырой погоде сильное коронирование;
отклонение изолирующих поддерживающих подвесок от проектного положения сверх допустимого значения;
неправильная насадка штыревых изоляторов на штыри, крюки;
выползание стержня из головки изолятора, наличие погнутой стержней изоляторов, наличие трещины на шапке изолятора;
отсутствие гаек, замков или шплинтов;
коррозия арматуры и шапок изоляторов;
трещины в арматуре, перетирание или деформация отдельных деталей арматуры;
повреждение защитных рогов и колец, координирующих промежутков, изменение расстояния между рогами до значения, меньшего или большего допустимого;
разгибание штырей и крюков (для крепления штыревых изоляторов), наличие трещин в них;

разрушение защитных муфт на проводах (тросах) в роликовых подвесках на переходах ВЛ через водные преграды.

Неисправности заземляющих устройств: повреждения или обрывы заземляющих спусков на опоре и у земли;
неудовлетворительный контакт в болтовых соединениях грозозащитного троса с заземляющими спусками или телом опоры;
неудовлетворительный контакт соединения заземлителя с телом опоры (арматурой железобетонной опоры);
превышение сверх допустимого значения сопротивления заземления опоры;
отсутствие скоб, прикрепляющих заземляющие спуски к опоре;
разрушение коррозией контура заземляющего устройства;
выступление заземлителей над поверхностью земли;
дефекты в установке трубчатых разрядников на опорах, несоответствие значения внешнего искрового промежутка заданному, плохое закрепление рогов разрядников, неправильная установка разрядника (возможность попадания влаги внутрь разрядника, неправильное расположение зон срабатывания разрядников, загрязнения, трещины и другие повреждения лакового покрытия разрядников, смещение разрядника от проектного положения, отсутствие или неисправность указателей срабатывания разрядника, наличие оплавлений на электродах внешнего искрового промежутка разрядника.

Задание.

1. Выбрать по три неисправности

- опор и фундаментов,
- на проводах, грозозащитных тросах и контактных соединениях,
- в подвесках и арматуре,
- заземляющих устройств.

2. Составить дефектную ведомость на ремонт воздушной линии

Таблица 18

№п/п	Элемент воздушной линии	Наименование дефекта	Виды работ по устранению дефекта	Срок устранения

Практическая работа 7-8

Изучение неисправностей и способов их устранения в асинхронных двигателях

Цель работы: изучить неисправности в асинхронных двигателях и способы их устранения.

Теоретические основы

Методы диагностики неисправностей асинхронных электродвигателей

Двигатель при пуске не разворачивается или скорость его вращения ненормальная. Причиной указанной неисправности могут быть механические и электрические неполадки.

К электрическим неполадкам относятся: внутренние обрывы в обмотке статора или ротора, обрыв в питающей сети, нарушения нормальных соединений в пусковой аппаратуре. При обрыве обмотки статора в нем не будет создаваться вращающееся магнитное поле, а при обрыве в двух фазах ротора в обмотке последнего не будет тока, взаимодействующего с вращающимся полем статора, и двигатель не сможет работать. Если обрыв обмотки произошел во время работы двигателя, он может продолжать

работать с номинальным вращающим моментом, но скорость вращения сильно понизится, а сила тока настолько увеличится, что при отсутствии максимальной защиты может перегореть обмотка статора или ротора.

В случае соединения обмоток двигателя в треугольник и обрыва одной из его фаз двигатель начнет разворачиваться, так как его обмотки окажутся соединенными в открытый треугольник, при котором образуется вращающееся магнитное поле, сила тока в фазах будет неравномерной, а скорость вращения — ниже номинальной. При этой неисправности ток в одной из фаз в случае номинальной нагрузки двигателя будет в 1,73 раза больше, чем в двух других. Когда у двигателя выведены все шесть концов его обмоток, обрыв в фазах определяют мегаомметром. Обмотку разъединяют и измеряют сопротивление каждой фазы.

Скорость вращения двигателя при полной нагрузке ниже номинальной может быть из-за пониженного напряжения сети, плохих контактов в обмотке ротора, а также из-за большого сопротивления в цепи ротора у двигателя с фазным ротором. При большом сопротивлении в цепи ротора возрастает скольжение двигателя и уменьшается скорость его вращения.

Сопротивление в цепи ротора увеличивают плохие контакты в щеточном устройстве ротора, пусковом реостате, соединениях обмотки с контактными кольцами, пайках лобовых частей обмотки, а также недостаточное сечение кабелей и проводов между контактными кольцами и пусковым реостатом.

Плохие контакты в обмотке ротора можно выявить, если в статор двигателя подать напряжение, равное 20—25% номинального. Заторможенный ротор медленно поворачивают вручную и проверяют силу тока во всех трех фазах статора. Если ротор исправен, то при всех его положениях сила тока в статоре одинакова, а при обрыве или плохом контакте будет изменяться в зависимости от положения ротора.

Плохие контакты в пайках лобовых частей обмотки фазного ротора определяют методом падения напряжения. Метод основан на увеличении падения напряжения в местах недоброкачественной пайки. При этом замеряют величины падения напряжения во всех местах соединений, после чего результаты измерений сравнивают. Пайки считаются удовлетворительными, если падение напряжения в них превышает падение напряжения в пайках с минимальными показателями не более чем на 10%.

У роторов с глубокими пазами может также происходить разрыв стержней из-за механических перенапряжений материала. Разрыв стержней в пазовой части короткозамкнутого ротора определяют следующим образом. Ротор выдвигают из статора и в зазор между ними забивают несколько деревянных клиньев, чтобы ротор не мог повернуться. К статору подводят пониженное напряжение не более 0,25 Уном. На каждый паз выступающей части ротора поочередно накладывают стальную пластину, которая должна перекрывать два зубца ротора. Если стержни целые, пластина будет притягиваться к ротору и дребезжать. При наличии разрыва притяжение и дребезжание пластины исчезают.

Двигатель разворачивается при разомкнутой цепи фазного ротора. Причина неисправности — короткое замыкание в обмотке ротора. При включении двигатель медленно разворачивается, а его обмотки сильно нагреваются, так как в замкнутых накоротко витках вращающимся полем статора наводится ток большой величины. Короткие замыкания возникают между хомутиками лобовых частей, а также между стержнями при пробое или ослаблении изоляции в обмотке ротора.

Это повреждение определяют тщательным внешним осмотром и измерением сопротивления изоляции обмотки ротора. Если при осмотре не удастся обнаружить повреждение, то его определяют по неравномерному нагреву обмотки ротора на ощупь, для чего ротор затормаживают, а к статору подводят пониженное напряжение.

Равномерный нагрев всего двигателя выше допустимой нормы может получиться в результате длительной перегрузки и ухудшения условий охлаждения. Повышенный нагрев вызывает преждевременный износ изоляции обмоток.

Местный нагрев обмотки статора, который обычно сопровождается сильным гудением, уменьшением скорости вращения двигателя и неравномерными токами в его фазах, а также запахом перегретой изоляции. Эта неисправность может возникнуть в результате неправильного соединения между собой катушек в одной из фаз, замыкания обмотки на корпус в двух местах, замыкания между двумя фазами, короткого замыкания между витками в одной из фаз обмотки статора.

При замыканиях в обмотках двигателя вращающимся магнитным полем в короткозамкнутом контуре будет наводиться э. д. с, которая создаст ток большой величины, зависящий от сопротивления замкнутого контура. Поврежденная обмотка может быть найдена по величине измеренного сопротивления, при этом поврежденная фаза будет иметь меньшее сопротивление, чем исправные. Сопротивление измеряют мостом или методом амперметра — вольтметра. Поврежденную фазу можно также определить методом измерения тока в фазах, если к двигателю подвести пониженное напряжение.

При соединении обмоток в звезду ток в поврежденной фазе будет больше, чем в других. Если обмотки соединены в треугольник, линейный ток в двух проводах, к которым присоединена поврежденная фаза, будет больше, чем в третьем проводе. При определении указанного повреждения у двигателя с короткозамкнутым ротором последний может быть заторможенным или вращаться, а у двигателей с фазным ротором обмотка ротора может быть разомкнута. Поврежденные катушки определяют по падению напряжения на их концах: на поврежденных катушках падение напряжения будет меньше, чем на исправных.

Местный нагрев активной стали статора происходит из-за выгорания и оплавления стали при коротких замыканиях в обмотке статора, а также при замыкании листов стали вследствие задевания ротора о статор во время работы двигателя или вследствие разрушения изоляции между отдельными листами стали. Признаками задевания ротора о статор являются дым, искры и запах гари; активная сталь в местах задевания приобретает вид полированной поверхности; появляется гудение, сопровождающееся вибрацией двигателя. Причиной задевания служит нарушение нормального зазора между ротором и статором в результате износа подшипников, неправильной их установки, большого изгиба вала, деформации стали статора или ротора, одностороннего притяжения ротора к статору из-за витковых замыканий в обмотке статора, сильной вибрации ротора, который определяют щупом.

Ненормальный шум в двигателе. Нормально работающий двигатель издает равномерное гудение, которое характерно для всех машин переменного тока. Возрастание гудения и появление в двигателе ненормальных шумов могут явиться следствием ослабления запрессовки активной стали, пакеты которой будут периодически сжиматься и ослабляться под воздействием магнитного потока. Для устранения дефекта необходимо перепрессовать пакеты стали. Сильное гудение и шумы в машине могут быть также результатом неравномерности зазора между ротором и статором.

Повреждения изоляции обмоток могут произойти от длительного перегрева двигателя, увлажнения и загрязнения обмоток, попадания на них металлической пыли, стружек, а также в результате естественного старения изоляции. Повреждения изоляции могут вызвать замыкания между фазами и витками отдельных катушек обмоток, а также замыкание обмоток на корпус двигателя.

Увлажнение обмоток происходит в случае длительных перерывов в работе двигателя, при непосредственном попадании в него воды или пара в результате хранения двигателя в сыром неотопляемом помещении и т. д.

Металлическая пыль, попавшая внутрь машины, создает токопроводящие мостики, которые постепенно могут вызвать замыкания между фазами обмоток и на корпус.

Необходимо строго соблюдать сроки осмотров и планово-предупредительных ремонтов двигателей.

Сопротивление изоляции обмоток двигателя напряжением до 1000 В не нормируется, изоляция считается удовлетворительной при сопротивлении 1000 Ом на 1 В номинального напряжения, но не менее 0,5 Мом при рабочей температуре обмоток.

Замыкание обмотки на корпус двигателя обнаруживают мегаомметром, а место замыкания — способом «прожигания» обмотки или методом питания ее постоянным током. Способ «прожигания» заключается в том, что один конец поврежденной фазы обмотки присоединяют к сети, а другой — к корпусу. При прохождении тока в месте замыкания обмотки на корпус образуется «прожог», появляются дым и запах горелой изоляции. Двигатель не идет в ход в результате перегорания предохранителей в обмотке якоря, обрыва обмотки сопротивления в пусковом реостате или нарушения контакта в подводящих проводах. Обрыв обмотки сопротивления в пусковом реостате обнаруживают контрольной лампой или мегомметром.

Задание

Заполнить таблицу «Основные неисправности асинхронного двигателя и методы их устранения»

Таблица 19

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения неисправности

Практическая работа 9-10

Изучение неисправностей и способов их устранения в силовых трансформаторах

Цель работы: изучить неисправности в силовых трансформаторах и способы их устранения.

Теоретические основы

Характерные неисправности трансформаторов и способы их устранения.

1. **«Старение» межлистовой изоляции магнитопровода**, отдельные местные повреждения ее, замыкание отдельных листов. Признаки повреждения — увеличение тока и потерь холостого хода, быстрое ухудшение состояния масла, понижение его температуры вспышки, повышение кислотности масла и понижение пробивного напряжения.

2. **«Пожар» стали, повреждение изоляции стяжных болтов, замыкание листов магнитопровода**, касание в двух местах магнитопровода каких-нибудь металлических частей, в результате чего образуются замкнутые контуры для вихревых потоков. Признаки повреждения — повышение температуры трансформатора, появление газа черного или бурого цвета в газовом реле, воспламеняющегося при поджоге, Масло меняет цвет, становится темным и имеет резкий специфический запах вследствие разложения (крекинг-процесс).

3. **Ослабление прессовки магнитопровода**, свободное колебание крепящих деталей, колебание крайних листов магнитопровода. Признаки повреждения — ненормальное гудение, дребезжание, жужжание. Эти же признаки могут быть и следствием повышения против нормального первичного напряжения.

4. **«Старение» и износ изоляции**. Износ изоляции может произойти из-за длительной эксплуатации трансформатора, однако наблюдается и преждевременный износ, который

является результатом частых перегрузок или недостаточно интенсивного охлаждения при номинальной нагрузке. Ухудшение условий охлаждения может произойти из-за осадков шлама на обмотки, загрязнения междуобмоточных промежутков и при “старении” масла.

В практике принято следующее разделение изоляции по классам годности:

1-й класс — изоляция эластичная, мягкая, не дает трещин и деформаций; такая изоляция считается хорошей;

2-й класс — изоляция твердая, прочная, без трещин, не дает трещин и деформаций при нажатии рукой и с трудом отделяется с помощью ножа; такое состояние изоляции считается удовлетворительным;

3-й класс — изоляция хрупкая, при нажатии или постукивании расслаивается или появляются мелкие трещины и деформации;

4-й класс — изоляция имеет трещины, при нажатии рукой осыпается, замечаются оголенные участки; изоляция считается плохой, и требуется смена обмоток.

Для определения прочности изоляционных прокладок в ремонтной практике проверка состояния электрокартона производится на образцах, вырезанных из изоляции различных частей трансформаторов. Вырезанную полоску электрокартона сгибают пальцами под прямым углом или складывают вдвое без сдавливания листа сгиба. Если при полном сгибе вдвое электрокартон не ломается, изоляция считается хорошей, если при полном сгибе ломается, то удовлетворительной, т. е. ограниченно годной, а если картон ломается еще при сгибе до прямого угла, то негодной.

5. Витковое замыкание в обмотках. Такое замыкание возникает при разрушении изоляции обмотки вследствие ее износа, деформация обмоток при КЗ, толчка нагрузки, различного рода перенапряжениях в аварийных режимах, снижениях уровня масла до обнажения обмоток и в других случаях. Признаки повреждения — работа газовой защиты на отключение трансформатора с выделением горючего газа бело-серого или синеватого цвета; не- нормальный нагрев трансформатора с характерным бульканьем, неодинаковое сопротивление обмоток фаз при измерении их постоянным током. При значительных витковых замыканиях приводится в действие максимальная защита.

б. Обрыв обмотки, возникающий при сгорании выходных концов вследствие термического действия и электромеханических усилий токов короткого замыкания, плохой пайки проводников, выгорании части витков при витковых замыканиях. Признаки повреждения — работа газовой защиты вследствие образования дуги в месте обрыва.

7. Пробой и перекрытие внутренней и внешней изоляции трансформатора. Причинами перекрытия могут являться значительный износ изоляции, появление в ней трещин, в которые попадает грязь и сырость, а также атмосферные и коммутационные перенапряжения.

Рассмотрим более подробно возможные неисправности силовых трансформаторов.

Трансформаторы отечественного производства просты по конструкции, надежны и удобны в эксплуатации. Случаи повреждения трансформаторов вызваны: нарушением действующих правил эксплуатации, аварийными и ненормированными режимами работы, старением изоляции обмоток, некачественной сборкой на заводе или при монтаже и ремонте. Опыт монтажа и ремонта трансформаторов показывает, что две трети повреждений возникает в результате неудовлетворительного ремонта, монтажа и эксплуатации и одна треть — вследствие заводских дефектов. Основные повреждения приходится на обмотки, отводы, выводы и переключатели (около 84 %).

Наиболее серьезная **неисправность трансформаторов возникает при повреждении магнитопроводов (“пожар стали”)**, вследствие нарушения изоляции между отдельными листами стали и стягивающими их болтами. В стыковых магнитопроводах причиной аварий бывает нарушение изоляции в стыках между ярмом и стержнями. Местные нагревы стали магнитопровода возникают в результате разрушения или износа изоляции стяжных болтов, повреждения междулистовой изоляции и плохого контакта электрических соединений.

Междувитковые замыкания в обмотках и секционные пробой и замыкания возникают при толчкообразных нагрузках или коротких замыканиях и в результате деформации секций от механических усилий при токах короткого замыкания и при повреждении изоляции трансформации от атмосферных перенапряжений. Обрывы заземления магнитопрода также приводят к повреждению трансформатора, поэтому все металлические части магнитопровода, кроме стяжных шпилек, соединяют с баком трансформатора, который надежно заземлен полоской луженой жести или латуни толщиной 0,5 мм и шириной 25—30 мм. Способы заземления магнитопровода зависят от его конструкции. Это соединение может быть выполнено перемычкой между вертикальным прессующим болтом и болтом, крепящим крышку к баку трансформатора. При ремонте трансформатора следят за исправностью описанного заземления.

Обмотки — наиболее уязвимая часть трансформаторов, часто выходящая из строя. Наиболее распространенные повреждения обмотки — замыкания между нитками и на корпус, междусекционные пробой, электродинамические разрушения, обрыв цепи. Перечисленные повреждения происходят в результате естественного износа изоляции, нарушения ее механической прочности при сроке работы выше 15 лет. Изоляция разрушается также при длительных перегрузках трансформатора, сопровождаемых перегревом обмоток (около 105 °С).

При сквозных токах КЗ вследствие динамических усилий наблюдается деформация обмоток, сдвиг их в осевом направлении и, как правило, механическое разрушение изоляции. Отгорание выводных концов, электродинамические усилия, небрежное соединение концов вызывают обрыв цепи обмоток, замыкание их на корпус или пробой с выходом трансформатора из строя.

При эксплуатации могут наблюдаться потрескивания внутри трансформатора, свидетельствующие о том, что между обмотками или их ответвлениями и корпусом происходят разряды (обмотки и металлические части магнитопроводов в трансформаторах представляют собой обкладки конденсатора). Это явление возникает в результате замыканий обмоток или ответвлений на корпус трансформатора при перенапряжениях или обрыве сети заземления. В этом случае трансформатор должен быть немедленно отключен, после чего газ необходимо проверить на горючесть и отобрать пробу газа для проведения химического анализа.

Основные неисправности выводов трансформаторов: трещины, сколы и разрушения изоляторов в результате атмосферных перенапряжений, наброса металлических предметов или попадания животных на трансформатор, что приводит к междупазному короткому замыканию на выводах, загрязнения изоляторов, некачественная армировка и уплотнение, срыв резьбы стержня при неправильном навинчивании и затягивании гайки. Наиболее характерные повреждения выводов — течь масла между фланцем вывода и крышкой, в армировке или в месте выхода стержня. Фланец представляет собой чугунную обойму и предназначен для крепления фарфорового вывода (изолятора) на крышке трансформатора, фарфоровый изолятор армирован во фланце армировочной замазкой, фланец закрепляется на крышке трансформатора болтами. Между фланцем и крышкой плотно уложена резиновая прокладка, на которую следует обратить внимание при ремонте.

Наиболее частые повреждения переключателей — оплавление или полное выгорание контактных поверхностей, вызываемое термическим действием токов короткого замыкания при недостаточном давлении (нажатии) подвижных контактов на неподвижные или при неполном их соприкосновении между собой.

Нарушение прочности сварных швов и недостаточная плотность прокладки между баком и крышкой вызывает течь масла из бака. Устраняют течь масла сваркой, а небольшие волосяные трещины ликвидируют чеканкой. Материалом для покрышечного уплотнения служит маслоупорная резина (марок С-90 и М-14) и пробковая прокладка; в отдельных случаях применяют картон неэлектрический, хлопчатобумажную или пеньковую веревку,

асбестовый шнур. Прокладка из листового материала (клингерита, резины и пробкового листа) состоит из отдельных частей, которые соединены клеем или лаком.

Аварии, связанные с пожаром трансформаторов. При грозовом разряде и перекрытии ввода трансформатора может возникнуть пожар трансформатора. Масло, вытекающее под давлением, загорается.

При возникновении пожара трансформатора необходимо снять с него напряжение (если он не отключился от действия защиты), вызвать пожарную команду, известить руководство предприятия и приступить к тушению пожара. При тушении пожара следует принять меры для предотвращения распространения огня, исходя из создавшихся условий. При фонтанировании масла из вводов и поврежденных уплотнений необходимо для уменьшения давления масла спустить часть масла в дренажные устройства. При невозможности ликвидировать пожар основное внимание должно уделяться защите от огня расположенных рядом трансформаторов и другого неповрежденного оборудования.

Если признаков повреждения (потрескивания, щелчки внутри бака, выброс масла) не выявлено, а сигнал газовой защиты появился, то отбирать пробы газа на анализ можно без отключения трансформатора. При обнаружении горючего газа или газа, содержащего продукты разложения, трансформатор должен быть немедленно отключен, после чего на нем должны быть проведены измерения и испытания.

Если проверкой установлено, что выделяется негорючий газ и в нем отсутствуют продукты разложения, то устанавливают наблюдение за работой трансформатора и последующим выделением газа. При учащении появления газа в реле и работы защиты на сигнал трансформатор следует отключить.

Совместное срабатывание газовой и дифференциальной защит трансформатора говорит о серьезных повреждениях внутри трансформатора.

Газовая защита. В случаях ложного срабатывания газовой защиты допускается одно повторение включения трансформатора при отсутствии видимых внешних признаков его повреждения. Если отключение трансформатора произошло в результате действия защит, которые не связаны с его повреждением, можно включать трансформатор в сеть без его проверки.

Газовая защита может срабатывать ложно по следующим причинам:

- сотрясения трансформатора в результате воздействия больших токов перегрузки, проходящих по его обмоткам, а также сквозных токов короткого замыкания за трансформатором; ненормальная вибрация при пуске и остановке вентиляторов и циркуляционных насосов у трансформаторов с принудительными системами охлаждения от возникающих перетоков и толчков масла в трубопроводах;
- в результате несвоевременной доливки масла и снижения его уровня;
- неправильная установка трансформатора, при которой возможен значительный выброс воздуха через газовое реле, то же может быть и при доливке масла в трансформатор.

При очистке и регенерации масла и всех работах в масляной системе, проверке газовой защиты или ее неисправности отключающий элемент газовой защиты должен быть переведен на сигнал.

Ввод газовой защиты на отключение после вывода ее из работы производится через сутки, если не было скопления воздуха в газовом реле, в противном случае включение производят через сутки после прекращения выделения воздуха. Если уровень масла в масломерном стекле повысился очень высоко и быстро, нельзя до выяснения причины открывать пробки, прочищать дыхательную трубку без размыкания цепи отключения реле.

Если газовая защита сработала с действием на сигнал в результате накопившегося в реле воздуха, необходимо выпустить воздух из реле и перевести цепь отключения защиты на сигнал. При отключении трансформатора от газовой защиты и обнаружении при проверке в реле горючего газа — повторное включение трансформатора запрещается.

О характере повреждения внутри трансформатора можно предварительно судить по цвету выделяющегося в реле газа. Желтый цвет газов свидетельствует о повреждении

дерева, беловатосерый — бумаги, а черный — масла.

Для проверки горючести газов зажигают спичку и подносят ее к чуть приоткрытому верхнему крану реле. Горючесть газов свидетельствует о внутреннем повреждении трансформатора.

Задание

Заполнить таблицу «Основные неисправности силовых трансформаторов и методы их устранения»

Таблица 20

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения неисправности

Практическая работа 11

Виды и причины повреждений пускорегулирующей аппаратуры

Цель работы: изучить виды и причины повреждений пускорегулирующей аппаратуры.

Теоретические основы

Пускорегулирующая аппаратура имеет следующие виды повреждений: чрезмерный нагрев катушек пускателей, контакторов и автоматов, межвитковые замыкания и замыкания на корпус катушек; чрезмерный нагрев и износ контактов; неудовлетворительная изоляция; механические неполадки.

Причина опасного перегрева катушек переменного тока — заклинивание якоря электромагнита в его разомкнутом положении и низкое напряжение питания катушек. При этом магнитная катушка потребляет больший ток, чем при втянутом якоре и нормальном напряжении, вследствие чего она быстро перегревается и выходит из строя.

Межвитковые замыкания могут произойти вследствие климатических воздействий на катушку (повышенная влажность, резкие изменения температуры окружающей среды, наличие в ней вредных для изоляции примесей и т. п.), а также вследствие плохой намотки катушек, особенно если витки, прилегающие к фланцам каркаса катушки, соскальзывают в расположенные ниже слои, вследствие чего возникают относительно большие разности напряжений, повреждающие межвитковую изоляцию. Межвитковые замыкания происходят главным образом в катушках переменного тока, так как у них межвитковые амплитудные напряжения больше, чем у катушек постоянного тока; кроме того, они подвержены усиленным сотрясениям от вибрирующего стального каркаса.

Замыкание на корпус происходит в случае неплотной посадки бескаркасной катушки на железном сердечнике; возникающие в системе вибрации приводят к перетиранию изоляции катушки и ее отводов, вследствие чего происходит замыкание на заземленный стальной корпус аппарата.

На нагрев контактов влияют токовая нагрузка, давление, размеры и раствор контактов, а также условия охлаждения и окисление их поверхности, механические дефекты в контактной системе. При сильном нагреве контактов повышается температура соседних частей аппарата и, как следствие, разрушается изоляционный материал. При неблагоприятных условиях гашения электрической дуги контакты окисляются. На соприкасающихся поверхностях образуется плохо проводящий слой.

Износ контактов зависит от силы тока, напряжения и продолжительности горения электрической дуги между контактами, частоты и продолжительности включений, качества и твердости материала. Установлено, что в пределах твердости НВ 30—90 (по Бринеллю) интенсивность обгорания резко убывает, а при более высокой твердости снижается

незначительно, поэтому упрочнять материал контактов свыше указанного предела нецелесообразно.

На степень обгорания влияет форма и размер контактов. При слишком большой ширине контактов (более 30 мм) боковая составляющая тока и магнитное поле в контакте сильно увеличиваются, электрическая дуга «вторгается» в стенку дугогасительной камеры и остается в этом положении, разрушая контакты и стенки камеры.

Неисправность изоляции проявляется в виде образования на ее поверхности токов утечки (пробои изоляции очень редки), поэтому необходимо защищать ее от скопления грязи и пыли. Большая часть всех неисправностей вызывается увлажнением изоляции и ее нарушением во время строительно-монтажных работ и транспортировки.

Механические неполадки в аппаратах возникают в результате образования ржавчины, механических поломок осей, пружин, подшипников и других конструктивных элементов. Механические неполадки, вызванные износом или усталостными явлениями, происходят из-за плохой смазки подвижных частей, скапливания влаги, применения в конструкциях, работающих на удар, материалов либо очень хрупких, либо мягких

Задание

Заполнить таблицу «Основные неисправности контакторов и методы их устранения»

Таблица 21

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения неисправности

Практическая работа 12

Условия выбора защитной и коммутационной аппаратуры

Цель работы: изучить условия выбора защитной и коммутационной аппаратуры.

Теоретические основы

Наиболее распространенными аппаратами защиты в установках напряжением до 1000В являются **предохранители**, защищающие электроприемники и электрические цепи от коротких замыканий.

Выбор предохранителей производится по следующим параметрам:

- напряжению,
- предельно отключаемому току,
- номинальному току плавкой вставки.

Проверяют выбранный предохранитель: по чувствительности защиты, по обеспечению селективности защиты.

Номинальный ток плавкой вставки ($I_{вст}$) предохранителя должен удовлетворять двум условиям. Первое условие:

$I_{вст} \geq I_{дл}$, где $I_{дл}$ – длительный (расчетный) ток электроприемника или линии.

Второе условие:

$I_{вст} \geq \frac{I_m}{\alpha}$, где I_m – максимальная величина кратковременного тока, А;

α - коэффициент, зависящий от продолжительности и частоты пуска электродвигателя.

Для ответвлений к одиночным двигателям I_m пусковому току $I_{пуск}$.

Для цепей, питающих группу электроприемников, номинальный ток плавкой вставки определяется по формуле:

$$\geq \frac{I_M}{\alpha}$$

$I_{вст}$ – номинальный ток плавкой вставки, А; где I_M – максимальный кратковременный ток линии, который определяется следующим образом:

$$I_M = I_{пуск} + I_{дл.}$$

$I_{пуск}$ – пусковой ток электродвигателя или группы одновременно включенных электродвигателей, при пуске которых кратковременный ток линии достигает наибольшей величины, А;

$I_{дл.}$ – длительный расчетный ток линии до момента пуска одиночного электродвигателя (группы электродвигателей), определяемый без учета рабочего тока пускаемого электродвигателя (или группы электродвигателей), А.

Численные значения коэффициента α для двигателей с нормальными условиями пуска (относительно редкие пуски и небольшая длительность разгона 5...10 с) принимаются равными 2,5.

Для двигателей с тяжелыми условиями пуска (длительность разгона до 40с) коэффициент α принимается равным 1,6...2,0.

Номинальный ток плавких вставок, выбранный по этим условиям, обеспечивает нормальную работу электроприемников как при рабочих токах, так и при проявлении кратковременных пусковых токов.

Автоматические выключатели осуществляют более совершенную защиту электропроводок и электроприемников, чем плавкие предохранители и одновременно являются коммутационные аппараты.

Автоматические выключатели выпускаются с различными расцепителями: электромагнитными, тепловыми и комбинированными.

Автоматические выключатели характеризуются следующими параметрами:

- номинальным напряжением $U_{н. авт.}$, соответствующим наибольшему номинальному напряжению сетей, в которых разрешается применять выключатель;
 - номинальным током $I_{н.авт.}$ наибольшим током, на который рассчитаны токоведущие и контактные части выключатели, равным наибольшему из номинальных токов расцепителя;
 - номинальным током расцепителя $I_{н.расц.}$ ($I_{н.элм.}$, $I_{н.теп}$ или $I_{н.комб.}$) – наибольшим током, на который рассчитаны расцепитель, при длительной работе не вызывающим срабатывание расцепителя;
 - номинальным током уставки теплового расцепителя $I_{н.уст.теп.}$ – током, на который отрегулирован тепловой расцепитель и при котором тепловой расцепитель не срабатывает. Обычно $I_{н.уст.теп.} = (0,6...1)I_{н.теп.}$ – для выключателей с регулировкой тока уставки; $I_{н.уст.теп.} = I_{н.теп.}$ – для выключателей без регулировки тока уставки;
 - током срабатывания (уставки) расцепителя $I_{ср.расц.}$ ($I_{ср.элм.}$, $I_{ср.теп.}$) – наименьшим током, при котором срабатывает расцепитель автоматического выключателя. Обычно $I_{ср.элм.} = (6..15)I_{н.элм.}$ – для выключателей с электромагнитным или комбинированным расцепителем. $I_{ср.теп.} = (1,25..1,45)I_{ном.}$ для выключателей с тепловым расцепителем с регулировкой тока уставки;
 - предельным током отключения $I_{пр.ав.}$ - наибольшее значение тока короткого замыкания сети, при котором гарантируется надежная работа автоматического выключателя.
- В курсовом проекте выбор автоматических выключателей производится по номинальному напряжению, номинальному току автоматического выключателя, номинальному току расцепителей.

Номинальное напряжение автоматического выключателя должно соответствовать напряжению сети

$$U_{н.авт.} \geq U_c.$$

Номинальный ток автоматического выключателя должен соответствовать длительному (расчетному) току электроприемника или линии $I_{н.авт.} \geq I_{дл.}$

Номинальный ток любого расцепителя автоматического выключателя (электромагнитного, теплового, комбинированного) должен соответствовать длительному (расчетному) току электроприемника или линии $I_{н.расц.} \geq I_{дл.}$

Выбранные расцепители автоматических выключателей проверяют на правильность срабатывания.

Ток срабатывания отсечки электромагнитного или комбинированного расцепителя $I_{ср.элм.}$ проверяют по максимальному кратковременному току линии $I_{ср.элм} \geq 1,25 I_m$.

Для ответвлений к одиночному электродвигателю максимальный кратковременный ток линии равен пусковому току электродвигателя.

Для цепей, питающих группу электроприемников, метод определения максимального кратковременного тока приведен ранее при выборе номинального тока плавкой вставки.

Ток срабатывания расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратной зависимостью от тока характеристикой $I_{ср.теп.}$ определяется по выражению

$$I_{ср.теп.} \geq 1,25 I_{дл.}$$

Номинальный ток нагревательного элемента **магнитного пускателя** выбирается по длительному расчетному току линии

$$I_m \geq I_{дл.}$$

Задание

1. Выбрать аппаратуру в начале питающей линии и для защиты всех потребителей. В качестве защитной и коммутационной аппаратуры предпочтительнее установка автоматических выключателей и рубильников.

Номинальное линейное напряжение 380В. Мощности потребителей: 2; 0,6; 1,4; 0,9; 0,8 кВт. Коэффициенты мощностей потребителей 0,87; 0,95; 0,96; 0,91; 0,97 соответственно.

2. Начертить электрическую схему

Практическая работа 14

Изучение способов проведения противоаварийных тренировок

Цель работы: изучить способы проведения противоаварийных тренировок на подстанциях.

Теоретические основы

Противоаварийные тренировки являются одной из обязательных форм производственно-технического обучения и повышения квалификации оперативного персонала электрических станций, объединенных диспетчерских управлений, диспетчерских управлений энергосистем, электрических и тепловых сетей.

Проведение тренировок направлено на решение следующих задач: проверка способности персонала самостоятельно и на основе коллективных действий персонала смены предупреждать развитие аварий, наилучшим способом обеспечивать их ликвидацию; оказание доврачебной помощи и освобождение пострадавшего от действия электрического тока (контроль квалификации); обеспечение формирования или восстановления навыков принятия оперативных решений и деятельности в сложной режимной обстановке в условиях ограниченного времени на решение задач управления (обучение); выявление необходимых организационных и технических мероприятий, направленных на совершенствование работы персонала и повышение надежности оборудования (рекомендации).

Тренировки проводятся в форме игры с воспроизведением нарушений в работе оборудования, имитацией оперативной деятельности по ликвидации аварийной ситуации, оценками этой деятельности.

Основными действующими лицами при проведении тренировки являются руководитель тренировки, участники тренировки и посредники, исполняющие организационные и контролирующие функции.

В противоаварийной тренировке, совмещенной с противопожарной, наряду с руководителем тренировки, участниками тренировки и посредниками принимает участие руководитель тушения пожара.

Противоаварийные тренировки разделяются на плановые и внеочередные.

Внеочередной считается тренировка, которая проводится сверх плана по специальному распоряжению руководства предприятия в следующих случаях:

если произошла авария или отказ в работе по вине персонала;
при получении неудовлетворительных оценок по итогам плановой тренировки;
при разборе отдельных аварий по рекомендациям противоаварийных циркуляров;
после отпуска или длительной болезни оперативных работников.

В зависимости от количества участников тренировки делятся на групповые и индивидуальные.

Индивидуальные тренировки проводятся в следующих случаях:
с персоналом, впервые допускаемым к самостоятельной оперативной работе после прохождения дублирования на рабочем месте;
при ошибках, допущенных оперативным персоналом в ходе производства работ, связанных с отключением и включением агрегатов, механизмов, коммутационной аппаратуры, при взаимодействии с подсистемами АСУ ТП и т.п.;
после аварий, происшедших в процессе пуска, останова или при отказах работы оборудования в нормальных режимах;
при неудовлетворительных оценках, полученных в результате индивидуального контроля и в групповых тренировках, после отпуска, болезни и т.п.

По методу проведения тренировки делятся на:
тренировки по схемам;
тренировки с условными действиями персонала;
тренировки с воздействиями на арматуру и выключатели двигателей на неработающем оборудовании (находящемся в ремонте или выведенном из резерва);
тренировки с использованием технических средств обучения персонала;
комбинированные тренировки.

Тренировки по схемам проводятся с использованием технологических схем без обозначения действия на рабочих местах и оборудовании, без ограничения времени на выполнение упражнений. В таких тренировках персоналом отрабатываются навыки быстрого принятия правильных решений и отдачи необходимых распоряжений. По такому методу следует проводить тренировки с руководящим дежурным персоналом для усвоения им особенностей схемы, ее гибкости и возможностей использования при ликвидации аварий.

Тренировки по схемам позволяют выявить уровень знания схемы, ее особенностей и возможностей, а также определять сработанность персонала смены при получении информации и отдачи распоряжений.

Тренировки с условными действиями персонала проводятся в реальном масштабе времени и с обязательным выходом участников к местам производства операций. По этому методу должны проводиться тренировки с оперативным персоналом, непосредственно обслуживающим производственные участки.

Тренировки с воздействиями на арматуру и выключатели двигателей на неработающем оборудовании (находящемся в ремонте или выведенном из резерва) проводятся с целью отработки и закрепления у персонала определенных профессиональных

приемов. Например, перевод возбуждения генератора с основного возбудителя на резервный, отбор пробы газа из газового реле, ручное включение, выключателей домкратом, устранение мелких дефектов оборудования и т.д.

Тренировки с использованием технических средств обучения персонала проводятся с применением тренажеров, автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ, полигонов на базе алгоритмических описаний оперативной деятельности. В таких тренировках персоналом отрабатываются навыки распознавания технологических режимов, пояска причин отклонений и нарушений, планирования деятельности по устранению отклонений и нарушений, по обеспечению устойчивой работы оборудования, по формированию профессиональных приемов работы. Преимущества этого метода связаны с возможностью выполнения реальных действий, отработок реакций на изменение режимов работы оборудования в реальном времени, формирования обобщенных оценок качества выполнения тренировочных задач, автоматизации протоколирования хода тренировки и т.д.

Комбинированные тренировки позволяют использовать преимущества каждого из перечисленных методов при решении выбранной технологической задачи. Например, представляют интерес комбинации из тренировок на тренажере и условные действия персонала на рабочем месте или с помощью автоматизированной обучающей системы, либо на тренажере и реальные действия на оборудовании, выведенном в резерв и т.п. Эффективность совмещения разных видов тренировок определяется возможностями имеющихся средств тренировки и качеством объединяющей программы комбинированной тренировки.

Тренировки с условными действиями персонала

Эти тренировки должны проводиться непосредственно на рабочих местах.

Участники тренировок во время их проведения должны строго выполнять требования правил техники безопасности. Производить какие-либо реальные операции с оборудованием, прикасаться к механизмам и органам управления коммутационной аппаратуры и запорной арматуры при этом запрещается.

При возникновении на каком-либо участке или объекте действительно аварийной ситуации проведение тренировки должно быть прекращено.

Перед началом тренировки необходимо проинформировать об этом весь работающий персонал.

Перед началом тренировки ее участники должны покинуть свои рабочие места, где посредники (либо другие лица под их руководством) осуществляют имитацию аварийной обстановки с помощью тренировочных плакатов и бирок, вывешиваемых на оборудовании, органах управления, приборах, устройствах защиты и сигнализации, на которых отражаются изменения, произошедшие в результате аварии. Плакаты и бирки должны вывешиваться таким образом, чтобы они не мешали работающему персоналу производить операции и наблюдать за показаниями приборов и устройств сигнализации.

После размещения плакатов и бирок участникам тренировки сообщается вводная часть. Вводную часть сообщает посредник или руководитель тренировки на своем участке. В вводной части указывается:

- режим работы, предшествующий возникновению аварийной ситуации;
- отклонения от нормальной схемы;
- порядок использования связи;
- время возникновения аварии.

На свои рабочие места участники тренировки допускаются только после подачи сигнала о ее начале. Таким сигналом может быть:

сообщение руководителя тренировки одновременно на все участки по телефону или радио: «Внимание участников! Тренировка началась»; сообщение посредников или руководителей тренировки на своих участках в назначенное время: «Тренировка началась!».

С подачей сигнала о начале тренировки участвующие в ней лица должны приступить к осмотру плакатов и бирок, вывешенных на оборудовании своего участка, и к ликвидации условной аварии. Изменение состояния коммутационной аппаратуры и запорной арматуры, фиксирование световых сигналов табло и лампочек (квитирование), ключей управления должны производиться с помощью условных действий путем снятия и перевертывания плакатов и бирок, устно поясняя свои действия.

Например, тренирующийся должен включить выключатель линии А, на ключе управления которого на мнемосхеме со светящейся сигнализацией вывешен плакат «Мигает» (в действительности выключатель включен, а его автоматическое отключение по условию тренировки показано с помощью этого плаката). Он подходит к тому месту, где находится ключ управления выключателем, и говорит: «Квитирую ключ управления выключателем линии А», - и переворачивает плакат, вывешенный на ключе управления этого выключателя. На обратной стороне плаката должна быть надпись «Отключен». Затем тренирующийся продолжает: «Включаю выключатель линии А», - и снимает плакат «Отключен».

Если на ключе управления нет никаких плакатов, то это значит, что положение выключателя по условию тренировки совпадает с его реальным состоянием. Чтобы показать, что выключатель по какой-либо причине не включился, посредник вывешивает на его ключ управления плакат «Мигает».

Посредники обязаны регистрировать в картах деятельности тренирующихся все действия персонала, вмешиваясь в ход тренировки только в том случае, если требуется сообщить что-либо ее участникам, вывесить новые плакаты или бирки, снять или перевернуть их в зависимости от действия персонала.

При проведении противоаварийной тренировки совмещенной с противопожарной руководитель тушения пожара проводит тренировку согласно программе и указания руководителя тушения пожара являются обязательными для каждого участника тренировки.

В процессе проведения тренировки, охватывающей несколько участков, аварийные ситуации на каждом из них должны изменяться посредниками с помощью плакатов, бирок и др.) с учетом действий участников тренировки не только своего, но и других участков. Это может быть достигнуто путем координации действий посредников руководителем тренировки. Для этой цели он должен находиться на рабочем месте оперативного лица, руководящего ликвидацией условной аварии, следить за изменением обстановки по переговорам участников тренировки и сообщениям посредников и, в свою очередь, информировать последних о ходе тренировки в целом.

При этом согласованность действий участвующих в тренировке не нарушится и в случае возможных ошибок кого-либо из тренирующихся, предвидеть которые программой практически невозможно.

Если осуществить координацию действий посредников по какой-либо причине нельзя, то изменения аварийных ситуаций на отдельных участках посредники должны осуществлять в последовательности, заранее устанавливаемой программой. В этом случае, необходимо также предусмотреть через какое время после начала тренировки на том или ином рабочем месте нужно изменить обстановку.

Например, в электросетях проводится участковая тренировка. Персоналу подстанции «А» 110 кВ (рис. 30) дана вводная о работе дифференциальной защиты шин 110 кВ, а персоналу тупиковой подстанции «Б», питающейся от подстанции «А», дана вводная часть об исчезновении напряжения.

По ходу тренировки персонал подстанции «А» осматривает шины 110 кВ, отделяет поврежденный участок, принимает напряжение на шины 110 кВ и дает его на подстанцию «Б». Вводная о появлении напряжения персоналу подстанции «Б» дается посредником либо после сообщения руководителя тренировки, находящегося на подстанции «А», либо через определенное время после начала тренировки, заранее предусмотренное программой.

В этом случае при составлении программы необходимо определить время, которое должен затратить персонал подстанции «А» на осмотр шин 110 кВ, отделение поврежденного участка и подачу напряжения на подстанцию «Б». При этом возможна некоторая несогласованность в аварийных ситуациях на отдельных участках, вызванная отклонениями от программы в процессе проведения тренировки.

Рекомендуется максимально уменьшить переговоры и объяснения между тренирующимися и посредниками. Не следует допускать каких-либо подсказок, наводящих вопросов, неодобрительных возгласов и всего, что может отвлечь участвующих в тренировке от их прямой задачи по выявлению причины, вызвавшей аварию, и ликвидации аварийной ситуации.

При использовании телефонной и радиосвязи одновременно для эксплуатационных и тренировочных переговоров необходимо о начале тренировочного разговора сообщить словом «Тренировка».

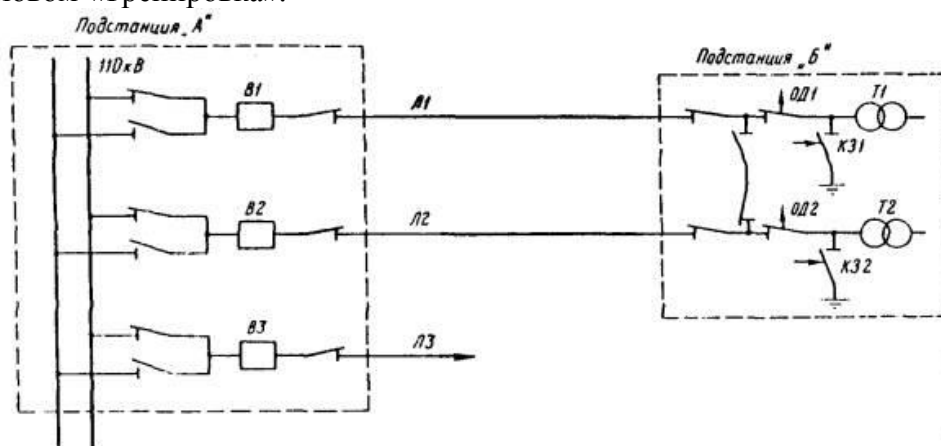


Рис. 30. Схема участка электросети напряжением 110 кВ с двумя подстанциями: В - выключатель; Т - трансформатор; ОД - отделитель; КЗ - короткозамыкатель

Не рекомендуется использование устройств телемеханики на находящемся в работе оборудовании для показа коммутационного состояния аппаратуры и запорной арматуры, передачи сигналов на сигнальное табло, искусственного изменения показаний измерительных приборов при проведении противоаварийной тренировки.

При возникновении на каком-либо участке или объекте действительно аварийной ситуации, проведение противоаварийной тренировки должно быть прекращено.

По окончании тренировки все плакаты и бирки должны быть сняты с оборудования.

Задание

1. Описать последовательность проведения тренировки с условными действиями персонала на участке электросети напряжением 110 кВ с двумя подстанциями.
2. Начертить электрическую схему.

Литература

- Акимов Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования : учебник для студ. учр. СПО –М.: ИЦ «Академия», 2015.- 304 с.
- Кацман М.М. Электрические машины: учебник для студ. учр. СПО –М.: ИЦ «Академия», 2015.- 496 с.
- Девочкин О.В. Электрические аппараты: учебник для студ. учр. СПО- М.: ИЦ «Академия», 2015.
- Нестеренко В.М. Технология электромонтажных работ: учеб.пособие для нач. проф. образования– М. : ИЦ «Академия», 2010. - 592 с.
- Покровский Б.С. Слесарно-сборочные работы: учебник для нач. проф. образования– М. : ИЦ «Академия», 2010. - 401 с.
- Москаленко В.В. Справочник электромонтера: Справочник.- М.: ИЦ «Академия», 2003. - 288с.
- Сибикин Ю.Д. Справочник электромонтажника: учеб. пособие для нач.проф. образования.- ИЦ «Академия», 2009. – 336 с.
- Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Новосибирск: Норматика, 2014. – 464 с.
- Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий : Учеб. для нач. проф.образования.- М.: ИЦ «Академия», 2003.- 432с.
- Макаров Е.Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования электростанций и сетей: Учебник для нач. проф. образования.- М.: ИЦ «Академия» 2003.- 448с.

Интернет –источники:

[http:// proelectro.ru/](http://proelectro.ru/) Рынок электротехники России

<http://samelectrik.rusc>

[http:// electrikalschool.info/](http://electrikalschool.info/) Школа для электрика

[http:// electrik.info/main/school/](http://electrik.info/main/school/) Начинаящим электрикам