

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

С.Н. Есипенко

МДК 01.02
Электроснабжение электротехнологического оборудования
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по проведению практических занятий профессионального
модуля

**«ПМ01.ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ОТРАСЛЯМ»**

для специальности 13.02.07
Электроснабжение (по отраслям)

2022г



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.Ю.Шитикова

«01» сентября 2022г.

Методические рекомендации по проведению практических занятий МДК 01.02 Электроснабжение электротехнологического оборудования, профессионального модуля «ПМ01 Организация электроснабжения электрооборудования по отраслям», разработаны на основе федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 13.02.07 Электроснабжение, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 14 декабря 2017 г. № 1216.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС).

Разработчик:

Есипенко С.Н., преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС

Рекомендована цикловой комиссией № 8 Специальностей 13.02.07, 22.02.06, 23.02.04

Протокол заседания №1 от «01» сентября 2022г.

Содержание

Пояснительная записка.....	4
Практическое занятие № 1 Расчет электронагревательного прибора..	6
Практическое занятие № 2 Устройство и принцип действия электрических печей.....	8
Практическое занятие № 3 Устройство и принципа действия сварочных аппаратов.....	17
Практическое занятие №4 Маркировка взрывозащищенного электрооборудования	23
Практическое занятие № 5 Выбор способа прокладки проводов и кабелей во взрывопожароопасной зоне.....	25
Практическое занятие № 6 Составление схем электроснабжения общественных и жилых зданий.....	30
Практическое занятие № 7 Составление технологической карты ступенчатой разделки силового кабеля напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией.....	34
Список использованных источников.....	41

Пояснительная записка

Практические занятия проводятся после изучения теоретического материала соответствующей темы и имеют научно-исследовательский характер, что способствует лучшему пониманию материала курса.

Цель методических рекомендаций — закрепление теоретических знаний по основным разделам курса, а также приобретение навыков, необходимых для последующей практической деятельности. В результате выполнения лабораторных и практических занятий студенты учатся не только работать в коллективе, но и самостоятельно принимать решения в различных ситуациях, организовывать собственную деятельность, осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

Знакомство студентов с целью и содержанием лабораторных и практических занятий должно проводиться заранее, бланки отчетов к занятиям должны быть подготовлены в виде домашнего задания.

Оборудование и приборы, необходимые для проведения лабораторных занятий, преподаватель выбирает исходя из материально-технического обеспечения учебного заведения.

Для проверки знаний в конце каждого лабораторного и практического занятия приведены контрольные вопросы. Ответы на них следует оформлять в письменной форме после составления отчета с формулировкой соответствующих выводов.

Студенты допускаются к выполнению занятий после проведения преподавателем инструктажа по охране труда и правилам работы в лаборатории и внесения записей в журнал регистрации инструктажей.

Отчеты о проделанных занятиях оформляются в соответствии с правилами и требованиями образовательного учреждения и с соблюдением требований ЕСКД и ГОСТ.

Обеспечение безопасности при проведении практических занятий

Лаборатория «Электрические подстанции» предназначена для проведения лабораторных и практических занятий. До начала занятий необходимо подготовить рабочее место и аппаратуру, применяемую в работе. Запрещается пользоваться аппаратурой, не подлежащей к использованию на данном занятии, а также переносить приборы с одного рабочего места на другое без указания преподавателя. Перед проведением занятия преподаватель осуществляет комплексную проверку средств защиты и используемого оборудования. Проверяется исправность измерительных приборов, автотрансформаторов, предохранителей, стендов и т.д. Студенты допускаются к занятиям после прохождения целевого инструктажа на рабочем месте. Смена рабочих мест производится только по разрешению преподавателя.

Во избежание воздействия опасных и вредных факторов, таких как опасное напряжение в электрической сети и статическое электричество, в лаборатории определены зоны повышенной опасности: розетки, стенды,

аппаратура. В учебной лаборатории должны быть вывешены правила безопасности, которые студенты обязаны соблюдать во время занятий.

В целях защиты студентов от воздействия опасных факторов, в лаборатории предусмотрен установленный порядок проведения инструктажа, проверка его усвоения (устный опрос) и запись в журнале, форма которого установлена стандартом предприятия (образовательного учреждения), а также применение коллективных и индивидуальных средств защиты.

Средствами коллективной защиты будут являться диэлектрические коврики, плакаты и знаки безопасности, защитные заземления.

Средствами индивидуальной защиты при проведении занятий будут являться измерительные приборы с изолированными выводами, инструменты с изолированными рукоятками, каски, очки, рукавицы.

В процессе выполнения рабочего задания ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

1. Прикасаться к неизолированным частям схемы, контактам и частям приборов, находящихся под напряжением. Производить переключения в схемах при включенном питании.

2. Пользоваться незаземленной аппаратурой.

3. Самостоятельно устранять причину неисправности.

4. Разбирать схему до отключения питания.

При обнаружении любой неисправности, отклонении хода занятий от установленной технологии, необходимо доложить преподавателю, по распоряжению которого все работы прекращаются, лаборанты отключают главный распределительный щит.

1. Требования охраны труда перед началом работы

Перед проведением занятия преподаватель осуществляет комплексную проверку средств защиты и используемого оборудования. Проверяется исправность измерительных приборов, автотрансформаторов, предохранителей, стендов и т.д.

2. Требования охраны труда во время работы

Запрещается подходить к распределительному щиту, всякое самовольное включение рубильников на щитке. Схема включается только после проверки преподавателем и по его разрешению. Переключения в схеме, смена приборов разрешается только при отключенном напряжении. Запрещается прикасаться к неизолированным частям схемы, контактам и частям приборов, находящихся под напряжением.

В случае сильного нагрева элементов цепей, появления дыма, запаха, необходимо немедленно обесточить оборудование и позвать преподавателя.

3. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации, несчастного случая, отклонения хода занятия от установленной технологии все работы по распоряжению преподавателя прекращаются, лаборанты отключают главный распределительный щит.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ пытаться самостоятельно устранить причину неисправности или возникший пожар.

В случае поражения электрическим током оказать первую помощь пострадавшему, обратиться к преподавателю или техническому персоналу и вызвать врача.

4. Требования охраны труда по окончании работ

По окончании занятия необходимо: отключить питание, привести в порядок рабочее место, убрать все инструменты.

Практическая работа №1

Расчет электронагревательного прибора

Цель: рассчитать нагревательный элемент электрокипятильника; подобрать по нагреву провод, необходимый для подключения заданной нагрузки.

Содержание работы

1. Рассчитать длину и сечение нихромовой проволоки нагревательного элемента электрокипятильника.

Мощность кипятильника определить из условия нагрева M кг воды от начальной $t^\circ = 20^\circ\text{C}$ до кипения за время t ; при расчете учесть КПД электрокипятильника η % (табл. 1.1). Напряжение питающей цепи $U = 220$ В.

Таблица 1.1- Исходные данные

Вариант	M , кг	t , мин	η , %
1, 11, 21	0,5	5	75
2, 12, 22	1,5	10	80
3, 13, 23	2	15	70
4, 14, 24	3	10	75
5, 15, 25	4	15	80
6, 16, 26	5	10	70
7, 17, 27	6	15	75
8, 18, 28	7	20	85
9, 19, 29	8	20	70
10, 20, 30	10	20	80

2. По допустимому нагреву подобрать провод, необходимый для подключения нагрузки, мощностью, равной мощности десяти рассчитанных электрокипятильников. Материал провода выбрать самостоятельно.

Рекомендации к расчету

1. Количество энергии, необходимой для нагревания воды до кипения:

$$W_{\text{г}} = MC (t_2 - t_1), \text{ Дж},$$

где M — количество нагреваемой воды в кг;

C — удельная теплоемкость воды, $C = 4200 \text{ Дж/кг } ^\circ\text{C}$;

t_2 — температура кипения воды, $t_2 = 100^\circ$;

t_1 — начальная температура воды, $^\circ\text{C}$.

3. Коэффициент полезного действия нагревательного устройства (электрокипятильника)

$$\eta = W_{\text{г}} / W - 100\%,$$

где $W_{\text{В}}$ — количество энергии, использованное на нагрев воды, Дж;

W — количество энергии, потребленное кипятильником из сети, Дж.

4. Требуемая мощность электрокипятильника

$$P = W / t,$$

где W — количество потребленной из сети энергии на нагрев воды до кипения, Дж,

t — время нагрева, с.

Плотность тока в нихромовой проволоке принять при расчете $\delta = 25 \text{ А/мм}$, удельное сопротивление нихрома при рабочей температуре $\rho = 1,3 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$.

5. Номинальные токи проводов с резиновой изоляцией в зависимости от материала и поперечного сечения приведены в табл. 1.2

Таблица 1.2- Номинальные токи проводов

Диаметр жилы, мм	Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Допустимая нагрузка для проводов, проложенных открыто, А	
		Медные	Алюминиевые
1,1	1	15	-
1,4	1,5	20	-
1,8	2,5	27	21
2,25	4	36	28
2,75	6	46	35
3,5	10	70	50
4,5	16	90	70
5,6	25	125	95
6,6	35	150	115
8	50	190	145
10,6	70	240	185

Содержание отчета

1. Название и цель занятия
2. Расчет длины и сечения нихромовой проволоки нагревательного элемента электрокипятильника
3. Выбор провода, необходимого для подключения нагрузки, мощностью, равной мощности десяти рассчитанных электрокипятильников.
4. Вывод
5. Ответ на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Понятие электротехнологического оборудования
2. Электротехнологические установки
3. Способы электрического нагрева

Практическая занятие № 2

Устройство и принцип действия электрических печей

Цель : В работе ставится цель – изучение конструкции печей косвенного действия, нагревательных элементов, датчиков температуры и экспериментальное исследование электрооборудования печей сопротивления. В результате проведения работы студенты должны знать методы расчета печей сопротивления и основные формулы расчета параметров нагревательного элемента; уметь рассчитывать геометрические параметры печи по рабочей температуре и выбирать материал футеровки, теплоизоляции и нагревательного элемента; приобрести навыки экспериментального исследования тепловых и электрических параметров печей сопротивления.

1. Объект и средства исследования

Объектом исследования служит электропечь сопротивления камерная СНО-4.8.2,5/13-И2, предназначенная для нагрева деталей под закалку, для термообработки высоколегированных и быстрорежущих сталей, отжига стальной проволоки и ленты, керамики. Структура условного обозначения:

- С – нагрев сопротивлением;
- Н – камерная;
- О – окислительная среда в рабочем пространстве;
- 4 – ширина рабочего пространства, дм;
- 8 – длина рабочего пространства, дм;
- 2,5 – высота рабочего пространства, дм;
- 13 – номинальная температура, сотни °С;
- И2 – исполнение.

Общий вид исследуемой печи показан на рис. 2.1, а технические данные приведены в табл.2.1



Рис. 2.1. Электродпечь сопротивления камерная СНО-4.8.2,5/13-И2

Таблица 2.1-Технические данные печи сопротивления СНО-4.8.2,5/13-И2

Установленная мощность, кВт, не более	50
Номинальная (потребляемая мощность), кВт, не более	40,3
Номинальная температура, °С	1300
Напряжение питающей сети, В	380,400,440
Номинальная частота, Гц	50
Число фаз	3
Масса садки, кг, не более	250
Характер среды в рабочем пространстве	окислительная
Размеры рабочего пространства, мм:	
Длина	800
Ширина	400
Высота	250
Мощность холостого хода, кВт, не более	10,9
Производительность, кг/ч (при нагреве садки от 850 до 1300°С), не менее	240
Масса, т, не более:	
Электродпечи	1,87
Футеровки	1,3

Конструктивно электродпечь СНО-4.8.2,5/13-И2 выполнена камерной

с электронагревателями из карбида кремния. Открывание, закрывание дверцы и загрузка садки в электропечь производится вручную. Садка устанавливается непосредственно на под электропечи. Электропечь состоит из следующих составных частей: кожуха, футеровки, электронагревателей, механизма открывания дверцы. Сварной кожух электропечи зафутерован теплоизоляционным материалом и огнеупорным кирпичом, образующим рабочую камеру. Нагрев садки осуществляется карбидокремниевыми электронагревателями типа КЭН ВП 25/400/400. Монтаж электронагревателей осуществляется шинами. Загрузочный проем электропечи закрыт футерованной дверцей, открывание которой осуществляется механизмом. Механизм открывания дверцы состоит из консольно закрепленного рычага, вращающегося в подшипниках качения, дверца шарнирно соединена с рычагом. При открывании дверца поворачивается вокруг оси, при этом разогретая сторона ее все время обращена к электропечи. Электропечь рассчитана на нагрев садки от 20° до 1300° в окислительной среде. Наиболее предпочтительным является непрерывный режим работы электропечи, при котором загружаемая садка предварительно подогрета до температуры. В случае необходимости работы по периодическому режиму рекомендуется в электропечи поддерживать температуру не ниже. При описании работы электропечи обозначения приборов и аппаратов приведены в соответствии с их позиционными обозначениями на схеме электрической принципиальной ДШБИ 681.111.003ЭЗ или ДШБИ.681111.003-01ЭЗ.

В комплект поставки печи сопротивления СНО-4.8.2,5/13-И2 входят:

- Электропечь - 1 шт.
- Шкаф управления - 1 шт.
- Комплект ЗИП по ведомости ЗИП - 1 шт.

Комплект эксплуатационных документов по «Ведомости эксплуатационных документов» - 1 шт.

Измерение токов, напряжений и мощности осуществляется амперметрами, ваттметрами и вольтметрами, параметры которых приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2- Параметры приборов

№ п/п	Тип прибора	Система	Пределы измерений	Кол-во
1	Вольтметр		0÷600 В	1
2	Вольтметр	электромагнитная	0÷250 В	1
3	Амперметр	электромагнитная	0÷300 А	2
4	Киловаттметр	электромагнитная	0÷100 кВт	1
5	Ваттметр	электродинамическая	0 – 3000 Вт	1

2 Печи периодического действия.

Схемы промышленных электрических печей сопротивления показаны на рис. 2.2.

Колпаковая печь состоит из неподвижного футерованного стенда 1, на

который устанавливается нагреваемая садка 5 В рабочую камеру печи, образованную футерованным колпаком 2, устанавливается жаропрочный муфель 3 Как колпак, так и муфель съемные и могут обслуживать несколько стенов. Нагрев, выдержка и охлаждение садки под герметическим муфелем могут вестись в контролируемой атмосфере или вакууме. Нагреватели 4 располагаются на стенде и на стенках колпака и подключаются к сети через разъемные контакты. Колпаковые печи имеют мощность до нескольких сотен киловатт.

Элеваторная печь состоит из неподвижной прямоугольной или цилиндрической футерованной рабочей камеры 2, расположенной на колоннах на уровне 3 - 4 м над полом цеха. Нагреватели 4 расположены на стенках рабочей камеры и на ее своде. Садка 5 с помощью подъемного устройства 7 поднимается в рабочую камеру 2 на подвижном поде 6 По окончании процесса термообработки садка опускается вниз. Элеваторные печи имеют мощность до 600 кВт.

Камерная печь состоит из прямоугольной футерованной камеры 2, в которой располагается садка. Камера перекрыта сводом 8 Нагреватели 4 располагаются в поду и в случае необходимости на стенках рабочей камеры. Под камеры перекрывается плитой из жароупора, садка помещается в рабочую камеру через загрузочное окно, расположенное на ее передней стенке и перекрываемое футерованной дверцей. Камерные печи наиболее распространены, просты по конструкции, универсальны для различных изделий и технологических процессов. Мощность камерных печей достигает сотен киловатт.

Шахтная печь состоит из цилиндрической или прямоугольной футерованной рабочей камеры 2, заглубленной в пол цеха. Нагреватели 4 располагаются в стенках камеры. Под камеры перекрыт плитой из жароупора. Садка 5 опускается в шахту подъемным краном. Свод 8 поднимается и опускается специальным механизмом 9 Печь легко герметизируется и в ней могут быть использованы контролируемые атмосферы и вакуум. Печи с рабочей температурой до 750 оборудуются одним или несколькими вентиляторами. Мощность шахтных печей достигает сотен киловатт. Выбор типа печи определяется технологическими и производственными соображениями.

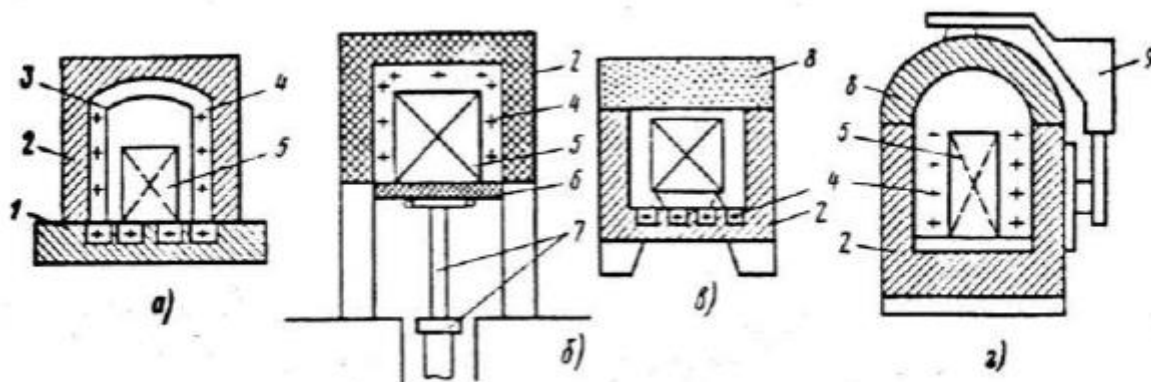


Рис.2.2. Схемы промышленных электрических печей сопротивления: а – колпаковая, б – элеваторная, в – камерная, г – шахтная электрические печи. 1 – стенд, 2 – рабочая камера, 3 – жаропрочный муфель, 4 - нагревательные элементы, 5 – нагреваемые изделия (садка), 6 – опускающийся под, 7 – подъемное устройство, 8 – свод, 9 – механизм подъема свода.

3. Печи непрерывного действия (методические)

Принцип работы электрической печи непрерывного действия можно пояснить на примере конструкции конвейерной и толкательной печей, схемы которых показаны на рис. 2.3 и 2.4.

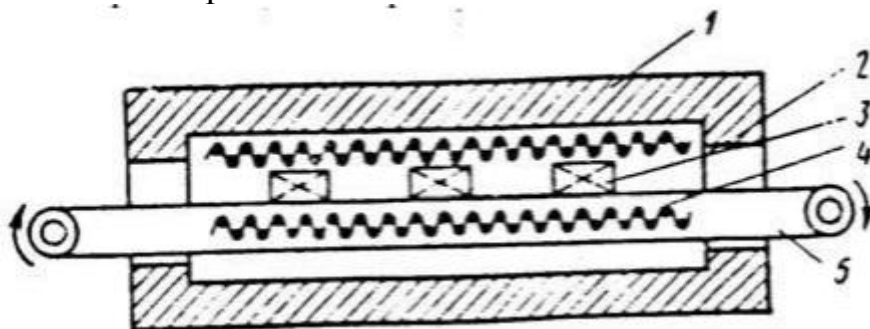


Рис. 2.3. Конвейерная печь. 1-футерованная рабочая камера, 2 - загрузочное окно, 3- садка, 4-нагревательные элементы, 5-конвейер.

Транспортный механизм – конвейер 5, перемещающий садку 2 вдоль рабочей камеры 1, выполняется из жароупоров или плетеной нихромовой сетки. Приводные механизмы вынесены из рабочей зоны и охлаждаются водой. Рабочая температура печи до 1000 , мощность достигает сотен киловатт.

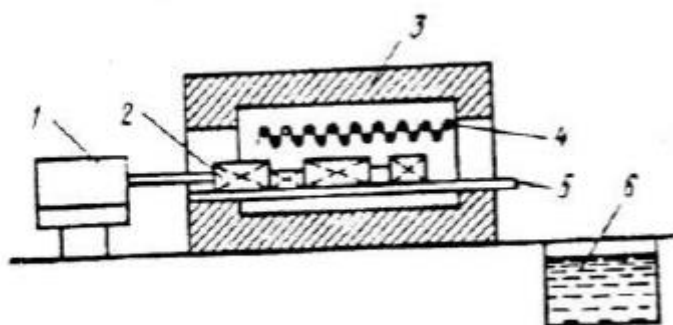


Рис. 2.4. Толкательная электропечь: 1-толкатель с приводным механизмом, 2-садка, 3-футерованная рабочая камера, 4-нагревательные элементы, 5-подина, 6 закалочная ванна

На полу рабочей камеры 3 размещается подина 5 или рельсовые направляющие по которым вдоль рабочей камеры 3 перемещается садка 2 В печи может быть использована контролируемая атмосфера. Рабочая темпе-

ратура печи может превышать 1000 , мощность достигать сотен киловатт. Ввиду относительной простоты и надежности конструкции (приводные механизмы находятся вне зоны высоких температур) толкательные печи имеют широкое распространение.

4. Печи для плавки металлов.

Печи этого типа используются в металлургии металлов и сплавов, имеющих температуру плавления до 600 (алюминиевые сплавы, цинк, свинец, олово и т.д.), печи просты по конструкции и легко автоматизируемы.

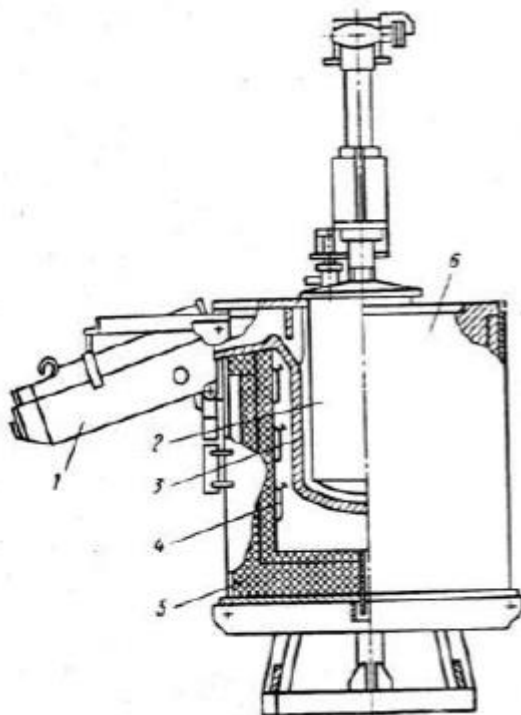


Рис. 2.5. Тигельная электрическая печь сопротивления: 1 – желоб, 2 – механический вытеснитель, 3 – тигель, 4 – нагреватели, 5 – футеровка, 6 – корпус.

Тигельная электропечь рис. 2.5.содержит чугунный сосуд – тигель, имеющий внутреннюю обмазку из оксидов. Тигель 3 заключен в металлический кожух 6.Расплавленный металл механическим вытеснителем 2 выдавливается из тигля 3и по желобу 1 подается в литейную машину. На внутренней стенке футеровки 5расположены нагреватели 4. Используются так же камерные печи, плавильные ванны, которых по объему значительно больше тиглей. Плавильная ванна футерована огнеупором, стойким к расплавленному металлу. Слив расплава может осуществляться наклоном печи или с помощью электромагнитных насосов, основанных на эффекте бегущего магнитного поля. Печи ванного типа используются главным образом для переплавки металлов на слитки.

5. Электрические ванны

Электрическая ванна содержит рабочую камеру 3 футерованную химически стойким огнеупором. Кристаллическая соль или щелочь 1 расплавляется теплом электрического тока, подаваемого в рабочую камеру через электроды 2. Конструктивное выполнение таких ванн показано на рис. 2.6.

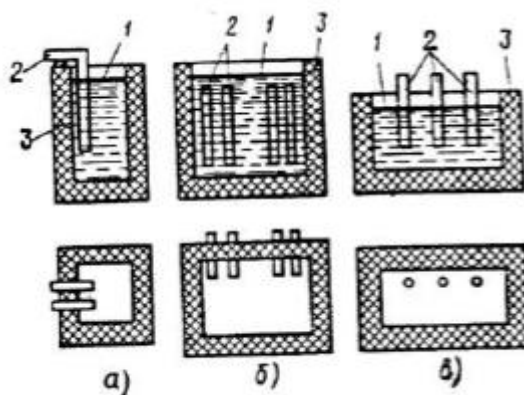


Рис. 2.6. Электрические ванны с внутренним обогревом: а, б – однофазные, в – трехфазная. 1 – уровень расплава соли или щелочи, 2 – электроды, 3 – футеровка.

В электрических ваннах используются азотнокислые хлористые и фтористые соли и щелочи в смесях или чистом виде. Соляные и щелочные ванны применяются для быстрого и безокислительного нагрева до $850 - 1350^{\circ}\text{C}$ изделий из легированных сталей. Электроды подключаются к сети через понижающие трансформаторы с вторичным напряжением $10 - 35$ вольт. При запуске ванны соли или щелочи в районе электродов предварительно расплавляются с помощью открытых нагревательных элементов временно на период запуска устанавливаемых в ванну. Далее ванна разогревается токами, текущими по расплаву между электродами. Термообрабатываемые изделия погружаются в ванну и нагреваются от расплава прямой теплопередачей. Электрические ванны получили широкое распространение в инструментальном производстве.

6. Электрооборудование и особенности электроснабжения.

Мощности электропечей сопротивления варьируются от долей киловатта до нескольких тысяч киловатт. Печи мощностью более 20 кВт выполняются трехфазными. В большинстве случаев питание печей осуществляется непосредственно от сетей $220/380$ в. Многозонные печи со сложными законами регулирования температуры иногда оказывается экономически выгодным подключать к сети через понижающие трансформаторы, что дает возможность использовать нагреватели большого сечения, имеющие большую прочность и надежность. В случае использования нагревателей, изменяющих в широких пределах свое сопротивление в зависимости от температуры (глобаровые,

силитовые, графитовые и т.д.), напряжение на печи регулируется специальными трансформаторами или автотрансформаторами.

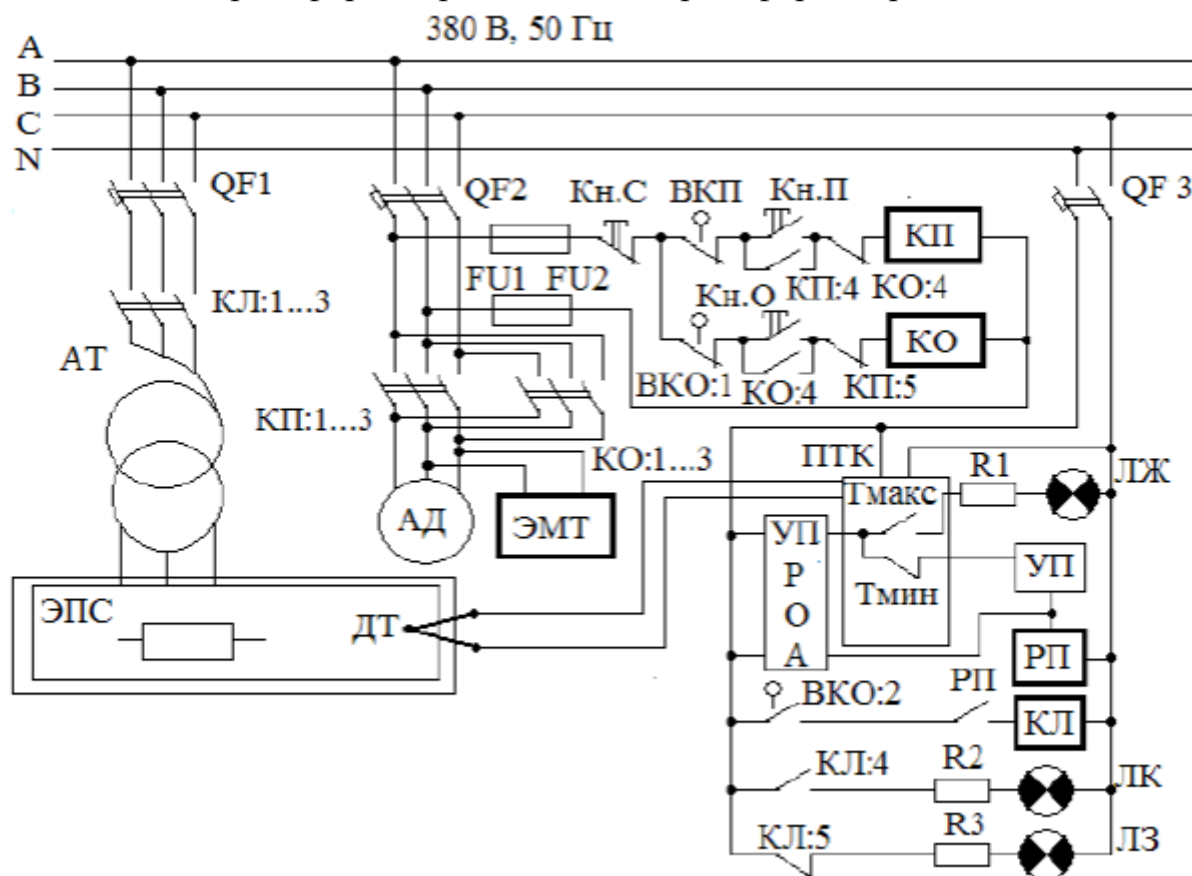


Рис. 2.7. Принципиальная электрическая схема управления печью сопротивления

Предназначена для управления защиты и сигнализации однозонной камерной ЭПС.

Основные элементы схемы:

АТ — автотрансформатор трехфазный, для питания нагревателя печи;

АД с ЭМТ — асинхронный двигатель с электромагнитным тормозом, для подъема и опускания двери камеры, реверсивный;

КП и КО — контакторы подъема и опускания двери камеры;

ВКП и ВКО — выключатели конечные поднятого и опущенного состояния двери;

КЛ — контактор линейный для подключения и отключения АТ к сети;

РП — реле промежуточное, для коммутации цепи КЛ;

ДТ — датчик температуры печи. Органы управления.

УП — универсальный переключатель («ручное»-0-«автоматическое»), для выбора режима управления;

ПТК— прибор теплоконтроля, для управления в автоматическом режиме;
Кн.П, Кн.О, Кн.С — кнопки «Подъем», «Опускание», «Стоп» двери.

Режимы работы:

- автоматический — основной, от ПТК;
- ручной — резервный, от У П.

7 Порядок оформления отчета

Отчёт составляется каждым студентом в соответствии с требованиями ЕСКД и должен содержать схему установки, результаты измерений и расчётов, необходимые построения и выводы, а также ответы на контрольные вопросы.

Содержание отчета

1. Название и цель занятия
2. Рисунок и описание печи
3. Схема электрооборудования и особенности электроснабжения
4. Вывод
5. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

- 1 Физические процессы, используемые в промышленных электротехнологических установках.
- 2 Процесс передачи тепла в электрической печи сопротивления.
- 3 Энергоэффективность устройств прямого и косвенного нагрева.
- 4 Футеровка. Материалы. Назначение. Требования.
- 5 Теплоизоляция. Материалы. Назначение. Отличие от футеровки.
- 6 Нагревательные элементы. Конструкция и материалы. Способы установки в электрической печи сопротивления.
- 7 Назначение и устройство низкотемпературного нагревательного элемента (ТЭН).
- 8 Сравнительные энергетические характеристики нагревательных элементов электрических печей сопротивления.
- 9 Классификация печей сопротивления по исполнению, по назначению и по конструкции.
- 10 Конструктивные особенности маломощной печи сопротивления.
- 11 Конструктивные особенности мощной печи сопротивления.
- 12 Сравнительные энергетические характеристики тигельных и камерных электрических печей сопротивления.
- 13 Двухпозиционные регуляторы температуры печи.
- 14 Приборы теплоконтроля непрерывного действия.
- 15 Источники питания приборов теплоконтроля.
- 16 Электрические параметры печей сопротивления.
- 17 Схема электропитания печи сопротивления.

- 18 Печной трансформатор.
- 19 Электропривод подъема и опускания дверцы печи сопротивления.
- 20 Силовое электрооборудование печей сопротивления.
- 21 Схемы электроснабжения печей сопротивления малой и большой мощности.
- 22 Аппаратура управления печью сопротивления.
- 23 Принципиальная электрическая схема управления электрической печью сопротивления.

Практическая занятие № 3

Устройство и принципа действия сварочных аппаратов

Цель: Изучение и закрепление теоретического материала по теме «Оборудование сварочного поста для ручной дуговой сварки».

Формируемые компетенции , знания и умения:

ПК 1.3. Проверять оснащенность, работоспособность, исправность и осуществлять настройку оборудования поста для различных способов сварки.

иметь практический опыт: эксплуатации оборудования для сварки;

Умения: - проверять работоспособность и исправность оборудования поста для сварки;

Знания: - устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения;

- правила технической эксплуатации электроустановок;

- классификацию сварочного оборудования и материалов;

- основные принципы работы источников питания для сварки;

Оборудование и материалы: Раздаточный материал, технические описания различных типов трансформаторов, паспорта или руководства по эксплуатации трансформаторов.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.

1. На рисунке изображен источник питания сварочной дуги. Охарактеризуйте его назначение, объясните принцип действия данного источника тока, и способы регулировки сварочного тока, начертите конструктивную схему трансформатора, схему магнитных полей и функциональную схему трансформатора.

2. Опишите принцип работы трансформаторов, которые широко распространены в сварочном производстве.

1. Из каких основных узлов состоит сварочный трансформатор типа ТД?

2. Как регулируется сила сварочного тока в трансформаторах с подвижными обмотками?

3. Какой должна быть внешняя характеристика трансформатора для ручной дуговой сварки?

4. Что означает обозначение трансформатора ТДМ-401У2?

Теоретические сведения



Сварочный трансформатор- это источник питания сварочной дуги переменным током и служит для понижения сетевого напряжения 220 или 380В до значений, необходимых для сварки (менее 100 В). Все сварочные трансформаторы являются трансформаторами напряжения.

Главным достоинством трансформаторов является их низкая стоимость: они в 2—4 раза дешевле выпрямителей и в 6—10 раз дешевле сварочных агрегатов аналогичной мощности. Трансформаторы также дешевле в эксплуатации, имеют сравнительно высокий коэффициент полезного действия (примерно 0,7...0,9) и низкий удельный расход электроэнергии (примерно 2...4 кВт · ч на 1 кг

Классификация сварочных трансформаторов

Классификацию сварочных трансформаторов можно провести по следующим признакам:

1. По назначению:

1. для ручной дуговой сварки;
2. для автоматической сварки под флюсом;
3. для электрошлаковой сварки.

2. По виду внешней ВАХ:

1. с крутопадающей внешней ВАХ;
2. с крутопадающей и пологопадающей внешними ВАХ;
3. с жесткой внешней ВАХ.

3. По режиму работы:

1. ПН = 20% (работа-1 мин, пауза-4 мин, трансформаторы бытовые и для монтажных работ);
2. ПН = 60% (работа-3 мин, пауза-2 мин, трансформаторы стационарные и для продолжительных работ);
3. ПН = 100% (работа-непрерывная до окончания цикла сварки, трансформаторы для автоматической сварки).

4. По способу создания индуктивного сопротивления сварочной цепи:

1. с повышенным магнитным рассеянием (далее - ПМР);
2. с нормальным магнитным рассеянием (далее-НМР).

Трансформаторы с нормальным рассеянием

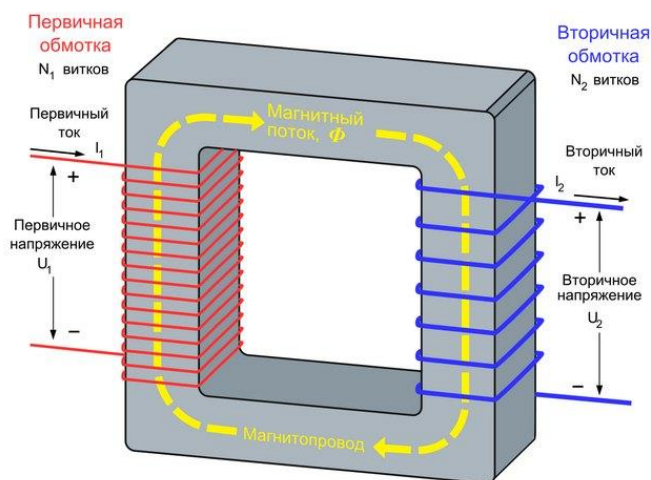
Действие таких трансформаторов основывается на явлении электромагнитной индукции, которое заключается в том, что при изменении магнитного потока внутри контура, охваченного проводником, в этом проводнике возникает электродвижущая сила (ЭДС), а при замыкании проводника в нем появляется ток.

Сварочные трансформаторы являются специальными понижающими трансформаторами, имеющими требуемую внешнюю ВАХ, обеспечивающими стабильно горение дуги и регулирование сварочного тока.

Сварочные трансформаторы для **ручной дуговой сварки**, как правило, формируют *крутопадающую внешнюю ВАХ в диапазоне малых токов и пологопадающую внешнюю ВАХ в диапазоне больших токов.*

Трансформаторы с повышенным магнитным рассеянием

Наиболее широко в сварочном производстве распространены трансформаторы с **ПМР**. Такие трансформаторы относятся к стержневому типу.



Переменный ток, проходя через первичную обмотку трансформатора, намагничивает сердечник, создавая в нем переменный магнитный поток. Переменный ток, проходя через первичную обмотку трансформатора, намагничивает сердечник, создавая в нем переменный магнитный поток.

Магнитный поток, пересекая витки вторичной обмотки, индуцирует в ней переменный ток пониженного напряжения, величина которого зависит от числа витков вторичной обмотки. Эти потоки наводят во вторичной обмотке трансформатора реактивную ЭДС. Возникшая ЭДС, в свою очередь, определяет индуктивное сопротивление сварочной цепи трансформатора, обеспечивающее создание требуемой внешней ВАХ.

Для плавной регулировки сварочного тока вторичные обмотки перемещаются по сердечнику. Перемещение вторичной обмотки осуществляется с помощью вертикального винта с ленточной резьбой, предназначенного для перемещения ходовой гайки вдоль магнитного сердечника. Ходовая гайка прикреплена к вторичной обмотке трансформатора. Механизм перемещения вторичной обмотки приводится в движение с помощью рукоятки. Токоведущие провода крепятся к зажимам. В трансформаторах с увеличенным магнитным рассеянием используется увеличенное магнитное рассеяние, т.е. при нагрузке трансформатора не все силовые линии проходят через магнитопровод и пронизывают обе обмотки трансформатора. Часть магнитного потока замыкается через воздушное пространство, образуя поток рассеяния.

С увеличением силы сварочного тока увеличиваются магнитные потоки рассеяния вследствие возрастания индуктивного сопротивления обмоток, что создает падающую внешнюю характеристику трансформатора. Чем дальше обмотки отстоят одна от другой, тем большее число магнитных силовых линий будет замыкаться через воздушное пространство, не охватывая вторичные обмотки, тем круче будет падать внешняя характеристика.

Сварочный ток регулируется расстоянием между обмотками. При сближении обмоток магнитный поток рассеяния уменьшается, а сварочный ток увеличивается. Минимальный сварочный ток соответствует наибольшему расстоянию между обмотками.



Существуют следующие типы трансформаторов с ПМР:

1. С подвижными (раздвижными) катушками ;
2. С подвижным магнитным шунтом .

Трансформаторы с подвижными катушками (ТД): в настоящее время выпускаются массово и имеют, в сравнении с другими, определенные достоинства по диапазонам регулирования тока, качественной динамике управления, плавности регулирования сварочного тока. На рисунке изображено устройство сварочного трансформатора с ПМР.

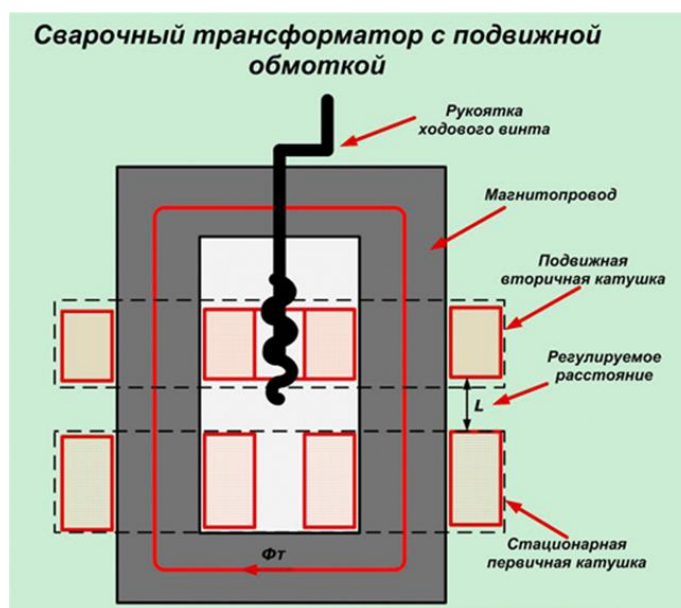
Для расширения пределов регулирования сварочного тока в трансформаторах предусмотрено переключение на режимы малых или больших

токов(грубая регулировка сварочного тока). Параллельное соединение катушек вторичной обмотки обеспечивает работу в режиме больших токов.

СВАРОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР



Последовательное соединение катушек вторичной обмотки обеспечивает работу в режиме малых токов. В пределах каждого режима возможно плавное регулирование сварочного тока.



Трансформатор с подвижным магнитным шунтом СТШ-, состоит из катушек первичной и вторичной обмотки, которые расположены на замкнутом магнитопроводе. Внутри магнитопровода между первичными обмотками и вторичными обмотками установлен перемещающийся **магнитный шунт**, представляющий собой два пакета из пластин электротехнической стали. С помощью шунта в трансформаторе изменяют магнитные потоки рассеяния. При введении шунта между обмотками и уменьшении зазора часть магнитного потока будет замыкаться через шунт, магнитная связь между первичной и вторичной обмоткой будет ослабевать, а следовательно, будет уменьшаться и

сварочный ток. При выведении шунта и увеличении зазора большая часть магнитного потока будет проходить по магнитопроводу, магнитная связь между обмотками возрастет, что приведет к увеличению сварочного тока.

Преимущества сварочных трансформаторов

- дешевизна изготовления (сварочный трансформатор примерно в 2–4 раза дешевле сварочного выпрямителя и в 6–10 раз дешевле сварочного агрегата аналогичной мощности);

- высокий КПД (обычно 70–90%);

- сравнительно низкий расход электроэнергии;

- простота эксплуатации и ремонта.

- Недостатки сварочных трансформаторов

- для качественной сварки обычно требуются специальные электроды для переменного тока, обладающие повышенными стабилизирующими свойствами;

- низкая стабильность горения дуги (при отсутствии встроенного стабилизатора горения дуги);

в простых трансформаторах – зависимость от колебаний сетевого напряжения.

Технические характеристики сварочных трансформаторов

Совокупность параметров трансформатора, описывающих его служебные свойства, а так же параметры его работы и питания называют техническими характеристиками.

Технические характеристики популярных моделей

Пример условного обозначения сварочного трансформатора.

ТДМ 252У2 -однофазный сварочный трансформатор предназначен для питания одного сварочного поста переменным током, частотой 50 Гц, при ручной дуговой сварке (резке или наплавке) покрытыми электродами на переменном токе малоуглеродистых и низколегированных сталей.

Трансформатор работает в следующих условиях:

- интервал температур от – 450 С до + 450 С;
- относительная влажность воздуха не более 80% при + 200 С;
- высота над уровнем моря не более 1000 м.

Предусмотрено использование штучных сварочных электродов диаметром 2...6 мм всех марок. Каждый трансформатор выполняется только на одно напряжение сети а) 220 В, 50 Гц, б) 380 В, 50 Гц

Климатическое исполнение «У», категория «2» по ГОСТ 15150-69.

Содержание отчета

1. Название и цель занятия
2. Рисунок источника питания сварочной дуги
3. Описание принципа работы трансформатора и регулировки силы сварочного тока в трансформаторах
4. Внешняя характеристика трансформатора для ручной дуговой сварки

5. Расшифровка трансформатора ТДМ-401У2?
6. Вывод
7. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что такое сварочный трансформатор?
2. Как классифицируются сварочные трансформаторы?
3. Преимущества сварочных трансформаторов перед другими источниками сварочного тока.
4. Опишите принцип работы трансформаторов, которые широко распространены в сварочном производстве.
5. Из каких основных узлов состоит сварочный трансформатор типа ТД?
6. Как регулируется сила сварочного тока в трансформаторах с подвижными обмотками?
7. Какой должна быть внешняя характеристика трансформатора для ручной дуговой сварки?
8. Что обозначает обозначение трансформатора ТДМ-401У2?

Практическое занятие № 4

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования

Цель: Освоение профессиональной компетенции ПК1.1 «Выполнять основные виды работ по проектированию электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования»

Краткие теоретические сведения

Классификация электрооборудования.

Взрывозащищенное электрооборудование подразделяется по уровням и видам взрывозащиты, а также по группам и температурным классам.

По уровню взрывозащиты электрооборудование бывает повышенной надежности против взрыва, взрывобезопасное и особовзрывоопасное.

В электрооборудовании повышенной надежности против взрыва защита обеспечивается только при нормальном режиме работы (**знак уровня - 2**). Во взрывобезопасном электрооборудовании - как при нормальном режиме работы, так и при повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме поврежденных средств взрывозащиты (**знак уровня - 1**). В особовзрывобезопасном электрооборудовании приняты дополнительные (по отношению к взрывоопасному электрооборудованию) средства взрывозащиты (**знак уровня - 0**).

Виды взрывозащиты электрооборудования следующие: взрывонепроницаемая оболочка - **d**; заполнение или продувка оболочки при избыточном давлении защитным газом - **p**; искробезопасная цепь - **i**; кварцевое

заполнение оболочки с токоведущими частями - **q**; масляное заполнение оболочки с токоведущими частями - **o**; специальная взрывозащита - **s**; защита вида "е".

Группа взрывозащищенного оборудования определяется областью его применения;

I - рудничное, предназначенное для шахт и рудников;

II - для внутренней и наружной установки (кроме рудничного). II - группа делится на подгруппы IIА, IIВ и IIС, которые соответствуют категории взрывоопасных смесей.

При создании взрывозащищенного электрооборудования большую роль играет безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ) между фланцами, через который взрыв не передается в окружающую среду при любой концентрации смеси в воздухе. Взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом в зависимости от допустимого размера БЭМЗ подразделяются на пять категорий, соответствующих подгруппам II группы электрооборудования.

Температурные классы электрооборудования II группы зависят от предельной температуры поверхностей взрывозащищенного электрооборудования, безопасной в отношении воспламенения окружающей взрывоопасной среды.

Группы взрывоопасной смеси газов и паров с воздухом, соответствующие температурным классам электрооборудования II группы, зависят от температуры самовоспламенения этих смесей (табл. 13.3).

Группы взрывоопасных смесей паров и газов с воздухом

Распределение взрывоопасных смесей паров и газов с воздухом по категориям и группам приведено в таблице.

Маркировка взрывозащитного электрооборудования

В маркировку электрооборудования по взрывозащите входят: уровень взрывозащиты (**0, 1, 2**); знак Ex, указывающий на соответствие электрооборудования стандартам; вид взрывозащиты (**q, d, p, o, s, i, e**); группа и подгруппа оборудования (**II, IIА, IIВ и IIС**), температурный класс (**T1 - T6**). Например, **2ExeIIТ6** (повышенная надежность против взрыва, с защитой вида "е", группа II, температурный класс T6). В маркировке по взрывозащите могут применяться дополнительные знаки и надписи в соответствии со стандартом на электрооборудование.

T 3

Бензины: А-66, А-72, А-76, "Галоша", Б-70, гексан, гептан, керосин, нефть, петролейный эфир, пентан, растворитель № 651, скипидар, амиловый спирт, топливо Т-1 и ТС-1, уайт-спирит

T 4

Альдегиды, декан, тетраметилдиаминометан

II В

Т 1

Коксовый газ, синильная кислота

Т 2

Дивинил, диметилдихлорсилан, диоксан, камфарное масло, акриловая кислота, нитроциклогексан, окись пропилена, окись этилена, растворители АМП-3 и АКР, формальдегид, этилен

Т 3

Акролеин, сероводород, тетраэтоксисилан, триэтоксисилан, дизельное топливо, формальгликоль этоксисилан, дизельное топливо, формальгликоль

Т 4

Дибутиловый и диэтиловый эфир, диэтиловый эфир этиленгликоля

II С

Т 1

Водород, водяной газ, светильный газ, смесь водорода с азотом (3:1)

Т 2

Ацетилен, метилдихлорсилан

Т 3

Трихлорсилан

Т 5

Сероуглерод

Порядок выполнения:

1. Определить вид взрывозащиты всего электрооборудования
2. Описать эти виды
3. Подготовиться к защите.

Содержание отчета

1. Название и цель занятия
2. Виды взрывозащиты электрооборудования
3. Описание вида взрывозащиты электрооборудования
4. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Классификация помещений по взрыво- и пожароопасности
2. Виды исполнения оборудования по степени защиты от воздействия окружающей среды

Практическое занятие № 5

Выбор способа прокладки проводов и кабелей во взрывопожароопасной зоне

Цель занятия: Освоение профессиональной компетенции ПК1.1 «Выполнять основные виды работ по проектированию

электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования».

Материально-техническое оснащение:

1. Методические указания
2. Образцы кабелей

Краткие теоретические сведения

В соответствии с ПУЭ

Допустимые способы прокладки кабелей и проводов во взрывоопасных зонах

Кабели и провода

Способ прокладки

Сети выше 1 кВ

Силовые сети и вторичные цепи до 1кВ

Осветительные сети до 380 В

Бронированные кабели

Открыто - по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в коробах, лотках, на тросах, кабельных и технологических эстакадах; в каналах; скрыто - в земле (траншеях), в блоках

В зонах любого класса

Небронированные кабели в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках

Открыто - при отсутствии механических и химических воздействий; по стенам и строительным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в лотках, на тросах

В-Іб, В-Іа, В-Іг

В-Іб, В-Іа, В-Іг

В-Іа, В-Іб, В-Іа, В-Іг

В каналах пылеуплотненных (например, покрытых асфальтом) или засыпанных песком

В-ІІ, В-Іа

В-ІІ, В-Іа

В-ІІ, В-Іа

Открыто - в коробах

В-Іб, В-Іг

В-Іа, В-Іб, В-Іг

В-Іа, В-Іб, В-Іг

Открыто и скрыто - в стальных водогазопроводных трубах

В зонах любого класса

Изолированные провода

То же

То же

Примечание. Для искробезопасных цепей во взрывоопасных зонах любого класса разрешаются все перечисленные в таблице способы прокладки проводов и кабелей.

Во взрывоопасных зонах классов В-Ia и В-Iб применение шинопроводов допускается при выполнении следующих условий:

- а) шины должны быть изолированы;
- б) во взрывоопасных зонах класса В-Ia шины должны быть медными;
- в) неразъемные соединения шин должны быть выполнены сваркой или опрессовкой;
- г) болтовые соединения (например, в местах присоединения шин к аппаратам и между секциями) должны иметь приспособления, не допускающие самоотвинчивания;
- д) шинопроводы должны быть защищены металлическими кожухами, обеспечивающими степень защиты не менее IP31. Кожухи должны открываться только при помощи специальных (торцевых) ключей.

Наружную прокладку кабелей между взрывоопасными зонами рекомендуется выполнять открыто: на эстакадах, тросах, по стенам зданий и т. п., избегая по возможности прокладки в подземных кабельных сооружениях (каналах, блоках, туннелях) и траншеях.

По эстакадам с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ помимо кабелей, предназначенных для собственных нужд (для управления задвижками трубопроводов, сигнализации, диспетчеризации и т.п.), допускается прокладывать до 30 бронированных и небронированных силовых и контрольных кабелей, стальных водогазопроводных труб с изолированными проводами.

Небронированные кабели должны прокладываться в стальных водогазопроводных трубах или в стальных коробах.

Бронированные кабели следует применять в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочках, не распространяющих горение. Рекомендуется эти кабели выбирать без подушки. При этом стальные трубы электропроводки, стальные трубы и короба с небронированными кабелями и бронированные кабели следует прокладывать на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов, по возможности со стороны трубопроводов с негорючими веществами.

Строительные конструкции эстакад и галерей должны соответствовать требованиям гл.2.3.

При числе кабелей более 30 следует прокладывать их по кабельным эстакадам и галереям (см. гл. 2.3). Допускается сооружать кабельные эстакады и галереи на общих строительных конструкциях с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ при выполнении противопожарных мероприятий. Допускается прокладка небронированных кабелей.

Кабельные эстакады могут пересекать эстакады с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ как сверху, так и снизу независимо от плотности по отношению к воздуху транспортируемых газов.

При количестве кабелей до 15 в месте пересечения допускается не сооружать кабельных эстакад; кабели могут прокладываться в трубном блоке или в плотно закрывающемся стальном коробе с толщиной стенки короба не менее 1,5 мм.

Кабельные эстакады и их пересечения с эстакадами трубопроводов с горючими газами и ЛВЖ должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Все конструктивные элементы кабельных эстакад (стойки, настил, ограждения, крыша и др.) должны сооружаться из несгораемых материалов.

2. На участке пересечения плюс до 1,5 м в обе стороны от внешних габаритов эстакады с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ кабельная эстакада должна быть выполнена в виде закрытой галереи. Пол кабельной эстакады при прохождении ее ниже эстакады с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ должен иметь отверстия для выхода попавших внутрь нее тяжелых газов.

Ограждающие конструкции кабельных эстакад, пересекающихся с эстакадами с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ, должны быть несгораемыми и соответствовать требованиям гл. 2.3.

3. На участке пересечения эстакады с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ не должны иметь ремонтных площадок и на трубопроводах не должно быть фланцевых соединений, компенсаторов, запорной арматуры и т. п.

4. В местах пересечения на кабелях не должны устанавливаться кабельные муфты.

5. Расстояние в свету между трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ и кабельной эстакадой или трубным блоком с кабелями либо электротехническими коммуникациями должно быть не менее 0,5 м.

Наружные кабельные каналы допускается сооружать на расстоянии не менее 1,5 м от стен помещений со взрывоопасными зонами всех классов. В месте входа во взрывоопасные зоны этих помещений каналы должны засыпаться песком по длине не менее 1,5 м.

В кабельных каналах, проходящих во взрывоопасной зоне класса В-Іг или по территории от одной взрывоопасной зоны до другой, через каждые 100 м должны быть установлены песочные перемычки длиной не менее 1,5 м по верху.

Во взрывоопасных зонах любого класса допускается прокладка кабелей в блоках. Выводные отверстия для кабелей из блоков и стыки блоков должны быть плотно заделаны несгораемыми материалами.

Сооружение кабельных туннелей на предприятиях с наличием взрывоопасных зон не рекомендуется. При необходимости кабельные туннели могут сооружаться при выполнении следующих условий:

1. Кабельные туннели должны прокладываться, как правило, вне взрывоопасных зон.

2. При подходе к взрывоопасным зонам кабельные туннели должны быть отделены от них несгораемой перегородкой с пределом огнестойкости 0,75 ч.

3. Отверстия для кабелей и труб электропроводки, вводимых во взрывоопасную зону, должны быть плотно заделаны несгораемыми материалами.

4. В кабельных туннелях должны быть выполнены противопожарные мероприятия (см. 2.3.122).

5. Выходы из туннеля, а также выходы вентиляционных шахт туннеля должны находиться вне взрывоопасных зон.

Открытые токопроводы до 1 кВ и выше гибкой и жесткой конструкций допускается прокладывать по территории предприятия со взрывоопасными зонами на специально для этого предназначенных эстакадах или опорах.

Прокладывать открытые токопроводы на эстакадах с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ и эстакадах КИПиА запрещается.

Токопроводы до 10 кВ в оболочке со степенью защиты IP54 могут прокладываться по территории предприятия со взрывоопасными зонами на специальных эстакадах, эстакадах с трубопроводами с горючими газами и ЛВЖ и эстакадах КИПиА, если отсутствует возможность вредных наводок на цепи КИПиА от токопроводов. Токопроводы следует прокладывать на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов, по возможности со стороны трубопроводов с негорючими веществами.

Минимально допустимые расстояния от токопроводов до помещений со взрывоопасными зонами и до наружных взрывоопасных установок приведены в табл. 7.3.15.

Допустимые расстояния от кабельных эстакад до помещений со взрывоопасными зонами и до наружных взрывоопасных установок:

- а) с транзитными кабелями - см. табл. 7.3.15;
- б) с кабелями, предназначенными только для данного производства (здания), - не нормируются.

Порядок выполнения:

- 1. Дать характеристику объекта в соответствии с классом взрывопожароопасной зоны.
- 2. Выбрать способ прокладки кабелей автоматизации объекта
- 3. Сделать выводы.

Содержание отчета

- 1. Название и цель занятия
- 2. Характеристика объекта в соответствии с классом взрывопожароопасной зоны
- 3. Описание выбранного способа прокладки кабелей
- 4. Выводы.
- 5. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Выбор электрооборудования для взрыво- и пожароопасных помещений
2. Электропроводки во взрыво- и пожароопасных помещениях

Практическое занятие № 6

Составление схем электроснабжения общественных и жилых зданий

Цель: изучить порядок составления схем электроснабжения общественных и жилых зданий.

Теоретические сведения

Электроприемники жилых и общественных зданий подразделяют на три категории.

I категория — к потребителям этой группы относятся те, нарушение электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный материальный ущерб и пр.

II категория — к этой группе относят электроприёмники, перерыв в питании которых может привести к массовому недоотпуску продукции, простоя рабочих, механизмов, промышленного транспорта.

III категория — все остальные потребители электроэнергии.

Потребители I категории должны иметь постоянное электропитание, причем от двух независимых источников. Перерыв в питании от одного из источников допускается только на время действия АВР.

Потребители II категории допускают работу от одного источника и перерыв питания не должен превышать время, необходимое для включения резервного источника дежурным персоналом или выездной бригадой.

Потребители III категории допускают перерыв в электропитании до суток - время ликвидации аварии выездной аварийной бригадой.

Потребители I категории должны иметь не менее двух независимых источников питания, допускается питание также от двух близлежащих однострансформаторных или разных трансформаторов двухтрансформаторных подстанций, подключенных к разным линиям 6 - 20 кВ с устройством АВР.

Питание силовых электроприемников и освещения осуществляется от общих трансформаторов, если частота размахов изменений напряжения в сети освещения не превышает регламентируемых значений.

Выбор мощности силовых трансформаторов ТП производится с учетом их нагрузочной и перегрузочной способности.

В жилых зданиях, а также в общественных зданиях, где уровень звука ограничен санитарными нормами, размещение встроенных и пристроенных ТП не допускается.

Главные распределительные щиты (ГРЩ) при применении встроенных ТП размещают в смежном с ТП помещении. Комплектные трансформаторные подстанции (КТП) размещают в одном помещении с ГРЩ.

Электрические сети до 1 кВ жилых и общественных зданий по назначению условно делят на питающие и распределительные. Питающей сетью являются линии, идущие от трансформаторной подстанции до ВРУ и от ВРУ до силовых распределительных пунктов в силовой сети и до групповых щитков в осветительной сети. Распределительной сетью называют линии, идущие от распределительных пунктов в силовой сети до силовых электроприемников.

Групповой сетью являются: линии, идущие от групповых щитков освещения до светильников; линии от этажных групповых щитков к электроприемникам квартир жилых домов.

Сети выполняют по радиальной, магистральной и смешанной схемам.

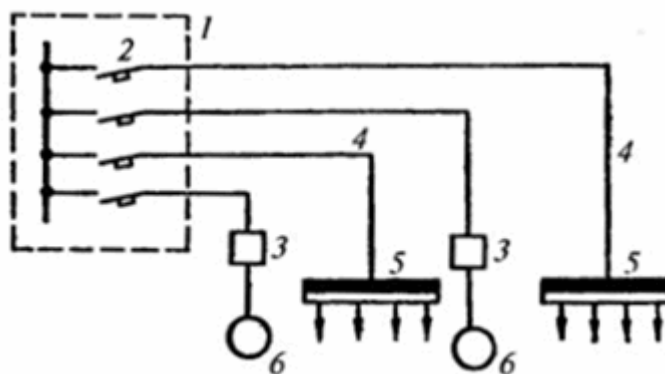


Рис. 1. Радиальная схема силовой сети: 1 — распределительный щит; 2 — автоматический выключатель; 3 — пусковой аппарат; 4 — линия; 5 — распределительный пункт; 6 — электроприемник.

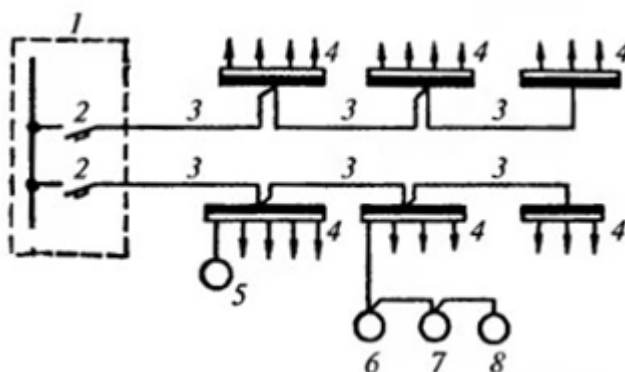


Рис.2. Магистральная схема силовой сети: 1 — распределительный щит; 2 — автоматический выключатель; 3 — питающая линия; 4 — силовой распределительный пункт; 5 — электроприемник; 6 — 8 — электроприемники, включенные в цепочку.

Питание стационарных однофазных электроприемников выполняют трехпроводными линиями. В жилых и общественных зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых щитков до штепсельных розеток, выполняют трехпроводными (L - фазный, N - нулевой рабочий и РЕ - нулевой защитный проводники). При этом нулевой рабочий - N и нулевой защитный - РЕ проводники не следует подключать под один контактный зажим.

На этапе создания внешнего электроснабжения жилого дома определяются такие основные моменты:

- где будет расположена сама электроустановка;
- каким будет тип питающей линии (кабельный или воздушный), а уже для многоквартирных домов определяется и их количество;
- сечение питающей линии, также ее марка;
- коммутационные защитные аппараты и их номиналы.

Особенности составления схемы электроснабжения многоэтажного дома изнутри

В многоквартирном доме на этапе составления такой схемы изнутри определяются индивидуальные моменты для каждого помещения:

- мощность и необходимое количество электроэнергии в помещении;
- места, где будут установлены осветительные приборы и выключатели;
- количество электроприборов для каждой комнаты + делаем акцент на будущее (возможность дополнительного электроустройства);
-

Однолинейная схема электроснабжения многоэтажного дома

Однолинейная схема электроустановки в основном применяется для новостроек. При составлении такого проекта, как и всех остальных, производится расчёт нагрузок, аппаратов защиты, выбор сечения отходящих линий.

На основании этой расчетной схемы и будет составлена вся необходимая документация и сама схема электроснабжения многоэтажного дома, что будет гарантировать безопасность для людей и непосредственно для самых объектов. Согласно всем нормативно-правовым требованиям, все должно быть оформлено надлежащим образом, с указанием всех размеров и параметров используемых материалов.

Порядок выполнения

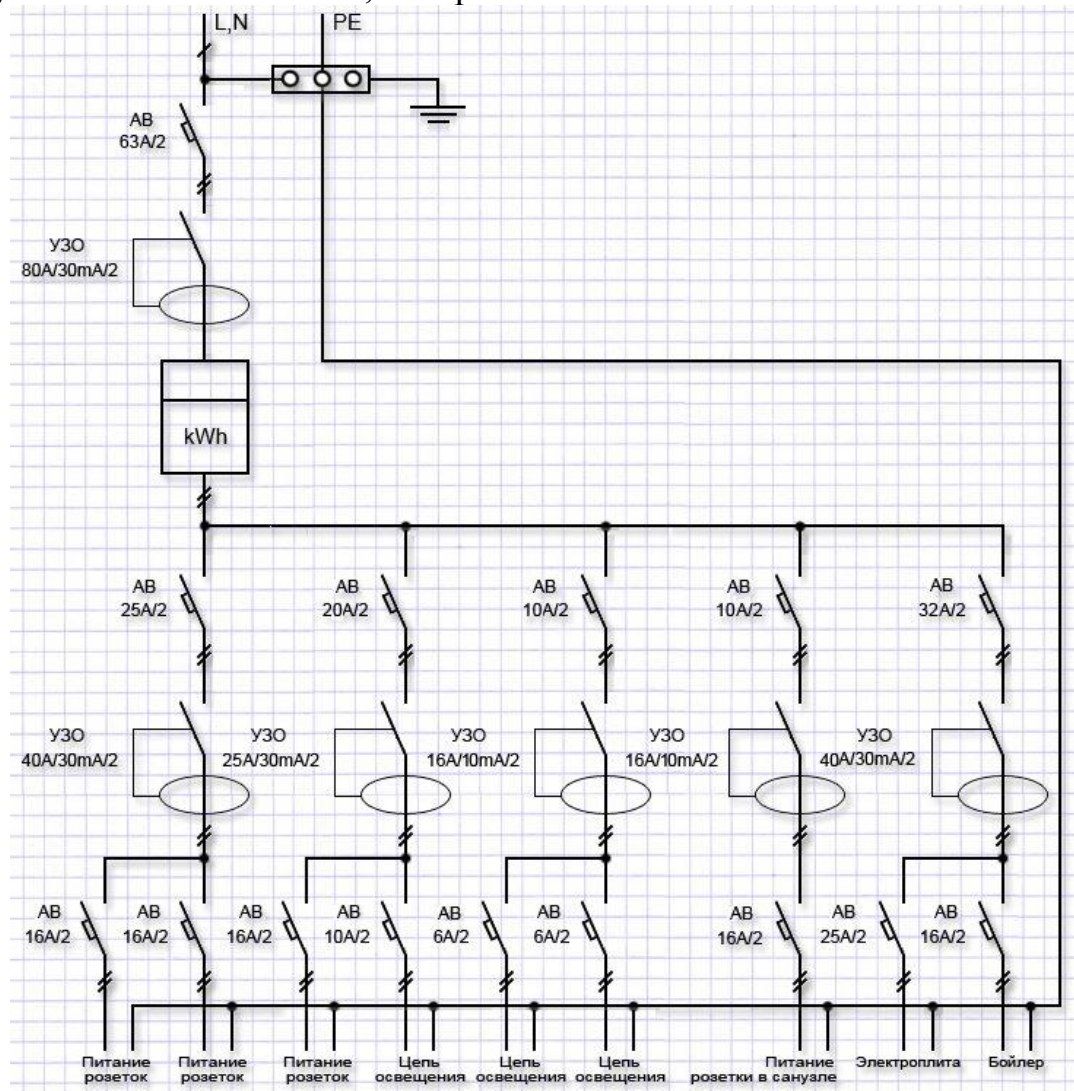
1. Составить таблицу Категории потребителей электроэнергии

Категория

Характеристика

Потребители

2. Перечертить схемы, изображенные на рисунках 1 и 2.
3. Изучить однолинейную схему электроснабжения и перечертить ее в тетрадь, указав все обозначения, изображенные на ней.



Содержание отчета

1. Название и цель занятия
2. Таблица категории потребителей электроэнергии
3. Однолинейная схема электроснабжения
4. Вывод
5. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы.

1. Сколько существует категорий потребителей электроэнергии?
2. Укажите особенности составления схем электроснабжения.
3. На какие виды по назначению подразделяются электрические сети до 1 кВ жилых и общественных зданий?

Практическое занятие № 7

Составление технологической карты ступенчатой разделки силового кабеля напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией

Цель: Научиться составлять технологическую карту ступенчатой разделки кабеля с бумажной изоляцией.

Студент должен знать:

- область применения кабельных линий;
- конструкцию кабеля;
- назначение и классификацию кабельных муфт;
- маркировку кабельных муфт;

уметь

- читать маркировку кабельных муфт и заделок;
- составлять технологическую карту ступенчатой разделки кабеля с бумажной изоляцией.

Теоретическое обоснование

При монтаже кабельных линий возникает необходимость соединять кабели между собой (для чего применяют соединительные и ответвительные муфты), так и подсоединять кабели к различным электрическим аппаратам и устройствам (для чего применяют концевые заделки и концевые муфты).

Для выполнения муфт и заделок сначала производится ступенчатая разделка кабеля. Перед разделкой кабеля производят испытание бумажной изоляции кабеля, погружая ленты бумажной изоляции, прилегающие к оболочке и к жиле, в парафин, нагретый до 1500С. Признаком наличия влаги является потрескивание и образование пены. В этом случае от конца кабеля отрезают участок длиной 250 - 300 мм и производят повторную проверку. Операцию проводят до получения положительных результатов. Если влага проникла глубоко, то кабель бракуют.

Технология выполнения разделки кабеля зависит от назначения муфты или заделки, ее материала и номинального напряжения, при котором она должна применяться.

В маркировку муфт и заделок входят буквенные и цифр символы, каждый из которых имеет свою расшифровку.

В начале обозначения ставится буква, определяющая назначение муфты (заделки):

С - муфта соединительная;

О - муфта ответвительная;

Ст - муфта стопорная;

СП - муфта переходная;

КВ - муфта (заделка концевая внутренней установки);

КН - муфта концевая наружной установки.

После маркировки, определяющей назначение, ставится букваобозначающая материал муфты:

Ч - чугун;

С - свинец;

А - алюминий;

Э -эпоксидный компаунд;

Р - резина;

сл - самоклеющаяся лента;

Б – стальная воронка, заливаемая битумным составом.

После обозначения материала ставятся буквы, определяющие различные характеристики муфт и заделок.

ТВ - с термоусаживаемыми поливинилхлоридными трубками;

Н - с трубками из найритовой резины;

Т - с трехслойными трубками;

З (в сочетании Рз) с заполнением изоляционным составом;

сл - с подмоткой из самоклеющихся лент;

В - с корпусом, имеющим продольный разъем в вертикальной плоскости;

С - отливаемая в съемной форме;

О - овальной формы;

К - круглой формы.

Если перед обозначением исполнения муфты (заделки) стоит буква П, то это значит, что муфта предназначена для кабелей с пластмассовой изоляцией.

Наиболее распространенными муфтами и заделками для кабелей с бумажной изоляцией на напряжение до 10 кВ являются следующие соединительные муфты - СЧ, СЭ, СЭв (на 1 кВ); СС, СЭ, СЭв (на 6 и 10 кВ);

концевые заделки и муфты внутренней установки для сухих помещений КВЭтв, КВР (на 1 кВ); КВЭтт; КВт (на 6 и 10 кВ);

концевые заделки и муфты для влажных помещений – КВЭтв, КВЭт (на 1 кВ); КВЭТВ, КВт (на 6 и 10 кВ);

концевые заделки и муфты для сырых и особо сырых помещений – КВЭп (на 1 кВ); КВЭп (6 и 10 кВ):

концевые заделки и муфты для жарких и сухих помещений КВЭтв, КВсл, КВЭт (на 1 кВ); КВЭтв, КВЭн, КВЭт, КВЭк (на 6 и 10 кВ).

Методические указания

Для производства работ на рабочем столе должны быть следующие материалы и инструменты, ножовка-бронерезка; монтерский нож; плоскогубцы;

складной метр; напильник; ключ для снятия гофрированной оболочки; суровые нитки; набор заземляющих проводов; оцинкованная стальная проволока диаметром 1...1,5 мм; стальная проволока диаметром 2 мм.

Операции над элементами кабеля, которые отсутствуют в выданном для разделки кабеле, не производят.

Если снятие битумной подушки производится с использованием растворителей, то в помещении запрещается применение открытого огня.

Разделку в зависимости от ее назначения (для соединительных муфт или для концевых заделок) следует производить в соответствии с рисунком 3.1.

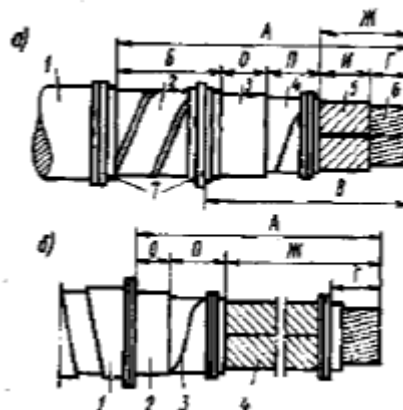
Размеры разделки кабелей даны в таблице 3.1 и 3.2. В таблице 3.2 размер Ж

(длину разделанных жил) определяют в зависимости от условий присоединения кабеля. Этот размер не должен быть менее 150 мм при $U = 1$ кВ, 250 мм при $U = 6$ кВ и 400 мм при $U = 10$ кВ. Размер Г следует принимать равным 30 мм (он определяется выбранным способом оконцевания жил).

В таблице 3.1 размер Г определяется способом соединения жил ($Ж = И + Г$).

Для муфт, расположенных внутри зданий, $Б = 0$ и $А = В$. В числителе стоят цифры для бронированных кабелей, в знаменателе

- для кабелей с пластмассовой изоляцией. Размеры для разделки кабеля до 10 кВ приведены в таблице 3.2.



а - разделка конца трехжильного кабеля с поясной бумажной изоляцией (1 - наружный покров, 2 - броня, 3 - свинцовая или алюминиевая оболочка, 4 - поясная изоляция, 5 - изоляция жил, 6 - жилы кабеля. 7 - проволоочные бандажи);

б - разделка конца трехжильного кабеля с бумажной изоляцией для монтажа концевых заделок (1 - броня, 2 - оболочка, 3 - поясная изоляция, 4 - жила в заводской изоляции)

Рисунок 3.1 - Виды разделок

Таблица 3.1 – Размеры разделки кабелей с бумажной изоляцией до 10 кВ при монтаже соединительных и ответвительных муфт

Маркорузмер муфты	Размеры разделки, мм (рисунок 4.1, а)					
	А	Б	О	П	Ж	В
СС-60	330	60	70	25	175	270
СС-70	345	60	70	25	190	285
СС-80	370	60	70	25	215	310
СС-90	380	60	70	25	225	320
СС-100	405	60	70	25	250	345
СС-110	450	60	70	25	294	390
СЭ-3×50-10	395/315	-	120	20	190	-
СЭ-3×95-10	420/340	-	120	20	215	-
СЭМ-3×50-1	-	-	80	10	106	56

Таблица 3.2 – Размеры разделки кабелей до 10 кВ при монтаже концевых муфт и заделок внутренней установки

Маркорузмер муфты или заделки	Размеры, мм (рисунок 1.1, б)		
	А	О	П
КВЭ 3×35-6 КВЭ 3×35-10 КВЭт 3×35-6	Ж+55	35	20
КВЭт 3×35-10 КВЭ 3×70-10 КВЭт 3×70-10	Ж+70	50	20
КВР-1-КВР-4	Ж+90	60	20

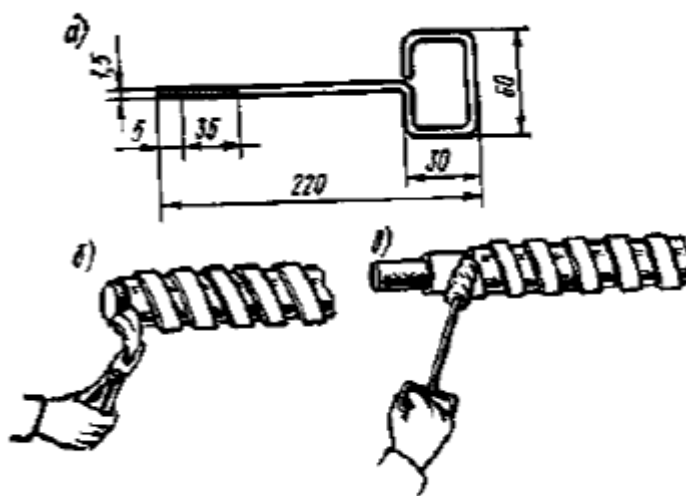
Ход работы

- 2) Составить технологическую карту на разделку силового кабеля до 10 кВ с
 - 3) Технологическую карту следует составлять в соответствии с приведенной в
- Таблица 3.4 – Технологическая карта разделки кабеля с бумажной изоляцией

Операция	Способ выполнения
1	2
Снятие брони из стальных лент	На расстоянии А от конца кабеля накладывают бандаж из проволоки d = 2 мм. Джутовый покров разматывают от конца кабеля до бандаж и не срезают, а оставляют для последующей защиты ступени брони от коррозии
То же	На расстоянии Б от первого бандаж накладывают второй бандаж из такой же проволоки. Бронеленты надрезают по кромке второго бандаж, после чего их разматывают и удаляют
Удаление подушки	Ленты подушки разматывают и удаляют. Битумный состав тщательно смывают. При этом допускается нагрев подушки беглым огнем

Надрезание оболочки	На расстоянии О от среза брони выполняют первый кольцевой надрез, а на расстоянии П+5 от первого - второй. Надрезы делают осторожно, на половину толщины оболочки
Снятие свинцовой оболочки	От второго кольцевого надреза до конца кабеля выполняют два продольных надреза на расстоянии 10 мм друг от друга. Полоску между надрезами удаляют до второго кольцевого надреза и снимают оболочку
Снятие гладкой алюминиевой оболочки	От второго кольцевого надреза до конца кабеля выполняют надрез по винтовой линии, установив ре�ец ножа под углом 45° к оси кабеля. С помощью плоскогубцев удаляют оболочку
Снятие гофрированной алюминиевой оболочки	Надрезают оболочку на расстоянии 1...15 мм у выступа гофра, отгибают надрезанную часть оболочки на шаг и надрывают ее дальше на 25...30 мм; закрепляют полоску оболочки в прорези ключа (рисунок 3.2) и, поворачивая ключ по часовой стрелке, наматывают на него полоски оболочки до проволоочного бандажа
Удаление поясной изоляции	Разматывают ленты полупроводящей (черной) бумаги и поясной изоляции и обрывают их у края оболочки
Изгибание жил	Жилы немного разводят в стороны изгибают по шаблону. Без шаблона жилы изгибают постепенным передвижением обеих рук по жиле, не допуская крутых переходов и повреждения бумажной изоляции. Радиус изгиба должен быть не менее 10-кратного диаметра жилы или высоты ее сектора
Снятие бумажной изоляции	Снимают изоляцию жил на участке, длину которого определяют способом оконцевания или соединения: предварительно у места среза на изоляцию накладывают бандаж двумя-тремя витками суровых ниток. Затем производят оконцевание или соединение жил
Удаление оболочки над ступенью поясной изоляции	Надрезают и снимают участок алюминиевой или свинцовой оболочки, оставленный ранее между двумя кольцевыми надрезами. Оставшиеся торцы оболочки обрабатывают, удаляя острые края и заусенцы
Оформление ступени поясной изоляции	На расстоянии П от среза оболочки накладывают бандаж из суровых ниток и обрабатывают ленты поясной изоляции до бандажа
То же полупроводящей бумаги	Оставшийся на кабеле поясok полупроводящей бумаги длиной 5 мм закрепляют на конце бандажом из двух витков суровых ниток
Разбортовка конца свинцовой оболочки	При отсутствии под свинцовой оболочкой полупроводящей бумаги оболочку отгибают равномерно по всей окружности с помощью разбортовки

Выбор сечения медного многопроволочного проводника	Сечение провода заземления должно быть для кабелей сечением жил до 10 мм ² -6 мм ² ; » 16-25 мм ² - 10 мм; » 50-120мм ² - 16 мм ² ; » 150-240 мм ² -25 мм ²
Выбор длины провода заземления при соединительных муфтах	Длина провода заземления должна обеспечить его последовательное присоединение к оболочкам (экранам), броне и металлическим корпусам муфт
То же при концевых муфтах и заделках	То же, но свободный конец провода заземления должен служить для присоединения к опорной конструкции муфты (заделки) или к сети заземления
Присоединение провода к оболочке (экрану) кабеля	Провод заземления закрепляют на оболочке бандажом из оцинкованной стальной проволоки диаметром 1-1,5 мм и припаивают припоем ПОС-40. Место пайки предварительно очищают и обслуживают свинцовую оболочку припоем ПОС-40, а алюминиевую - припоем А
То же, но к броне кабеля	Присоединяют при ленточной броне к обеим бронелентам, а при проволочной - ко всем проволочкам бандажом из проволоки, а затем пайкой. Предварительно место пайки очищают и обслуживают
То же, но к болту заземления муфты или опорной конструкции	Провод заземления оконцовывают наконечником способом сварки, пайки или опрессовки



а – ключ; б – отгибание оболочки плоскогубцами;
в – наворачивание оболочки на ключ;
Рисунок 3.2 – Удаление гофрированной оболочки и размеры ключа

Содержание отчета

1. Название и цель занятия
2. Технологическая карта на разделку силового кабеля до 10 кВ с бумажной изоляцией
3. Вывод
3. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы кабеля и их назначение.
2. Какие виды электрических кабелей вы знаете?
3. Какие виды и материалы защитных оболочек жил кабелей вам известны?
4. Как классифицируются муфты (заделки) и по каким признакам?
5. Для чего производят ступенчатую разделку кабелей?
6. Расшифруйте марку муфты или заделки: КНЭ; КМА; СЦ; КВЭк; ПКВтп.
7. Расшифруйте марку кабеля и укажите область их применения:
8. СГТ- (3×25+1×10), АСКл-3×120, ААШв - 3×16, СБГ- 3×25, КРСБ - 10×1,5.

Список использованных источников

1. Печатные издания

1. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Е.А. Конюхова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 320 с.

2. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.Д. Карнеева, Т.В. Чиркова. – 10-е изд., стер. – М.: ИЦ «Академия», 2013. – 448 с.

3. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн. 2: Учебник для учреждений нач. проф. образования / Ю.Д. Сибикин. – 8-е изд., исп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 256 с.

2. Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Электроснабжение нетяговых потребителей железнодорожного транспорта. Устройство, обслуживание, ремонт [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, техникумов и колледжей и профессиональной подготовки работников ж.-д. трансп. / под ред. В. М. Долдина. – 2-е изд., стер. – М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2013. – 302 с. Режим доступа: WWW.studentlibrary.ru/

2. Чекулаев В. Е. Устройство и техническое обслуживание контактной сети [Электронный ресурс]: учебное пособие / Чекулаев В.Е.; Федотов А.А. – Москва: УМЦ ЖДТ, 2014. – 436 с. Режим доступа: www.studentlibrary.ru

3. Системы электроснабжения: учебник [Электронный ресурс]: Гужов Н. П., Ольховский В. Я., Павлюченко Д. А. НГТУ 2015 г. 262 страницы. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>

3. Дополнительные источники

1. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справ.: Учебное пособие. – М.: Форум: Инфра-М, 2008. – 480 с.

2. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 2009 г. – М.: КНОРУС, 2013. – 488 с.

3. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. – 214 с.

4. Кожунов В.И. Устройство электрических подстанций [Текст]: Учебное пособие. – М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2016. – 401 с.

5. Устройство и техническое обслуживание контактной сети [Текст]: учеб.пособие/В.Е. Чекулаев и др.; под ред. А.А. Федотова. – М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014. – 436 с.