

Министерство образования и науки Республики Татарстан
ГАПОУ «Нижнекамский многопрофильный колледж»

Согласовано:

Зам. директора по НМР

 В.П. Кузиева

« 31 » 08 20 12 г.

Утверждаю:

Зам. директора по УПР

 Р.М. Сабитов

« 31 » 08 20 12 г.

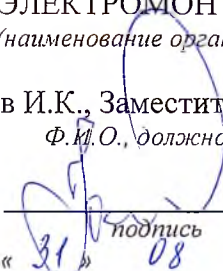
КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПМ.03 «Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей»

Профессия
08.01.18 Электромонтажник
электрических сетей и
электрооборудования
на базе основного общего
образования
Форма обучения - очная
Срок обучения - 2, 10 года

СОГЛАСОВАНО:

ООО «ЭЛЕКТРОМОНТАЖСТРОЙ»
(наименование организации)

Камалов И.К., Заместитель директора
Ф.И.О., должность


подпись
« 31 » 08 20 12 г.



СОГЛАСОВАНО:

ООО НП «Центромонтажавтоматика»
(наименование организации)

Мурашов Г.Н., главный инженер
Ф.И.О., должность


подпись
« 31 » 08 20 12 г.



Нижнекамск, 202 12 г.

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе:

1. Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 08.01.08 Электромонтажник электрических сетей и электрооборудования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №205 от 23.03.2018 г., зарегистрированного в Министерстве юстиции Российской Федерации №50771 от 13.04.2018, и в соответствии с распределением объема часов

2. рабочей программы ПМ.03 «**Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей**»,
в МДК.03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей».

Профиль технический.

Организация-разработчик:

ГАПОУ «Нижекамский многопрофильный колледж»

Разработчики:

Гарифуллин Евгений Мисхатович – преподаватель дисциплин профессионального цикла

Зайдуллина Нурия Сулеймановна – мастер производственного обучения

Габитова Эльмира Ясавиевна – мастер производственного обучения

Рассмотрена и рекомендована методической цикловой комиссией ГАПОУ «Нижекамский многопрофильный колледж»: Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки), Электромонтажник электрических сетей и оборудования, Автомеханик, Мастер по ремонту и обслуживанию автомобилей, Оператор связи; специальности Почтовая связь и преподавателей дисциплин общепрофессионального учебного цикла

Председатель МЦК _____ Г.З. Малых

Протокол заседания МЦК № 1 от « 29 » 08 2022 г.

Содержание

1.	Общие положения	4
2.	Результаты освоения профессионального модуля, формы и методы контроля и оценки	4
3.	Формы контроля освоения МДК03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей»	13
3.1	Контроль и оценка освоения учебной дисциплины МДК03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» по темам (разделам)	13
3.2	Контрольно-оценочные материалы текущего контроля по темам /разделам (вопросы для устного опроса МДК03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей»	14
3.3	Перечень практических работ	18
3.4	Перечень самостоятельных работ	19
3.5	Контрольно-оценочные материалы для проведения экзамена для МДК03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей»	19
4	Оценка освоения учебной практики	31
4.1.	Виды работ учебной практики ПМ.03 « Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей » и проверяемые результаты обучения	31
4.2.	Контрольно-оценочные материалы для проведения дифференцированного зачета по учебной практике ПМ.03 « Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей »	33
5.	Оценка освоения производственной практики	37
5.1	Критерии оценки по выполнению производственной практики	37
5.2	Виды работ производственной практики и проверяемые результаты обучения	38
5.3	Критерии оценки квалификационной готовности обучающихся к выполнению вида профессиональной деятельности	43
6	Контрольно-оценочные материалы для проведения экзамена (квалификационного) по ПМ.03 « Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей »	43
7	Информационное обеспечение обучения	54
	<u>Приложение 1.</u> Методические указания к практическим работам по МДК03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей»	55
	<u>Приложение 2.</u> Методические указания к самостоятельным работам по МДК03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей»	133

ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. Общие положения

Контрольно-оценочные средства (-далее КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных результатов обучающихся, освоивших программу профессионального модуля ПМ.03 **«Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей»**.

КОС включает контрольно-оценочные средства для проведения текущего контроля в форме устного опроса, практических и самостоятельных работ, промежуточной аттестации в форме экзамена по МДК 03.01, дифференцированного зачета по УП 03., дневника и отчета по ПП 03. ,экзамена(квалификационного) по ПМ 03 **«Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей»**.

2. Результаты освоения профессионального модуля, формы и методы контроля и оценки

Результатом освоения профессионального модуля является готовность обучающегося к выполнению вида профессиональной деятельности по ПМ.03 **«Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей»**, составляющих его профессиональных и общих компетенций, формирующихся в процессе освоения профессиональной программы в целом. В результате контроля и оценки по профессиональному модулю осуществляется комплексная проверка профессиональных и общих компетенций, определенных в ФГОС СПО, практического опыта, знаний и умений (Таблица 1)

Формы и методы контроля результатов освоения ПМ.03

Табл.1

Результаты (профессиональные и общие компетенции и личностные результаты)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
ПК.3.1Производить подготовительные работы.	<ul style="list-style-type: none"> -умение работать с технической документацией на подготовку и производство электромонтажных работ согласно СН и П 3.05.06-85; - качество подготовительных работ по монтажу электропроводок для вторичных цепей различными способами; - выбор проектной документации и составление простых электрических принципиальных и монтажных схем; - правильный выбор скорости и использования индустриальных методов монтажа вторичных цепей; - обоснованный выбор инструментов для электромонтажных работ согласно видов работ; - умение принять объект под монтаж; - умение определять критерии оценки качества электромонтажных работ; - обоснованный выбор технологической документации по приемке-сдаче подготовительных работ; - правильное выполнение требований ТБ и санитарных норм при подготовительных монтажных работах. 	<p>Текущий контроль знаний устный (фронтальный) опрос по темам №1, №2,№3,№4 выполнение практических работ №1-16 выполнение самостоятельных работ №1-5 Итоговый контроль по элементам модуля: экзамен по МДК 03.01. дифференцированный зачет по учебной практике; выполнение отчёта по результатам прохождения производственной практики и заполнение дневника по ПП.03.; экзамен(квалификационный) , выпускные квалификационные работы</p>
ПК.3.2.Выполнять различные типы соединительных электропроводок.	<ul style="list-style-type: none"> -умение поэтапно производить по монтажу различные типы соединительных электропроводок; - выбор инструментов, электроизмерительных приборов и приспособлений для выполнения различных типов соединительных электропроводок; - правильное определение критериев оценки качества электромонтажных работ при соединении электропроводок; - перечисление условий, обеспечивающих качество, экономичность, надежность соединительных электропроводок; - знание типовых неисправностей электропроводок при выполнении различных типов соединительных 	<p>Текущий контроль знаний устный (фронтальный) опрос по темам №1, №2,№3,№4 выполнение практических работ №1-16 выполнение самостоятельных работ №1-5 Итоговый контроль по элементам модуля: экзамен по МДК 03.01. дифференцированный зачет по учебной практике;</p>

	<p>электропроводок;</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение объема и нормы приемо-сдаточных испытаний при выполнении различных типов соединительных электропроводок; - перечисление методов обнаружения неисправностей электропроводок; - выполнение требований охраны труда и ТБ при выполнении различных типов соединительных электропроводок. 	<p>выполнение отчёта по результатам прохождения производственной практики и заполнение дневника по ПП.03.;</p> <p>экзамен(квалификационный) , выпускные квалификационные работы</p>
<p>ПК.3.3. Устанавливать и подключать распределительные устройства.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - выбор инструментов для монтажных работ; - точное и грамотное оформление всевозможных типов и конструкций, технологию монтажа распределительных устройств, техническую документацию для производства электромонтажных работ; - безошибочное производство установки и крепление распределительных устройств, согласно требованиям Ростехнадзора и ПУЭ; - определение критериев оценки качества электромонтажных работ; - знание порядка сдачи-приемки распределительных устройств; - умение перечислять типовые дефекты распределительных устройств; - перечисление методов обнаружения неисправностей в распределительных устройствах; - выбор систем заземления и зануления TN, TN-S при монтаже распределительных (устройств) установок; - перечисление условий, обеспечивающих качество, экономичность, надёжность, долговечность эксплуатации после монтажа распределительных устройств с соблюдением СН и П и ПУЭ; - выполнение требований охраны труда и ТБ при монтаже распределительных устройств и санитарных норм и правил Ростехнадзора. 	<p>Текущий контроль знаний</p> <p>устный (фронтальный) опрос по темам №1, №2, №3, №4</p> <p>выполнение практических работ №1-16</p> <p>выполнение самостоятельных работ №1-5</p> <p>Итоговый контроль по элементам модуля:</p> <p>экзамен по МДК 03.01.</p> <p>дифференцированный зачет по учебной практике;</p> <p>выполнение отчёта по результатам прохождения производственной практики и заполнение дневника по ПП.03.;</p> <p>экзамен(квалификационный) , выпускные квалификационные работы</p>
<p>ПК.3.4. Устанавливать и подключать приборы и</p>	<ul style="list-style-type: none"> - умение работать с технической документации на 	<p>Текущий контроль знаний</p>

<p>аппараты вторичных цепей.</p>	<p>установление и подключение приборов и аппаратов вторичных цепей;</p> <ul style="list-style-type: none"> - поэтапное производство работ по монтажу приборов и аппаратов вторичных цепей; - выбор инструментов для выполнения монтажных работ при установке и подключении приборов и аппаратов вторичных цепей; - безошибочно производить установку приборов и аппаратов вторичных цепей; - умение определять условные обозначения элементов вторичных цепей при подключении приборов и аппаратов; - соблюдение общих требований к установке приборов и аппаратов вторичных цепей; - знать типы, устройства и принципы действия приборов и аппаратов вторичных цепей и технологию монтажа; - выбор методики настройки и регулировки устройств защиты и автоматики; - знание и соблюдение правил ТБ и охраны труда, санитарные нормы при монтаже приборов и аппаратов вторичных цепей. 	<p>устный (фронтальный) опрос по темам №1, №2, №3, №4</p> <p>выполнение практических работ №1-16</p> <p>выполнение самостоятельных работ №1-5</p> <p>Итоговый контроль по элементам модуля:</p> <p>экзамен по МДК 03.01.</p> <p>дифференцированный зачет по учебной практике;</p> <p>выполнение отчёта по результатам прохождения производственной практики и заполнение дневника по ПП.03.;</p> <p>экзамен (квалификационный) ,</p> <p>выпускные квалификационные работы</p>
<p>ПК.3.5.Проверять качество и надёжность монтажа распределительных устройств и вторичных цепей.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - умение перечислять типовые дефектные неисправности монтажа распределительных устройств вторичных цепей; - перечисление методов обнаружения неисправностей; - выбор типов и методики применения контрольно-измерительных приборов; - знание правил чтения электрических, принципиальных и монтажных схем; - выполнение требований охраны труда и ТБ при монтаже распределительных устройств и вторичных цепей; - правильное воспроизведение основных пунктов раздела «Электротехнические устройства» СНИП, касающихся правил организации и производства работ по монтажу распределительных устройств и вторичных цепей; - критериев качества выполненных работ. 	<p>Текущий контроль знаний</p> <p>устный (фронтальный) опрос по темам №1, №2, №3, №4</p> <p>выполнение практических работ №1-16</p> <p>выполнение самостоятельных работ №1-5</p> <p>Итоговый контроль по элементам модуля:</p> <p>экзамен по МДК 03.01.</p> <p>дифференцированный зачет по учебной практике;</p> <p>выполнение отчёта по результатам прохождения производственной практики и заполнение дневника по</p>

		ПП.03.; экзамен(квалификационный) , выпускные квалификационные работы
ПК.3.6. Производить ремонт распределительных устройств и вторичных цепей.	<ul style="list-style-type: none"> - умение составлять дефектную ведомость для производства работ по ремонту; - выбор инструментов, электроизмерительных приборов и приспособлений для ремонта распределительных устройств и вторичных цепей; - умение составлять техническую документацию с перечислением текущего, профилактического и капитального ремонта; - перечисление особенностей профилактического, текущего и капитального ремонта распределительных устройств и вторичных цепей; - умение применять методику диагностирования распределительных устройств и вторичных цепей; - знание методов правильной утилизации вышедших из (строения) эксплуатации элементов распределительных устройств и вторичных цепей; - умение проводить мероприятия для соблюдения требований ПТБ и ПТЭ, при ремонте распределительных устройств и вторичных цепей; - перечислить требования санитарных норм и правил Ростехнадзора, касающихся проведения ремонтных работ распределительных устройств и вторичных цепей. 	Текущий контроль знаний устный (фронтальный) опрос по темам №1, №2, №3, №4 выполнение практических работ №1-16 выполнение самостоятельных работ №1-5 Итоговый контроль по элементам модуля: экзамен по МДК 03.01. дифференцированный зачет по учебной практике; выполнение отчёта по результатам прохождения производственной практики и заполнение дневника по ПП.03.; экзамен(квалификационный) , выпускные квалификационные работы
Умения:		
У.1 использовать техническую документацию на подготовку и производство электромонтажных работ; У.2 производить работы по монтажу электропроводок вторичных цепей различными способами; У.3 пользоваться проектной документацией;	<ul style="list-style-type: none"> -правильность использования технической документации на подготовку и производство электромонтажных работ; -правильность выполнения алгоритма работ по монтажу электропроводок вторичных цепей различными способами; -грамотность при использовании проектной документации -правильность составления электрических принципиальных 	Текущий контроль знаний устный (фронтальный) опрос по темам №1, №2, №3, №4 выполнение практических работ №1-16 выполнение самостоятельных работ №1-5

<p>У.4 составлять простые электрические принципиальные и монтажные схемы;</p> <p>У.5 использовать промышленные методы монтажа вторичных цепей;</p> <p>У.6 пользоваться инструментом для электромонтажных работ;</p> <p>У.7 использовать при монтаже электрические принципиальные и монтажные схемы, другую проектную документацию;</p> <p>У.8 использовать при монтаже инструменты, механизмы и приспособления;</p> <p>У.9 производить настройку и регулировку устройств защиты и автоматики;</p> <p>У.10 оценивать качество электромонтажных работ и надежность контактных соединений;</p> <p>– производить приемо-сдаточные испытания монтажа вторичных цепей и распределительных устройств;</p> <p>У.11 пользоваться приборами для измерения параметров электрических цепей;</p> <p>У.12 устанавливать причину неисправности распределительных устройств и вторичных цепей;</p> <p>У.13 производить демонтаж неисправных участков цепей, оборудования, приборов и аппаратов;</p> <p>У.14 производить несложный ремонт элементов распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей.</p> <p>У.15 пользоваться при ремонте электрическими принципиальными и монтажными схемами.</p>	<p>и монтажных схем;</p> <p>-грамотность и обоснованность использования промышленных методов монтажа вторичных цепей;</p> <p>- правильность использования инструментов для электромонтажных работ;</p> <p>- грамотность использования при монтаже электрических принципиальных и монтажных схем, другой проектной документации;</p> <p>-правильность использования при монтаже инструментов, механизмов и приспособлений;</p> <p>- точность выполнения настройки и регулировки устройств защиты и автоматики;</p> <p>-грамотность оценивания качества электромонтажных работ и надежность контактных соединений;</p> <p>-правильность выполнения приемо-сдаточных испытаний монтажа вторичных цепей и распределительных устройств;</p> <p>-правильность пользования приборами для измерения параметров электрических цепей;</p> <p>- правильность установления причины неисправности распределительных устройств и вторичных цепей;</p> <p>- точность выполнения демонтажа неисправных участков цепей, оборудования, приборов и аппаратов;</p> <p>- правильность выполнения несложного ремонта элементов распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей;</p> <p>-грамотность и обоснованность пользования при ремонте электрическими принципиальными и монтажными схемами.</p>	<p>Итоговый контроль по элементам модуля:</p> <p>экзамен по МДК 03.01.</p> <p>дифференцированный зачет по учебной практике;</p> <p>выполнение отчёта по результатам прохождения производственной практики и заполнение дневника по ПП.03.;</p> <p>экзамен(квалификационный) ,</p> <p>выпускные квалификационные работы</p>
<p>Знания:</p>		
<p>З.1 состав и содержание технической документации на производство электромонтажных работ;</p> <p>З.2 типы проводов и кабелей, используемых при</p>	<p>-точность знаний технической документации на производство электромонтажных работ;</p> <p>-правильность выполнения монтажа электропроводок вторичных цепей различными способами и выбора типов</p>	<p>Текущий контроль знаний</p> <p>устный (фронтальный) опрос по темам №1, №2, №3, №4</p> <p>выполнение практических работ №1-</p>

<p>монтаже вторичных цепей, технологию выполнения монтажа электропроводок вторичных цепей различными способами;</p> <p>3.3 требования к выполнению монтажа вторичных цепей;</p> <p>3.4 типы и конструкцию, технологию монтажа распределительных устройств, техническую документацию для производства электромонтажных работ;</p> <p>3.5 условные обозначения элементов вторичных цепей на электрических принципиальных и монтажных схемах;</p> <p>3.6 общие требования к установке приборов и аппаратов вторичных цепей;</p> <p>3.7 типы, устройство и принцип действия приборов и аппаратов вторичных цепей, технологию монтажа приборов и аппаратов вторичных цепей;</p> <p>3.8 методику настройки и регулировки устройств защиты и автоматики;</p> <p>3.9 критерии оценки качества электромонтажных работ;</p> <p>3.10 порядок сдачи-приемки распределительных устройств и вторичных цепей;</p> <p>3.11 объем и нормы приемо-сдаточных испытаний;</p> <p>3.12 состав и оформление приемо-сдаточных документов;</p> <p>3.13 типовые неисправности электрических проводок, распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей.</p> <p>3.14 методы обнаружения неисправных приборов и аппаратов;</p> <p>3.15 типы и методику применения контрольно-</p>	<p>проводов и кабелей;</p> <p>-точность выполнения монтажа вторичных цепей;</p> <p>-правильность выбора типов, конструкций, технологий монтажа распределительных устройств и технической документации;</p> <p>- правильность выбора условных обозначений элементов вторичных цепей на электрических принципиальных и монтажных схемах;</p> <p>-правильность алгоритма установки приборов и аппаратов вторичных цепей;</p> <p>- правильность выбора типов, устройств и принципов действия приборов и аппаратов вторичных цепей;</p> <p>-обоснованность методики настройки и регулировки устройств защиты и автоматики;</p> <p>-правильность и обоснованность критериев оценки качества электромонтажных работ;</p> <p>-точность выполнения операций сдачи-приемки распределительных устройств и вторичных цепей;</p> <p>-правильность выполнения приемо-сдаточных испытаний;</p> <p>-грамотность оформления приемо-сдаточных документов;</p> <p>-правильность определения типовых неисправностей электрических проводок, распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей;</p> <p>-точность методов обнаружения неисправных приборов и аппаратов;</p> <p>-правильность типов и методик применения контрольно-измерительных приборов;</p> <p>- правильность чтения электрических принципиальных и монтажных схем;</p> <p>- правильность выполнения техники безопасности при монтаже распределительных устройств и вторичных цепей.</p>	<p>16</p> <p>выполнение самостоятельных работ №1-5</p> <p>Итоговый контроль по элементам модуля:</p> <p>экзамен по МДК 03.01.</p> <p>дифференцированный зачет по учебной практике;</p> <p>выполнение отчёта по результатам прохождения производственной практики и заполнение дневника по ПП.03.;</p> <p>экзамен (квалификационный) ,</p> <p>выпускные квалификационные работы</p>
--	---	--

<p>измерительных приборов; 3.16 правила чтения электрических принципиальных и монтажных схем; 3.17 правила техники безопасности при монтаже распределительных устройств и вторичных цепей.</p>		
<p>иметь практический опыт:</p>		
<p>– выполнения внутри- и межблочных соединительных электропроводок различных типов; –участия в установке и подключении щитов, шкафов, ящиков, вводных и осветительных коробок для шинопроводов и другого аналогичного оборудования; –установки и подключения приборов и аппаратов дистанционного, автоматического управления, устройств сигнализации, релейной защиты и автоматики, электроизмерительных приборов, приборов и аппаратов регулирования и контроля; – участия в приемо-сдаточных испытаниях монтажа вторичных устройств, измерении параметров и оценке качества монтажа работ и надежности контактных соединений; – демонтажа и несложного ремонта распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей;</p>	<p>-правильность выполнения внутри- и межблочных соединительных электропроводок различных типов; -точность установки и подключения щитов, шкафов, ящиков, вводных и осветительных коробок для шинопроводов и другого аналогичного оборудования; -правильность установки и подключения приборов и аппаратов дистанционного, автоматического управления, устройств сигнализации, релейной защиты и автоматики, электроизмерительных приборов, приборов и аппаратов регулирования и контроля; -точность проведения приемо-сдаточных испытаний монтажа вторичных устройств, измерений параметров и оценке качества монтажа работ и надежности контактных соединений; -правильность и обоснованность демонтажа и несложного ремонта распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей.</p>	<p>Текущий контроль знаний устный (фронтальный) опрос по темам №1, №2, №3, №4 выполнение практических работ №1-16 выполнение самостоятельных работ №1-5 Итоговый контроль по элементам модуля: экзамен по МДК 03.01. дифференцированный зачет по учебной практике; выполнение отчёта по результатам прохождения производственной практики и заполнение дневника по ПП.03.; экзамен(квалификационный) , выпускные квалификационные работы</p>
<p>ОК 01 выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам ЛР.15Проявляющий самостоятельность и ответственность в принятии решений во всех сферах своей деятельности, готовый к исполнению разнообразных социальных ролей, востребованных бизнесом, обществом и государством</p>	<p>-обоснование выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач в области промышленного и гражданского строительства - проявление правовой активности и навыков правомерного поведения</p>	<p>-участие в конкурсах профессионального мастерства; кружковая работа; внешняя активность обучающегося Участие в образовательных, воспитательных мероприятиях: - в конкурсах предметной и профессиональной направленности, в творческих конкурсах;</p>

		-в исследовательской и проектной работе; -в кружковой работе; - в подготовке классных часов, мастер- классов и т.д. Защита портфолио личностных достижений (при наличии)
ОК 02. осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности. ЛР.16 Ориентирующийся в современном рынке автомобильного транспорта, умеющий пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке	-использование различных информационных источников - нахождение информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач	-подготовка рефератов(докладов, сообщений по различной тематике) Участие в образовательных, воспитательных мероприятиях: - в конкурсах предметной и профессиональной направленности, в творческих конкурсах; -в исследовательской и проектной работе; -в кружковой работе; - в подготовке классных часов, мастер- классов и т.д. Защита портфолио личностных достижений (при наличии)
ОК 03. планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие. ЛР.14Ориентирующийся в изменяющемся рынке труда, готовый к профессиональной конкуренции, к самообразованию, гибко реагирующий на появление новых форм трудовой деятельности, способный к их освоению, избегающий безработицы, мотивированный к освоению функционально близких видов профессиональной деятельности, имеющих общие объекты (условия, цели) труда, либо иные схожие характеристики	-демонстрация способности принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность - рациональность и полнота выбора алгоритма и объема операций для достижения целей - определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования	-отзывы, характеристики, рекомендации с мест практики - участие в конкурсах профессионального мастерства; -подготовка и участие в демонстрационном экзамене
ОК 04. работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами,	-взаимодействие с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения	-участие в учебных, образовательных, воспитательных мероприятиях в

<p>руководством, клиентами. ЛР.13 Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: активный, проектно-мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.</p>	<p>-демонстрация навыков межличностного делового общения, социального имиджа -умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности; знания: психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности.</p>	<p>рамках профессии Участие в образовательных, воспитательных мероприятиях: - в конкурсах предметной и профессиональной направленности, в творческих конкурсах; -в исследовательской и проектной работе; -в кружковой работе; - в подготовке классных часов, мастер- классов и т.д. Защита портфолио личных достижений (при наличии)</p>
<p>ОК 05. осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке российской федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.</p>	<p>-демонстрация навыков информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности</p>	<p>- подготовка рефератов(докладов, сообщений по различной тематике) Участие : - в творческих, научно-исследовательских работах, - письменных и устных ответов на практических занятиях, семинарах; -открытые защиты проектных работ, презентаций; - в подготовке классных часов, мастер- классов и т.д.Защита портфолио личных достижений(при наличии)</p>
<p>ОК 06. проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей. ЛР.7 Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности</p>	<p>-демонстрация готовности к исполнению воинской обязанности -сформированность гражданской позиции</p>	<p>-участие в воспитательных мероприятиях, посвященных соответствующим датам, конкурсах, военно-патриотических играх -участие в волонтерских отрядах и молодежных объединениях</p>

<p>ОК 07. содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях. ЛР.10 Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности, в том числе цифровой</p>	<p>-демонстрация внутренней экологической культуры -точность соблюдения правил экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; -эффективность обеспечения ресурсосбережения на рабочем месте -демонстрация умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии.</p>	<p>-участие в экологических акциях и ресурсосберегающих проектах -участие в образовательных, воспитательных мероприятиях: -в исследовательской и проектной работе; -в кружковой работе; - в подготовке классных часов, мастер- классов и т.д. Защита портфолио личностных достижений (при наличии)</p>
<p>ОК 08. использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности ЛР.9. Соблюдающий и пропагандирующий правила здорового и безопасного образа жизни, спорта; предупреждающий либо преодолевающий зависимости от алкоголя, табака, психоактивных веществ, азартных игр и т.д. Сохраняющий психологическую устойчивость в ситуативно-сложных или стремительно меняющихся ситуациях</p>	<p>-демонстрация интереса к собственному здоровью -демонстрация навыков здорового образа жизни и высокий уровень культуры здоровья обучающихся</p>	<p>- участие в воспитательных мероприятиях, посвященных соответствующим датам, -конкурсах; - кружковая работа; - сдача норм ГТО</p>
<p>ОК 09. использовать информационные технологии в профессиональной деятельности. ЛР.4. Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде лично и профессионального конструктивного «цифрового следа»</p>	<p>-работа с интернет средствами в различных поисковых системах - проявление культуры потребления информации, умений и навыков пользования компьютерной, навыков отбора и критического анализа информации, умения ориентироваться в информационном пространстве</p>	<p>-подготовка мультимедийных презентаций Участие: - в конкурсах профессионального мастерства; - в декадах по профессии; - в исследовательской и проектной работе</p>
<p>ОК 10. пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.</p>	<p>-нахождение и использование информации для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития</p>	<p>- участие в учебных, образовательных, воспитательных мероприятиях в рамках профессии:</p>

<p>ЛР.16. Ориентирующийся в современном рынке автомобильного транспорта, умеющий пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.</p>		<p>-в исследовательской и проектной работе; -в кружковой работе; - в подготовке классных часов, мастер- классов и т.д. Защита портфолио личностных достижений (при наличии)</p>
<p>ОК 11.использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере ЛР.15. Проявляющий самостоятельность и ответственность в принятии решений во всех сферах своей деятельности, готовый к исполнению разнообразных социальных ролей, востребованных бизнесом, обществом и государством.</p>	<p>-демонстрация эффективности и качества выполнения профессиональных задач - проявление экономической и финансовой культуры, экономической грамотности, а также собственной адекватной позиции по отношению к социально-экономической деятельности</p>	<p>-участие в создании предпринимательских проектов. Участие в учебных, образовательных, воспитательных мероприятиях: -в исследовательской и проектной работе; -в кружковой работе; - в подготовке классных часов, мастер- классов и т.д. Защита портфолио личностных достижений(при наличии)</p>

В процессе освоения профессионального модуля предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации

Формы промежуточной аттестации профессионального модуля

Табл. 2

Элементы модуля	Форма контроля и оценивания
МДК03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных	Экзамен
УП.03 Учебная практика	Дифференцированный зачет
ПП.03 Производственная практика	Отчет ПП, аттестационный лист
ПМ.03	Экзамен (квалификационный)

3. Формы контроля освоения МДК 03.01«Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей»

3.1Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

Табл.3

Наименование разделов (тем) дисциплины	Формы и методы контроля	
	Текущий контроль	
	Форма контроля	Проверяемые У, З и формируемые элементы ОК, ЛР, ПК
Раздел 1 Выполнение подготовительных работ по монтажу распределительных устройств и вторичных цепей		
Тема 1.1 Техническая документация на подготовку и производство электромонтажных работ	Устный опрос: вопрос №1-№10. Практическая работа №1-№2	У1-16. З1-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Раздел 2 Выполнение монтажа различных типов соединительных электропроводок		
Тема 2.1 Монтаж кабельных электропроводок и вторичной коммутации	Устный опрос: вопрос №1-№6.	У1-16. З1-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 2.2 Монтаж ошиновки закрытых распределительных устройств	Устный опрос: вопрос №1-№4.	У1-16. З1-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 2.3 Монтаж ошиновки открытых распределительных устройств	Устный опрос: вопрос №1-№3.	У1-16. З1-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6.

		ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 2.4 Устройство и монтаж шинопроводов	Устный опрос: вопрос №1-№6.	У1-16. 31-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 2.5 Контроль качества монтажа шинопроводов и устройств вторичной коммутации.	Устный опрос: вопрос №1-№3.	У1-16. 31-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Раздел 3 Выполнение работ по установке и подключению распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей		
Тема 3.1 Устройства для приема и распределения электрической энергии	Устный опрос: вопрос №1-№15. Практическая работа №3-№4.	У1-16. 31-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 3.2 Силовые трансформаторы	Устный опрос: вопрос №1-№4. Практическая работа №5-№7	У1-16. 31-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 3.3 Монтаж силовых трансформаторов	Устный опрос: вопрос №1-№4. Практическая работа №8-№10	У1-16. 31-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 3.4 Монтаж трансформаторов тока и напряжения	Устный опрос: вопрос №1-№3. Практическая работа №11-№12	У1-16. 31-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 3.5 Релейная защита	Устный опрос: Практическая работа №13-№14	У1-16. 31-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 3.6 Комплектные трансформаторные подстанции	Устный опрос: вопрос №1-№6. Практическая работа №15.	ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Раздел 4 Выполнение ремонтных работ распределительных устройств и вторичных цепей		

Тема 4.1 Демонтаж и ремонт устройств приема и распределения электрической энергии	Устный опрос: вопрос №1-№4. Практическая работа №16.	У1-16. 31-17. ОК 1-11. ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Промежуточная аттестация	Экзамен	

3.2 Контрольно-оценочные материалы текущего контроля по разделам/темам (Вопросы для устного опроса по МДК03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей»)

Табл.4

Номер раздела (Темы)	Вопросы
Раздел 1 Выполнение подготовительных работ по монтажу распределительных устройств и вторичных цепей	
Тема 1.1. Техническая документация на подготовку и производство электромонтажных работ	1. Состав и содержание технической документации на производство электромонтажных работ проект производства электромонтажных работ (ППР) 1-3 части 2. проект производства электромонтажных работ (ППР) 4-5 части 3. Условные обозначения электрооборудования на планах и разрезах 4. Составление схем плана сети электрооборудования 5. Условные обозначения элементов вторичных цепей на электрических схемах 6. Составление монтажных схем РЗиА 7. Электрические схемы: принципиальные и монтажные 8. Составление монтажных схем электрооборудования на основе принципиальных 9. Изучение схем вторичной коммутации шкафа управления электродвигателем. 10. Анализ схем внешних соединений панелей управления
Раздел 2 Выполнение монтажа различных типов соединительных электропроводок.	
Тема 2. 1. Монтаж кабельных электропроводок и вторичной коммутации	1. Монтаж контрольных кабелей по территории распределительных устройств 2. Виды кабелей КВБбШв, КВВГЭ 3. Составление схемы прокладки силовых и контрольных кабелей. 4. Монтаж проводов в перфорированных коробах 5. Технология разводки и подключения проводов и жил силовых кабелей 6. Контрольные кабели. Разводка контрольных кабелей
Тема 2.2 Монтаж ошиновки закрытых распределительных устройств	1. Основные марки и типы изоляторов. Основные материалы, из которых изготавливают изоляторы 2. Монтаж изоляторов шин 3. Заготовка шин в условиях МЗУ. Составление эскиза шинной заготовки для МЗУ 4. Составление технологической карты на шинные заготовки
Тема 2.3 Монтаж ошиновки открытых распределительных	1. Виды изоляторов. Технология сборки гирлянд подвесных изоляторов

устройств	2.Монтаж сборных шин. Производство замеров ошиновок 3.Технология сборки изоляторов в гирлянды
Тема 2.4 Устройство и монтаж шинопроводов	1.Классификация и устройство шинопроводов. Изолированные шинопроводы. Неизолированные шинопроводы 2.Закрытые шинопроводы 3.Магистральные и троллейные шинопроводы. Монтаж троллейных и магистральных шинопроводов. 4.Магистральные шинопроводы переменного и постоянного тока 5.Монтаж шинных изоляторов. 6.Монтаж распределительных шинопроводов
Тема 2.5 Контроль качества монтажа шинопроводов и устройств вторичной коммутации	1.Основные показатели качества электромонтажных работ -надёжность -эффективность -экономичность (энергосбережение) -безопасность 2.Общие сведения об управлении качеством электромонтажных работ - ошибки в технической документации и проектах; - низкое качество электротехнических материалов, изделий и электрооборудования; - несовершенство принятой технологии производства электромонтажных работ 3. Нарушение технологии; - низкий уровень квалификации работников; - плохая организация труда и отсутствие контроля за качеством выполнения операций; - применение изношенных и неисправных инструментов, приспособлений
Раздел 3 Выполнение работ по установке и подключению распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей	
Тема 3.1 Устройства для приема и распределения электрической энергии	1.Распределительное устройство высокого напряжения ОРУ; ЗРУ назначение и устройство 2.Таблица номинальных напряжений 3.ГПП, ЦРП, РП, 4.Распределительные устройства 6, 10 кВ 5.Камеры КРУ, устройство, назначение и монтаж 6.Однорядные КРУ, двухрядные КРУ 7.Панели ЩО 70-1, ЩО 70-2, 8.Вводные и распределительные устройства 0,4 кВ 9.Схема РУ-0,4 кВ 10.Монтаж ВМП-10 11.Ревизия и наладка выключателя ВМП-10 12.Ревизия и наладка выключателя ВМП-10 13.Монтаж реакторов 14.Монтаж разрядников 15.Монтаж высоковольтных предохранителей
Тема 3.2 Силовые трансформаторы	1.Конструкции и технические характеристики масляных трансформаторов -очистка масла абсорбентом

	2. Устройство, активные части трансформатора; -магнитопровод, обмотки высокого и низкого напряжения -аварийная система выброса масла 3. Переключающие устройства обмоток трансформатора, коэффициент трансформации 4. Обозначение трансформаторов и распределение по габаритам. Выводы трансформаторов, бак и расширитель трансформатора -трансформаторы собственных нужд, трансформаторное масло
Тема 3.3 Монтаж силовых трансформаторов	1. Монтаж расширителя 2. Монтаж радиаторов, вентиляторов, выхлопной трубы. 3. Монтаж трансформаторного фильтра и газового реле 4. Установка трансформатора на фундамент. Ошиновка трансформатора
Тема 3.4 Монтаж трансформаторов тока и напряжения	1. Технология монтажа ТПЛ -10, ТШЛ -05 2. Технология монтажа ТПЛУ – 10, ТПОЛ – 10, ТПФ – 10 3. Технология монтажа ТН серии НОМ, серии НТМК-6, НТМИ
Тема 3.5 Релейная защита	1. Виды защит. Максимальная токовая защита 2. Реле максимального тока РТ-40, РТ-80 3. Промежуточное реле РП-23 4. Указательное реле, реле времени. Реле мощности, реле напряжения, реле тока 5. Технология монтажа устройств релейной защиты АПВ 6. Технология монтажа устройств релейной защиты АВР
Тема 3.6 Комплектные трансформаторные подстанции	1. Основные сведения КТП 6(10) кВ Технология монтажа КТП 6 (10) кВ 2. Схемы КТП 3. Регулировка оборудования КТП 6(10) кВ. 4. Объемные подстанции 6 (10) кВ 5. Монтаж объёмных подстанций 6. Установка и монтаж КТП и объёмных подстанций
Раздел 4 Выполнение ремонтных работ распределительных устройств и вторичных цепей	
Тема 4.1 Демонтаж и ремонт устройств приема и распределения электрической энергии	1. Демонтаж и ремонт аппаратов, устройств и приборов распределительных устройств (РУ) 2. Разборка соединительных муфт 3. Проверка и наладка электрических цепей распределительных устройств 4. Проверка и наладка коммутирующих устройств и защитных аппаратов

Критерии оценки устного ответа

Оценка «отлично»: предполагает глубокое знание программного материала, умение грамотно оперировать терминологией. Ответ развернутый, уверенный, содержит четкие формулировки, подтверждается фактическими примерами. Студент демонстрирует способность к анализу, при ответе не повторяет дословно текст учебника, а умеет отобрать главное, обнаруживает самостоятельность и аргументированность суждений, умеет установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по дисциплине

Оценка «хорошо»: предполагает твёрдое знание программного материала; способность применять знание теории к решению задач профессионального характера, но допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе. Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано, последовательно, уверенно, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно»: Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи. Студент в основном знает программный материал в объёме, необходимом для предстоящей работы по профессии; в целом усвоена основная литература; допускаются существенные погрешности в ответе на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно»: Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний. Имеются заметные нарушения норм литературной речи. Студент не разобрался с основными вопросами изученных в процессе обучения курсов, не понимает сущности процессов и явлений, не может ответить на простые вопросы типа "что это такое?" и "почему существует это явление?".

Оценка "неудовлетворительно" ставится также студенту, списавшему ответы на вопросы и читающему эти ответы экзаменатору, не отрываясь от текста, а просьба объяснить или уточнить прочитанный таким образом материал по существу остается без ответа.

3.3 Перечень практических работ:

(к практическим работам разработаны методические указания- приложение1)

Табл.5

Номер темы	№ и наименование практической работы
Тема 1.1 Техническая документация на подготовку и производство электромонтажных работ	Практическое занятие №1 Осмотр и ремонт магнитного пускателя. Практическое занятие № 2 Монтаж электрических счетчиков. Практическое занятие № 3 Составление технологической карты монтажа магистрального шинпровода Практическое занятие № 4 Составление технологической карты монтажа распределительного шинпровода Практическое занятие № 5 Составление технологической карты монтажа осветительного шинпровода Практическая № 6 Составление графика дежурств при различных методах обслуживания электроустановок на подстанции Практическое занятие № 7 Оформление наряда-допуска на производство работ в электроустановке напряжением до 1000 В
Тема 3.3 Монтаж силовых трансформаторов	Практическое занятие № 8-9 Межремонтные испытания силового трансформатора Практическое занятие № 10 Проверка состояния разрядников и оформление отчетной документации Практическое занятие №11 Выбор измерительных приборов, испытательного оборудования, схемы их включения

	Практическое занятие №12 Изучение конструкции и выбор предохранителей Практическое занятие №13 Определение коэффициента трансформации Практическое занятие №14 Проверка группы соединения обмоток Практическое занятие №15 Изучение конструкции магнитного пускателя и контактора Практическое занятие №16 Изучение конструкции и выбор предохранителей
--	--

Критерии оценки практических работ:

«5» баллов, если: Все задания практической части выполнены безукоризненно. Решения характеризуются краткостью, обоснованностью, рациональностью либо приведены нестандартные подходы к решению задач. Рисунки и графики сопутствующие решению, выполнены верно. Студентом демонстрируется умение действовать в новой нестандартной ситуации, требующей выхода на иной, более высокий уровень знаний.

«4» балла, если: Практическая часть имеет единичные несущественные недочёты, самостоятельно исправляемые студентом по замечанию преподавателя. Студент при решении демонстрирует хорошее знание математических фактов и зависимостей, правильное (но не всегда рациональное) использование этих знаний в новой ситуации, недостаточное владение методикой оформления результатов выполненной работы. Рисунки и графики сопутствующие решению выполнены верно.

«3» балла, если: В решении задач практической части допускается более, чем одна ошибка, или два-три недочёта в вычислениях, графиках, в выборе метода решения, что приводит в отдельных случаях к неверному конечному результату.

«2» балла: При решении практической части студент допускает существенные ошибки. Решение типовых стандартных заданий нерационально, с грубыми вычислительными ошибками. Студент может решить только простейшие типовые примеры и задачи, основанные на знании основных понятий и фактов, предусмотренных экзаменационной программой с использованием простейших логических умозаключений.

3.4 Перечень самостоятельных работ: (к самостоятельным работам разработаны методические указания – приложение 2)

Табл.6

Номер раздел (Тема)	Наименование самостоятельных работ
Раздел 3 Выполнение работ по установке и подключению распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей	
Тема 3.1 Устройства для приема и распределения электрической энергии	№1 Измерение сопротивления изоляции мегаомметром М1101 №2 Ревизия магнитных пускателей
Тема 3.5 Релейная защита	№3 Выбор аппаратов защиты.
Тема 3.6 Комплектные трансформаторные подстанции	№4 Монтаж распределительных устройств в две стадии. №5 Конструкция рубильников и переключателей.

3.5 КОНТРОЛЬНО - ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА ПО МДК МДК 03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей»

Экзамен по МДК 03.01 «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» проводится в лаборатории по наладке электрооборудования.

Проверяемые результаты обучения:

Знания:

- 3.1 состав и содержание технической документации на производство электромонтажных работ;
- 3.2 типы проводов и кабелей, используемых при монтаже вторичных цепей, технологию выполнения монтажа электропроводок вторичных цепей различными способами;
- 3.3 требования к выполнению монтажа вторичных цепей;
- 3.4 типы и конструкцию, технологию монтажа распределительных устройств, техническую документацию для производства электромонтажных работ;
- 3.5 условные обозначения элементов вторичных цепей на электрических принципиальных и монтажных схемах;
- 3.6 общие требования к установке приборов и аппаратов вторичных цепей;
- 3.7 типы, устройство и принцип действия приборов и аппаратов вторичных цепей, технологию монтажа приборов и аппаратов вторичных цепей;
- 3.8 методику настройки и регулировки устройств защиты и автоматики;
- 3.9 критерии оценки качества электромонтажных работ;
- 3.10 порядок сдачи-приемки распределительных устройств и вторичных цепей;
- 3.11 объем и нормы приемо-сдаточных испытаний;
- 3.12 состав и оформление приемо-сдаточных документов;
- 3.13 типовые неисправности электрических проводок, распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей.
- 3.14 методы обнаружения неисправных приборов и аппаратов;
- 3.15 типы и методику применения контрольно-измерительных приборов;
- 3.16 правила чтения электрических принципиальных и монтажных схем;
- 3.17 правила техники безопасности при монтаже распределительных устройств и вторичных цепей.

Умения:

- У.1 использовать техническую документацию на подготовку и производство электромонтажных работ;
- У.2 производить работы по монтажу электропроводок вторичных цепей различными способами;
- У.3 пользоваться проектной документацией;
- У.4 составлять простые электрические принципиальные и монтажные схемы;
- У.5 использовать промышленные методы монтажа вторичных цепей;
- У.6 пользоваться инструментом для электромонтажных работ;
- У.7 использовать при монтаже электрические принципиальные и монтажные схемы, другую проектную документацию;

- У.8 использовать при монтаже инструменты, механизмы и приспособления;
- У.9 производить настройку и регулировку устройств защиты и автоматики;
- У.10 оценивать качество электромонтажных работ и надежность контактных соединений;
- У.11 производить приемо-сдаточные испытания монтажа вторичных цепей и распределительных устройств;
- У.12 пользоваться приборами для измерения параметров электрических цепей;
- У.13 устанавливать причину неисправности распределительных устройств и вторичных цепей;
- У.14 производить демонтаж неисправных участков цепей, оборудования, приборов и аппаратов;
- У.15 производить несложный ремонт элементов распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей.
- У.16 пользоваться при ремонте электрическими принципиальными и монтажными схемами.

элементы ПК:

- ПК 3.1.** Производить подготовительные работы;
- ПК 3.2.** Выполнять различные типы соединительных электропроводок
- ПК 3.3.** Устанавливать и подключать распределительные устройства
- ПК 3.4.** Устанавливать и подключать приборы и аппараты вторичных цепей;
- ПК 3.5.** Проверять качество и надежность монтажа распределительных устройств и вторичных цепей;
- ПК 3.6.** Производить ремонт распределительных устройств и вторичных цепей

элементы ОК:

- ОК 1.** Понимать сущность и социальную зависимость 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.
- ОК8** Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
- ОК 9.** Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности
- ОК10.** Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ОК11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере
 Экзаменационный материал состоит из 30 билетов, один билет индивидуально для каждого обучающегося.

Условия выполнения заданий:

Каждый обучающийся получает один из вариантов задания.

Время выполнения задания: 2,5 часа

Время устного ответа до 15 минут

Инструкция по выполнению:

1. Предложены задания, состоящие из 3 вопросов:

1-2 вопросы требуют устного ответа,

3-е задание - практическая работа по монтажу распределительных устройств и по выявлению умений использования технической документации, справочного материала.

2. При выполнении практического задания Вы можете пользоваться справочной литературой, таблицами, схемами, электроконструкциями, монтажными инструментами, комплектующими изделиями, расположенными в лаборатории.

3. Время выполнения задания: 2,5 часа. Время устного ответа 15-20 минут

Перечень билетов для экзамена.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От « ____ » _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» ПМ.01.Монтаж осветительных электропроводок и оборудования Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №1	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов « ____ » _____ 20 г.
1. Организация электромонтажных работ. Проект производства электромонтажных работ (ППЭР) с планом размещения распределительных устройств (РУ) и вторичных цепей. 2. Монтаж коммутационной аппаратуры низкого напряжения (до 1000 В): автоматических выключателей, контакторов, предохранителей, переключателей. 3. Работа с электрозащитными средствами. Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____	ГАПОУ «НМК» ПМ.01.Монтаж осветительных электропроводок и оборудования Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов « ____ » _____ 20 г.
--	--	---

От « ____ » _____ 20 г.	распределительных устройств и вторичных цепей» Билет.№2	
1. Основные разделы ППЭР. Основные технико-экономические показатели. Требования к составлению ППЭР. 2. Защита электрических сетей и установок напряжением до 1000 В. Монтаж аппаратуры защиты. 3. Составление технологической карты монтажа осветительного шинопровода. Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От « ____ » _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» ПМ.01.Монтаж осветительных электропроводок и оборудования Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет.№3	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов « ____ » _____ 20 г.
1. Содержание проекта электроустановки РУ. Значение сметной документации и спецификации. 2. Монтаж электрической аппаратуры высокого напряжения (В/В): разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, заземлителей. 3. Составление технологической карты монтажа распределительного шинопровода Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От « ____ » _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет.№4	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов « ____ » _____ 20 г.
1. Требования к однолинейным расчетным схемам распределения электроэнергии. Содержание поэтажных планов и приемка зданий и сооружений «под монтаж». 2. Монтаж В/В аппаратуры: выключателей нагрузки, предохранителей, разрядников, реакторов. 3. Составление технологической карты монтажа магистрального шинопровода Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От « ____ » _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет.№5	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов « ____ » _____ 20 г.
1. Составление «сетевого графика» и его значение. Понятие о «критическом пути» в сетевом графике. 2. Особенности монтажа измерительных трансформаторов (Т.Т.) типа ТПОЛ-10, ТЩ-20, ТФНД.		

Схемы включения Т.Т. в одной, двух и трех фазах. 3. Монтаж электрических счетчиков.
Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №6	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Индустриализация электромонтажных работ по установке КРУ и КТП, сборных шин и шин вторичной коммутации. 2. Кабельный Т.Т. нулевой последовательности и трансформатор напряжения (Т.Н.). Схемы включения. Особенности монтажа. 3. Проверка состояния разрядников и оформление отчетной документации Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №7	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Состав крупного монтажного управления. Группы подготовки производства, комплектации и исполнения. 2. Монтаж воздушных линий электропередачи. Опоры воздушных линий. Линейные изоляторы. Основные классы ВЛ (воздушных линий). 3. Проверка состояния разрядников и оформление отчетной документации. Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №8	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Механизация электромонтажных (ЭМ) работ. Механизмы обработки и заготовки проводов и кабелей для монтажа РУ и вторичных цепей. 2. Требования к условиям механической прочности проводов ВЛ и их учет при монтаже (согласно ПУЭ). 3. Выбор измерительных приборов, испытательного оборудования, схемы их включения. Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №9	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Электромонтажные механизмы. Средства малой механизации. Инвентарные приспособления. Правила ТБ при работе с ними. 2. Шинные конструкции и изоляторы, шинодержатели, опорные и проходные изоляторы типов ПНМ-10, П-6 на напряжения 10, 35 кВ. Особенности монтажа. 3. Определение объемов, норм и периодичности проведения технического обслуживания и ремонта оборудования электроустановок. Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №10	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Понятие о системах электроснабжения. Энергетическая система и электрические сети. Кольцевая районная сеть напряжением 35кВ, 110 кВ. 2. Монтаж осветительных шинопроводов напряжением до 1 кВ (серий ШОС). 3. Определить коэффициент трансформации трансформатора. Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей.» Билет №11	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Понятие о внешнем и внутреннем электроснабжении, действующей электроустановке. Шкала номинальных напряжений электрических сетей до 1000 В. 2. Монтаж шинопроводов напряжением до 1кВ (серий ШМА до 2,5кА, ШРА до 0,6 кА). 3. Изучение конструкции магнитного пускателя Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №12	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
---	---	--

1. Понятие о преобразовании электроэнергии по напряжению. Устройство и конструкции ГПП, ТП, РП 6(10) кВ и 380/220 В.
2. Монтаж распределительных шинопроводов напряжением до 1 кВ.
3. Изучение конструкции контактора

Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №13	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
--	---	--

1. Варианты схем электроснабжения потребителей (1-3) категорий. Цеховые схемы электроснабжения.
2. Монтаж токоведущих шин РУ. Параметры шинопроводов. Коронирование шин и его последствия. Виды соединений шин при монтаже.
3. Конструкции и выбор предохранителей.

Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №14	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
--	---	--

1. Заводская маркировка выводов аппаратов управления в РУ. Унификация системы маркировки во вторичных цепях.
2. Обеспечение электробезопасности в кабинетах и помещениях с электрическими сетями 380/220 В.
3. Работа с электрозащитными средствами.

Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №15	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
--	---	--

1. Маркировка элементов осветительного щитка. Схема электросети напряжением 380/220В.
2. Принцип работы электрической сети с глухозаземленной нейтралью. Возможные неисправности.
3. Составление технологической карты монтажа осветительного шинопровода.

Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №16	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Принцип работы 4-х проводной сети с глухозаземленной нейтралью. Возможные неисправности. 2. Классификация помещений и необходимость заземления электроустановок, защитное заземление и отключение, зануление электрических установок. 3. Составление технологической карты монтажа распределительного шинпровода Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №17	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Монтаж электрических установок в распределительной сети низкого напряжения 220/380 В. Схемы соединений. 2. Монтаж силовых трансформаторов. Масляный трансформатор мощностью 1000 кВА. Основные параметры и характеристики. 3. Составление технологической карты монтажа магистрального шинпровода Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №18	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Особенности монтажа сетей 2-х напряжений. Расположение трансформаторов в сетях 6-10 кВ. 2. Монтаж переключателей, расширителя и газового реле силовых трансформаторов. 3. Монтаж электрических счетчиков. Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ МалыхГ.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №19	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Монтаж электрооборудования в местных электросетях напряжением до 35кВ.		

2. Ревизия и монтаж силовых трансформаторов. Объем и последовательность работ при ревизии трансформаторов.
3. Проверка состояния разрядников и оформление отчетной документации
Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №20	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Монтаж аппаратов ОРУ, ЗРУ и КРУ. Схемы соединений. Монтаж разъединителей и коммутационных устройств. 2. Сборка, установка и монтаж силовых трансформаторов. Испытание и наладка, пробное включение. 3. Выбор измерительных приборов, испытательного оборудования, схемы их включения.		
Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №21	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Принцип действия схемы питающей сети. Обозначения элементов. Монтаж конструктивных частей. 2. Трансформаторы тока. Устройство и схемы включения трансформаторов тока (Т.Т). Проходной Т.Т., схемы соединения Т.Т. и принципиальные схемы. 3. Определение объемов, норм и периодичности проведения технического обслуживания и ремонта оборудования электроустановок.		
Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №22	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Принцип действия схемы распределительной сети, обозначения элементов. Особенности монтажа. 2. Монтаж трансформаторов тока. Ревизия, проверка перед установкой. Схемы проверки. Установка Т.Т. 3. Определить коэффициент трансформации трансформатора.		
Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №23	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Принцип действия схемы силовой сети и монтаж конструктивных элементов. 2. Трансформаторы напряжения (Т.Н.). Устройство и принцип действия. Классы точности Т.Н. Схемы включения Т.Н. серий НТМК и НТМИ (до 18 кВ). 3. Конструкции магнитного пускателя Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №24	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Монтаж установок напряжением выше 1 кВ 3-х проводной линией. Электрические сети 35, 110 кВ. 2. Монтаж трансформаторов напряжения (Т.Н). Проверка перед монтажом и установка Т.Н. 3. Конструкции контактора Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №25	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Радиальная и магистральная системы электроснабжения. Особенности монтажа электрических конструкций. 2. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения промышленных и гражданских зданий. Назначение и функции релейной защиты, характеристики и экономическая целесообразность. Классификация реле. 3. Конструкции и выбор предохранителей. Преподаватель Зинкин А.В.		

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №26	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
--	---	--

1. Монтаж арматуры и токоведущих частей РУ. Линейные, подвесные, опорные и проходные изоляторы. 2. Конструкции вторичных реле типа ЭТ, ИТ. Особенности монтажа реле. Принцип токовой защиты. Токовая отсечка. Защита от замыканий на землю в кабельной сети. 3. Схемы токовой защиты и токовой отсечки от междуфазных коротких замыканий
Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №27	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
--	---	--

1. Монтаж коммутационной аппаратуры высокого напряжения: разъединителей, В/В – выключателей, масляных выключателей. 2. Монтаж аппаратов защиты силовых трансформаторов и сетей напряжением до 1000 В. Принцип действия газовой защиты. Монтаж газового реле и опробование. 3. Схема защиты однофазных коротких замыканий с воздействием на расцепитель автоматического выключателя и на пускатель.
Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №28	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
--	---	--

1. Монтаж многообъемных масляных выключателей. Принцип гашения дуги. Монтаж В/В-воздушных выключателей и выключателей нагрузки. 2. Монтаж комплектных трансформаторных подстанций (КТП) 6(10)кВ. 3. Монтаж электрических счетчиков.
Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №29	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
--	---	--

1. Монтаж комплектных РУ (КРУ) на 6(10)кВ и КСО. Устройство и особенности конструкций. 2. Монтаж изоляторов и шин (опорных и проходных). Особенности монтажа и сдачи в эксплуатацию. 3. Работа с электрозащитными средствами.
Преподаватель Зинкин А.В.

Рассмотрено на заседании МЦК ГАПОУ «НМК» Председатель МЦК _____ Малых Г.З Протокол заседания МЦК № _____ От «_____» _____ 20 г.	ГАПОУ «НМК» Экзамен по МДК03.01. «Технология монтажа распределительных устройств и вторичных цепей» Билет №30	УТВЕРЖДАЮ Зам.директора по УПР _____ Р.М. Сабитов «_____» _____ 20 г.
1. Монтаж шкафов КРУН, камер КСОЗ-66, КСО2-66. Установка КРУ. Монтаж заземлений КРУ. 2. Монтаж шинных конструкций. Болтовые и сварочные соединения. Установка и крепления шин, окраска и маркировка шин. Контроль нагрева контактов. 3. Конструкции и выбор предохранителей. Преподаватель Зинкин А.В.		

Критерии оценки по экзамену для МДК03.01.

Табл.7

Оценка	Полнота, системность изложения материала
«5»	Изложение материала на вопросы полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы.
«4»	Изложение материала на вопросы полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы с 1-2 не существенными ошибками.
«3»	Изложение материала на вопросы в системе, в соответствии с требованиями учебной программы с 3-5 не существенными ошибками.
«2»	Изложение учебного материала на вопросы неполное, бессистемное, беспорядочное; незнание большей части изучаемого материала; ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл.

Критерии оценки устных вопросов и выполнения практических заданий

№ задания	Наименование	баллы
1-теория	Знание технологии монтажа РУ.	10
	Знание типов, устройство и принцип действия приборов и аппаратов вторичных цепей.	10
	Знание правил техники безопасности при монтаже и эксплуатации РУ и вторичных цепей..	10
	Итого баллов за теоретическую часть	30
2-практическое задание	Производить работы по установке и подключению приборов и оборудования распределительных устройств и вторичных цепей	30
	Пользоваться электрическими принципиальными и монтажными схемами	30
	Пользоваться технической и проектной документацией	10
	Итого баллов за практическую работу	70
Общий балл		100

Итого: 95-100 баллов – 5;

75 – 90 баллов – 4;

50 – 70 баллов – 3.

4. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

По итогам учебной практики оцениваются:

- 1) профессиональные и общие компетенции;
- 2) практический опыт и умения.

Оценка по учебной практике выставляется на основании текущего контроля видов работ, выполненных обучающимся во время практики, их объема, качества выполнения в соответствии с требованиями технологий и ДЗ по УП

4.1 Виды работ учебной практики и проверяемые результаты обучения:

Табл. 7

Виды работ	Коды проверяемых результатов (ПК, ОК, У, З, ЛР)
Раздел 2 Выполнение монтажа различных типов соединительных электропроводок	
Тема 3.1 Комплексные работы по подготовке и производства электромонтажных работ. Выполнение монтажа цепей вторичной коммутации	
Ознакомление с учебной мастерской -режим работы -формами организации труда и правилами внутреннего распорядка -нормативно-технической документацией -правилами ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Организация рабочего места и выполнение соединений жил проводов и кабелей -разделки и оконцевания контрольных и силовых кабелей с соблюдением ППР	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Подсоединение проводов и кабелей к выводам электрооборудования -Прозвонка электропроводки	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Прокладка силовых и контрольных кабелей распределительных устройств с жестким креплением и без жесткого крепления -Монтаж проводов в перфорированных коробах и кабельных каналах	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж проводов вторичной коммутации шкафа -управления электродвигателем и панелей управления, согласно ПУЭ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Проверочные работы по разделке и монтажу контрольных кабелей с вертикальным расположением клеммных рядов -комплектованию потоков жил -маркировке и подключению к панелям управления -зачет	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Раздел3 Выполнение работ по установке и подключению распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей	

Тема 3.2 Монтаж установочных изделий, автоматических выключателей и магнитных пускателей, аппаратов релейной защиты	
Выполнение монтажа распределительного щитка на 12 модулей -монтаж автоматических выключателей на 10А, 2-х полюсных выключателе: 6А, УЗО 40/0,3/2 -инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Правила и нормы безопасности при установке 2-х полюсных автоматических выключателей марки PR 62 В6в учебных мастерских -установка 2-х полюсных автоматических выключателей марки Ф-3211 на 40	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Установка герметичных выключателей О/У без фиксации с одной и двумя клавишами -область применения -обоснование применения	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Установка, упражнения пластиковых труб Ø16 мм, L=1500 мм -ознакомление с резьбонарезными инструментами -процесс крепления клипс к пластиковым трубам	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж установочных коробок -распределительных круглых и прямоугольных	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж распределительных щитков с вводным и автоматическим выключателем на 10А -монтаж автоматических 2-х полюсных выключателей 40А, 25А, 16А, 10А	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж автоматических 2-х полюсных выключателей 6А, УЗО 40/0,03/2 согласно ПУЭ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Установка заглушек под автоматы в распределительных щитках -установка пластиковых труб Ø16 мм L=1500мм	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж пускорегулирующей аппаратуры и магнитных пускателей типа ПМЕ и ПМА и ревизия согласно Правилам технической эксплуатации (ПТЭ) -инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж магнитных пускателей типа ПАЭ и контактора КПВ 600 -классификация пускателей	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж переключателей – разъединителей, кнопок управления и пакетных выключателей, распределительного щитка типа ЯРП -установка и наладка	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Выполнение монтажа трансформатора тока согласно ПУЭ -инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16

Выполнение монтажа трансформатора тока согласно ПУЭ -инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж реле максимального тока РТ-40, РТ-80 -установка и наладка	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж промежуточного реле РП-23,реле времени, минимального напряжения и мощности -установка и наладка	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Раздел 4 Выполнение ремонтных работ	
Тема 3.3 Ремонт аппаратов распределительных устройств и вторичных цепей	
Ремонт аппаратов распределительных устройств и вторичных цепей	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Дифференцированный зачет	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16

4.2 Контрольно-оценочные материалы для проведения дифференцированного зачета по учебной практике ПМ.03 Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей

Условия выполнения задания:

Зачетная работа проводится в электромонтажной мастерской с делением на подгруппы. Работа выполняется парами.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ: коммутационная и пусковая аппаратура, шкафы и панели управления, распределительные щиты и коробки, трансформаторы тока и напряжения, установочные провода и кабели, испытательные и электроизмерительные приборы.

Инструкция для выполнения заданий

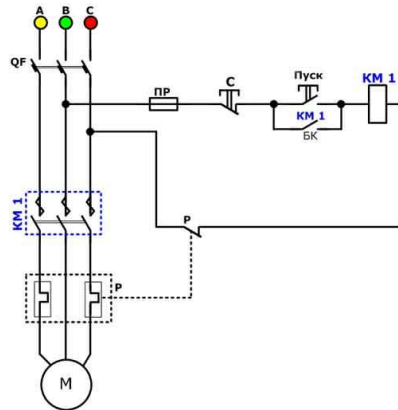
1. Ознакомиться со схемой монтажа проверки и наладки коммутационного аппарата и электроконструкции;
2. Снять крышку, провести ревизию и чистку механической части электроконструкции;
3. Проверить соответствие номинальных параметров паспортным данным;
4. Выполнить монтаж коммутационного аппарата(магнитного пускателя) и включить в электрическую схему с нагрузкой;
5. Проверить работу аппаратов в действующей схеме с нагрузкой и четкость срабатывания контактов;
6. Провести замеры сопротивлений изоляции с помощью мегаомметра.

Время выполнения задания 2,5 часа.

Время на ответ до 20 минут

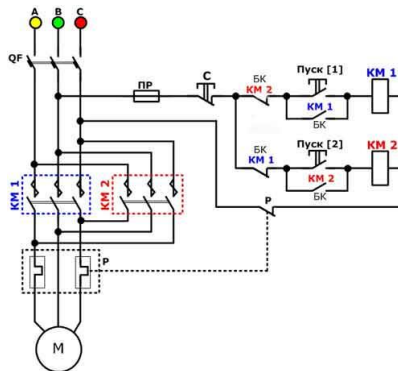
Вариант 1

1. Провести проверку и наладку магнитного пускателя.
2. Объяснить принцип запуска электрического двигателя через магнитный пускатель.



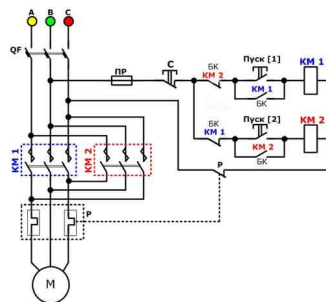
Вариант 2

1. Провести проверку и наладку автоматического выключателя.
2. Объяснить принцип запуска электрического двигателя через магнитный пускатель.



Вариант 3

1. Провести проверку и наладку электрических машин.
2. Проверка и наладка электродвигателя с полной разборкой и сборкой и проведение необходимых работ.



Вариант 4

- 1.Подготовить электроизмерительный прибор к работе. Произвести необходимые измерения.
- 2.Произвести замеры сопротивления изоляции электрического двигателя при помощи мультиметра DT-830B.

Вариант 5

- 1.Провести техническое обслуживание трехфазного электросчетчика
- 2.Опишите выполнение технологического процесса пробного пуска электрического двигателя после монтажа

Вариант 6

1. Классификация помещений и необходимость заземления электроустановок, защитное заземление и отключение, зануление электрических установок.
2. Объяснить на схеме назначение проводов («О-рабочий» и «О- защитный») в электрических сетях.

Вариант 7

1. Монтаж силовых трансформаторов. Масляный трансформатор мощностью 1000 кВА. Основные параметры и характеристики.
2. Перечислить элементы конструкции и технические характеристики силовых трансформаторов.

Вариант 8

1. Монтаж переключателей, расширителя и газового реле силовых трансформаторов.
2. Перечислить обозначения силовых трансформаторов и характеристики силовых масляных трансформаторов.

Вариант 9

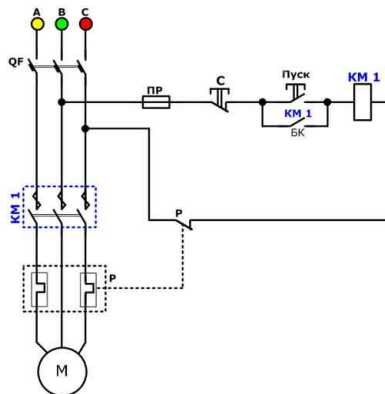
1. Ревизия и монтаж силовых трансформаторов. Объем и последовательность работ при ревизии трансформаторов.
2. Перечислить схемы и группы соединения обмоток 3-х фазных 2-х обмоточных трансформаторов. Дать сравнительную характеристику.

Вариант 10

1. Сборка, установка и монтаж силовых трансформаторов. Испытание и наладка, пробное включение.
2. Перечислить методы очистки и сушки трансформаторного масла, контроля состояния изоляции трансформаторов.

Вариант 11

1. Провести проверку и наладку магнитного пускателя.
2. Объяснить принцип запуска электрического двигателя через магнитный пускатель.

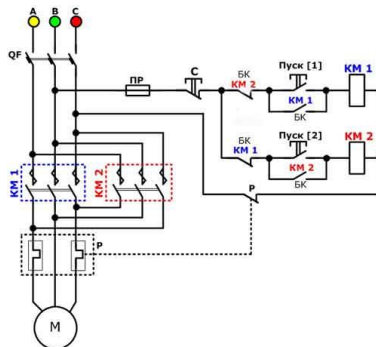


Вариант 12

- 1.Подготовить электроизмерительный прибор к работе. Произвести необходимые измерения.
- 2.Произвести замеры сопротивления изоляции электрического двигателя при помощи мультиметра DT-830B.

Вариант 13

- 1.Провести проверку и наладку автоматического выключателя.
- 2.Объяснить принцип запуска электрического двигателя через магнитный пускатель.



Вариант 14

- 1.Провести техническое обслуживание трехфазного электросчетчика
- 2.Опишите выполнение технологического процесса пробного пуска электрического двигателя после монтажа

Вариант 15

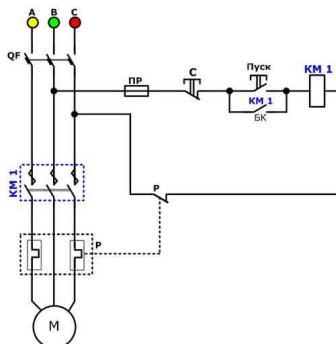
1. Классификация помещений и необходимость заземления электроустановок, защитное заземление и отключение, зануление электрических установок.
2. Объяснить на схеме назначение проводов («О-рабочий» и «О- защитный») в электрических сетях.

Вариант 16

1. Монтаж силовых трансформаторов. Масляный трансформатор мощностью 1000 кВА. Основные параметры и характеристики.
2. Перечислить элементы конструкции и технические характеристики силовых трансформаторов.

Вариант 17

1. Провести проверку и наладку магнитного пускателя.
2. Объяснить принцип запуска электрического двигателя через магнитный пускатель.



Вариант 18

1. Ревизия и монтаж силовых трансформаторов. Объем и последовательность работ при ревизии трансформаторов.
2. Перечислить схемы и группы соединения обмоток 3-х фазных 2-х обмоточных трансформаторов. Дать сравнительную характеристику.

Критерии оценивания практических работ по учебной практике.

Табл.8

№	ВИДЫ РАБОТ	Затраченное время	Оценка
1.	Разделка, оконцевание ,соединение ,комплектowanie и маркировка потоков жил контрольных и силовых кабелей		
2.	Укладка проводов в перфорированных коробах и кабельных каналах и подключение проводов к распределительным устройствам		
3.	Крепление и монтаж осветительных щитков, распределительных пунктов, аварийных щитков освещения.		
4.	Комплектowanie монтаж и установка установочных креплений и изделий для наружных и внутренних электропроводок, автоматических выключателей, кабелей и проводов.		
5.	Установка и наладка трансформаторов тока и напряжения, реле максимального тока и промежуточного реле, реле времени, реле минимального напряжения и мощности		
6.	Комплектowanie и установка крепежных изделий, монтаж кабельных воздушных линий до 1 кВ, натягивание проводов в анкерном пролете ВЛ.		
7.	Выявление неисправностей, составление спецификации и выполнение ремонтных работ		
	ИТОГО: По сумме оценок по пятибалльной шкале выводится итоговая среднеарифметическая оценка.		

5.ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

5.1 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ.

Целью производственной практики является оценка:

- 1) профессиональных и общих компетенций;
- 2) практического опыта и умений.

Контроль и оценка производственной практики проводится на основании результатов выполнения видов работ по производственной практике, отраженных в аттестационном листе, дневника по практике, отчета по практике и характеристики обучающегося с места прохождения практики, составленной и завизированной представителем образовательного учреждения и ответственным лицом организации, в которой проходила практика. В характеристике отражаются виды работ, выполненные обучающимся во время практики, их объем, качество выполнения в соответствии с технологией и (или) требованиями организации, в которой проходила практика.

Результаты производственной практики оформляются протоколом.

5.2 Виды работ производственной практики и проверяемые результаты обучения

Табл. 9

Виды работ (указываются в соответствии с разделом 3 рабочей программы профессионального модуля)	Коды проверяемых результатов (ПК, ОК,У,З,ОП)
Тема 1.1. Комплексные работы по подготовке и производству электромонтажных работ. Выполнение монтажа цепей вторичной коммутации. Монтаж ошиновки открытых и закрытых распределительных устройств (РУ). Проверка качества выполненных работ	
Организация рабочего места и безопасность труда при монтаже силовых сетей и распределительных устройств -ознакомление с нормативно – технической документацией и СНиП -инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Планировка и разбивка трассы воздушных линий -изучение нормативной документации планировки трассы - разбивка трассы ВЛ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Планировка и рытье котлованов под опоры - изучение нормативной документации планировки расположения котлованов - рытье котлованов под опоры	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Сборка и оснастка опор ВЛ - подготовка комплектующих изделий опор - оснастка опор ВЛ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Сопряжение стоек опор с приставками - подготовка и комплектация пасынков - крепеж стоек опор	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Крепление изоляторов на опорах и оснастка опор - комплектация крепежных изделий, оснастка опор ВЛ - оснастка опор ВЛ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Подъем и установка опор с помощью средств механизации -комплектация монтажа средствами механизации - установка опор ВЛ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6.
Подъем и установка опор с помощью средств механизации -комплектация монтажа средствами механизации - установка опор ВЛ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж проводов воздушных линий креплением на изоляторах - установка изоляторов на опорах - монтаж воздушной линии	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Раскатка и соединение проводов для монтажа воздушных линий - подготовка оборудования и материалов для раскатки - монтаж воздушной линии с регулировкой провиса проводов	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Подъем и регулирование стрелы провеса и крепление проводов - подготовка комплектующих изделий для регулировки стрелы провиса - установка провиса проводов согласно ПУЭ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Бандажирование , соединение в овальном соединителе с последующей опрессовкой проводов ВЛ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6.

- подготовка комплектующих изделий для бандажирования - соединение проводов опрессовкой	ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж проводов ВЛ способом скрутки - подготовка инструментов и комплектующих для выполнения скрутки - выполнение монтажа проводов ВЛ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Ознакомление с технологией монтажа электрооборудования и средствами механизацией, условиями работы и повышения производительности труда - подготовка для монтажа средств малой механизации - монтаж сборки распределительных шинопроводов согласно ПУЭ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж закрытых распределительных шинопроводов осветительных установок с соблюдением ППР - разметка трассы для монтажа ЗРШ - монтаж распределительных шинопроводов осветительных установок	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж открытых шинопроводов в соответствии с требованиями СНиП - разметка трассы для монтажа ЗРШ - монтаж сборных шин	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж опорных и проходных изоляторов в РУ и на ТП - подготовка шин и подгонка к изоляторам - монтаж опорных и проходных изоляторов	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж магистральных шинопроводов осветительных установок - подготовка и нарезка шин с соблюдением технологий - измерение сопротивления изоляции прибором.	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж открытых троллейных магистралей и шинопроводов согласно СНиП - подготовка и нарезка шин с соблюдением технологий - монтаж разъемного соединения	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Изолирование листовых соединительных секций шинопроводов и накладка межсекционной изоляции - монтаж заземления иловых установок и контроль качества смонтированного оборудования - проверочные работы	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 1.2. Монтаж комплектных трансформаторных подстанций (КТП) и распределительных устройств (РУ)	
Подготовка производства ЭМ работ для промышленного монтажа РУ - подготовка проектов производства работ - подготовка площадки для установки КТП - инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Выполнение монтажных работ первой стадии монтажа КРУ - подготовительные и заготовительные работы для монтажа комплектного РУ (КРУ) - монтаж КРУ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж внутренней сети заземления для установки камер шкафов и трансформаторов (ТР) - подготовка шин для выполнения сети заземления - монтаж сети общего освещения	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4, ЛР 10, ЛР 13-16

Монтаж наружного контура заземления - подготовка шин для выполнения наружного контура заземления - установка и монтаж заземлителей согласно требованиям СНиП	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж однострансформаторной комплектной подстанции (КТП) - выгрузка и ревизия комплектации КТП - монтаж КТП. Контроль параметров	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Подготовительные работы по контролю состояния изоляции ТР, проверка комплектации - проверка состояния изоляции и испытания повышенным напряжением - взятие пробы масла, заполнение системы охлаждения	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Испытание и наладка ТР - контрольный прогрев и сушка ТР - очистка и сушка ТР масла - подготовка к монтажу	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Установка и монтаж КТП - соединение выводов обмоток низшего напряжения с РУ - установка оборудования ТР	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Установка и монтаж камер КСО-366 с выключателем нагрузки - контроль параметров - установка камер КСО -336	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж оборудования шкафа ввода КРУН согласно ПУЭ - ревизия и наладка монтаж оборудования шкафа вола КРУН согласно ПУЭ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж выключателей ВМГ и ВМП, приводов ПЭ и ПП, разъединителей РВ - регулировка и наладка коммутационной аппаратуры - монтаж выключателей ВМГ и ВМП, приводов ПЭ и ПП	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж выключателей нагрузки ВНП согласно ПУЭ - регулировка и наладка коммутационной аппаратуры - монтаж выключателей нагрузки ВНП	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж предохранителей высокого напряжения ПК и трубчатых разрядников - регулировка и наладка коммутационной аппаратуры - монтаж предохранителей высокого напряжения ПК и трубчатых разрядников	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж трансформаторов тока ТПЛ, ТФНД и напряжения ТН согласно ПУЭ - регулировка и наладка коммутационной аппаратуры - монтаж трансформатора тока ТПЛ, ТФНД согласно ПУЭ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 1.3. Монтаж и наладка аппаратов вторичных цепей. Ремонт и наладка оборудования РУ и вторичных цепей	
Монтаж и наладка аппаратов релейной защиты - вторичных реле и максимальной токовой защиты - контроль состояния изоляции	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6. ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16

Ремонт и наладка оборудования РУ согласно ПТЭ и ТБ - подготовка к зачету	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6
Тема 1.4 Комплексные работы по подготовке и производства электромонтажных работ. Выполнение монтажа цепей вторичной коммутации	
Крепление проводов на промежуточных опорах с соблюдением ППР -подготовка промежуточных опор к креплению проводов -монтаж проводов на промежуточных опорах с соблюдением ППР	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж простых силовых сетей проводами сечением 16мм² -комплектация и установка крепёжных изделий -монтаж простых силовых сетей проводами сечением 16мм ²	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж простых силовых сетей проводами сечением 50мм² -комплектация и установка крепёжных изделий -монтаж простых силовых сетей проводами сечением 50мм ²	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж простых силовых сетей проводами сечением 70мм² -комплектация и установка крепёжных изделий -монтаж простых силовых сетей проводами сечением 70мм ²	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж осветительных шинопроводов -комплектация и установка крепёжных изделий -монтаж осветительных шинопроводов	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж небронированных кабелей сечением до 10 мм² -подготовка комплектующих изделий и оконцевание кабелей 10 мм ² -монтаж небронированных кабелей сечением до 10 мм ²	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж небронированных кабелей сечением до 16мм² -подготовка комплектующих изделий и оконцевание кабелей 16мм ² -монтаж небронированных кабелей сечением до 16 мм ²	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж наружного контура заземления с применением заземления из труб -подготовка и нарезка труб и горизонтальных заземлителей -монтаж наружного контура заземления с применением заземления из труб	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж наружного контура заземления с применением стали -подготовка и нарезка вертикальных и горизонтальных заземлителей -монтаж наружного контура заземления с применением заземления из стали	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Выполнение заглубления искусственных заземлений. Присоединение заземляющих полос к заземлителям - выполнение планировочных работ для заглублений - заглубление искусственных заземлителей	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Соединение между собой заземляющих проводов. - подготовка горизонтальных заземляющих проводников и нарезка - выполнение соединений заземляющих проводников	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Установка креплений и крепления шин заземления к закладным частям. Сварка шин, заземления и приварка их к скобам. - подготовка и комплектация крепежных изделий	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16

- монтаж заземляющих шин	
Индустриальный метод монтажа заземляющих устройств. - комплектация средств механизации для монтажа заземлителей - окраска шин внутреннего контура заземления	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Блочный монтаж пусковой аппаратуры - ревизия и наладка устройств блочного монтажа - монтаж блочным способом пусковой аппаратуры	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж магнитных пускателей - ревизия и наладка комплектующих магнитных пускателей - монтаж магнитных пускателей	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж автоматических выключателей - ревизия и наладка электромагнитной системы - монтаж автоматических выключателей	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж электромагнитных контакторов - регулировка и выборка зазоров силовых контактов - монтаж электромагнитных контакторов	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Выполнение монтажа распределительного щитка на 12 модулей -монтаж автоматических выключателей на 10А, 2-х полюсных выключателе: 6А, УЗО 40/0,3/2 -инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Правила и нормы безопасности при установке 2-х полюсных автоматических выключателей марки PR 62 В6в учебных мастерских -установка 2-х полюсных автоматических выключателей марки Ф-3211 на 40	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Установка герметичных выключателей О/У без фиксации с одной и двумя клавишами -область применения -обоснование применения	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Установка, уложение пластиковых труб Ø16 мм, L=1500 мм -ознакомление с резьбонарезанными инструментами -процесс крепления клипс к пластиковым трубам	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж установочных коробок -распределительных круглых и прямоугольных	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж распределительных щитков с вводным и автоматическим выключателем на 10А -монтаж автоматических 2-х полюсных выключателей 40А, 25А, 16А, 10А	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж автоматических 2-х полюсных выключателей 6А, УЗО 40/0,03/2 согласно ПУЭ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Установка заглушек под автоматы в распределительных щитках -установка пластиковых труб Ø16 мм L=1500мм	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6

	ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж пускорегулирующей аппаратуры и магнитных пускателей типа ПМЕ и ПМА и ревизия согласно Правилам технической эксплуатации (ПТЭ) -инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж магнитных пускателей типа ПАЭ и контактора КПВ 600 -классификация пускателей	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж переключателей – разъединителей, кнопок управления и пакетных выключателей, распределительного щитка типа ЯРП -установка и наладка	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Выполнение монтажа трансформатора тока согласно ПУЭ -инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Выполнение монтажа трансформатора напряжения согласно ПУЭ -инструктаж ТБ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж реле максимального тока РТ-40, РТ-80 -установка и наладка	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж промежуточного реле РП-23, реле времени, минимального напряжения и мощности -установка и наладка	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Составление технологической схемы монтажа трансформаторов тока и напряжения. -изучение нормативной документации -разработка технологической схемы монтажа ТТ и ТН	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж трансформаторов тока и напряжения -разработка и составление схемы монтажа трансформаторов тока и напряжения	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Монтаж схемы максимальной токовой защиты -разработка схемы максимальной токовой защиты -монтаж реле МАХ-токовой защиты	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16
Тема 3.1 Ремонт аппаратов распределительных устройств и вторичных цепей	
Ремонт аппаратов распределительных устройств и вторичных цепей -определение возможных неисправностей и составление спецификации -выполнение ремонтных работ	У1-16;31-17;ОП1-5 ОК 1-11;ПК 3.1-3.6 ЛР 4,ЛР 10, ЛР 13-16

5.3 Критерии оценки квалификационной готовности обучающихся к выполнению вида профессиональной деятельности

Табл.10

Коды проверяемых компетенций	Перечень документов, подтверждающих овладение ПК	Оценка
ПК 3.1 -3.6 ОК 1-11	-Аттестационный лист по практике по ПМ.03 с указанием уровня освоения ПК	да/нет
	-характеристика с места прохождения практики об освоении общих и профессиональных компетенций	да/нет
	-дневник практики, заверенный руководителем практики от организации	да/нет
	-отчет по практике, заверенный руководителями практики от учебного заведения и организации	да/нет

6. Контрольно - оценочные материалы экзамена (квалификационного) ПМ.03 Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей

Итоговый контроль модулю проводится в виде экзамена (квалификационного). Условием положительной аттестации является положительная оценка освоения всех компетенций по всем контролируемым показателям.

Объектом оценки является процесс деятельности и продукт деятельности

Условия выполнения задания:

Квалификационный экзамен проводится с делением на подгруппы.

Количество вариантов заданий для экзаменующихся – 15.

Задания состоят из 2-ух частей: теоретической и практической

Время выполнения задания - 4 часа.

Теоретическое задание – 1 час. Практическое задание – 3 час.

Оборудование:

Лабораторные стенды электромонтажа осветительного оборудования жилых и офисных помещений

Лабораторные стенды исследования и моделирования систем заземления и зануления электрооборудования

Коммутационная и пусковая аппаратура, шкафы и панели управления, распределительные щиты и коробки, трансформаторы тока и напряжения, установочные провода и кабели, испытательные и электроизмерительные приборы.

Задания для квалификационного экзамена

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 1

1.Теоретическая часть.

Требуется описать технические характеристики и правила подключения к сети однофазного электросчетчика и его техническое обслуживание:

- 1) Описать конструкцию и назначение электрического счетчика.
- 2) Описать все характеристики однофазного эл.счетчика.
- 3) Написать срок поверки однофазного эл.счетчика.
- 4)Описать техническое обслуживание эл.счетчика.
- 5)Описать проверку и подготовку электросчетчика к работе.

Практическая часть:

1. Подключить однофазный электросчетчик в сеть.
2. Подключить нагрузку в сеть через электросчетчик.
3. Проверка количества импульсов и показание работающего электросчетчика.

2.Опишите выполнение технологического процесса фазировки однофазного электрического счётчика после ремонта.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 2

1.Теоретическая часть.

Требуется проверить пригодность КЛ от распределительного щита до испытательного стенда. Описание ЭЦ: щит распределительный типа РЩ – 11 с предохранителями ПН – 2 на 100А, кабель силовой, выключатель автоматический стенда испытательного:

- 1) Начертить электрическую схему ЭЦ.
- 2) Определить перечень необходимых работ при техническом обслуживании КЛ.
- 3) Определить необходимые для выполнения этих работ инструменты, приспособления, приборы.
- 4) Подготовить акт проверки КЛ и допуске её в эксплуатацию.

Практическая часть:

- 1) Выбрать кабель для питания силового электроприемника по его характеристикам.

Исходные данные: Способ прокладки – траншея;

$U_{раб}$ – 10 кВ; $P_{уст}$ = 800 кВт; $\cos\varphi$ = 0,9; L_k = 1900 м;

T_{max} = 1400 час в год; I_k = 9,6 кА

2.Произвести измерение сопротивления изоляции кабеля, подключенного к электрическому двигателю с помощью мегомметра.

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УПР
_____ Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 3

1.Теоретическая часть.

Требуется проверить состояние ВЛ – 0,4 кВ от трансформаторной подстанции по улице жилого фонда и проверить пригодность ВЛ 04 кВ длиной 1000м:

- 1)Начертить электрическую схему уличного освещения с использованием ВЛ с подключением трехфазного счетчика..
- 2)Выбрать марки голых проводов ВЛ 0,4 кВ.
- 3)Проверить состояние ВЛ при техническом осмотре.
- 4)Проверка устройства заземления.

Практическая часть:

- 1) Рассчитать экономическое сечение проводов воздушной трехфазной линии с одной нагрузкой на ее конце.

Исходные данные: $P = 6000$ кВт; $\cos\varphi = 0,9$; $U_{ном} = 35$ кВ;

$L_{вл} = 30$ км; $T = 4000$ час в год; провод – стале -алюминиевый

- 2) Подобрать действительное (стандартное) сечение проводов линии и проверить его по условиям нагрева.

2.Перечислите требования безопасности при выполнении испытаний и пробного пуска электрических машин;

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УПР
_____ Р.М.Сабитов
«__» _____ 202__ г.

Вариант 4

1.Теоретическая часть.

Требуется провести единоличный осмотр силового трансформатора и описать параметры силового трансформатора, которые выявляются при единоличном осмотре.

- 1) Кто имеет право проводить единоличный осмотр работающего силового трансформатора?
- 2) Описать технологию единоличного осмотра силового трансформатора.
- 3) Описать организационно-технические мероприятия перед проведением работ по обслуживанию трансформатора (в том числе очистке изоляторов).
- 4) Подбор необходимых инструментов, приспособлений, защитных средств для проведения технического обслуживания трансформатора.

Практическая часть:

- 1) Выбрать число и мощность трансформаторов для цеховой трансформаторной подстанции. Категория потребителей III.

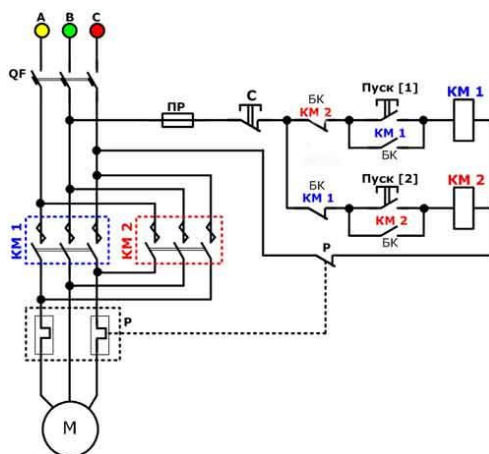
Исходные данные: Номинальное напряжение питающей сети

$U_{ном} = 380/220$ В; Коэффициент мощности после компенсации реактивной мощности $\cos\varphi = 0,94$;

Коэффициент максимума $K_m = 1,12$; Мощность нагрузки (активная, среднесменная) $P_{см} = 540,6$ кВт;

Коэффициент мощности до компенсации $\cos\varphi = 0,72$.

- 2) Заполнить наряд-допуск на проверку трансформатора.
- 3) Произвести замер сопротивления изоляции однофазного трансформатора мегомметром.
- 4) Опишите принцип работы запуска электрического двигателя.



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 5

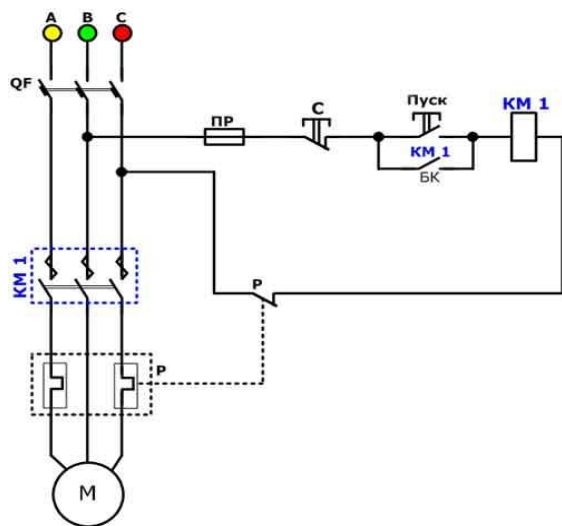
1. Теоретическая часть.

Требуется описать технологию по проверке и наладке распределительного устройства:

- 1) Описать конструкцию и назначение РУ.
- 2) Перечислить составные части узлы и детали РУ на которые необходимо обратить внимание.
- 3) Проверка и наладка составных частей, узлов и деталей (алгоритм проверки и наладки).
- 4) Опишите технологический процесс измерения сопротивления изоляции РУ мегомметром.
- 5) Подбор необходимых инструментов, приспособлений, защитных средств для проведения технического обслуживания РУ.

Практическая часть:

- 1) Провести протяжку всех необходимых контактов короткозамыкателя РУ, и подготовить его к работе.
 - 2) Заполнить наряд-допуск на проверку РУ.
2. Объяснить принцип запуска электрического двигателя через магнитный пускатель



УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УПР
_____ Р.М.Сабитов

«___» _____ 202__ г.

Вариант 6

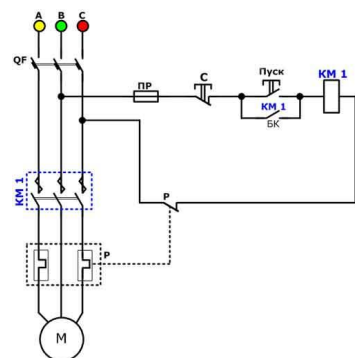
1. Теоретическая часть.

Требуется подготовить к работе магнитный пускатель из вторичного фонда (бывшие в употреблении):

- 1) Подобрать магнитный пускатель по току.
- 2) Технология наладки магнитного пускателя.
- 3) Подбор инструмента приспособлений и приборов для проведения вышеуказанных работ.
- 4) Испытание магнитного пускателя.
- 5) Оформление акта допуска к эксплуатации магнитного пускателя

. Практическая часть:

- 1) Подбор и наладка магнитного пускателя из вторичного фонда.
- 2) Провести замер сопротивления изоляции магнитного пускателя при помощи мегомметра.
- 3) Объяснить принцип запуска электрического двигателя через магнитный пускатель.



УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УПР
_____ Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 7

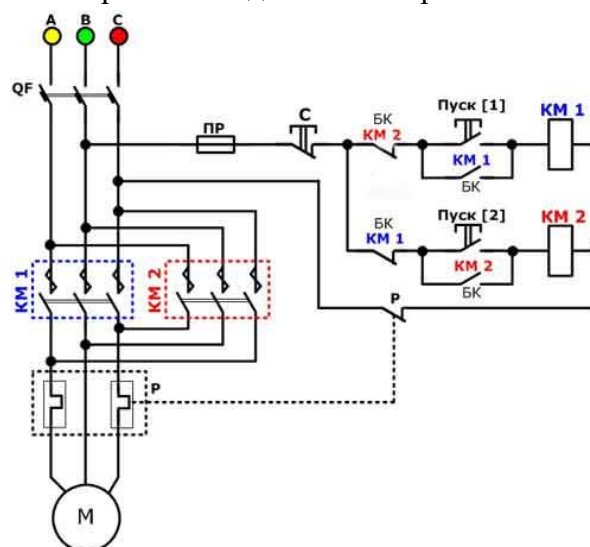
1.Теоретическая часть.

Требуется подготовить к работе выключатель автоматический из вторичного фонда (бывшие в употреблении):

- 1)Подобрать выключатель автоматический по току.
- 2)Технология наладки выключателя автоматического.
- 3)Подбор инструмента приспособлений и приборов для проведения вышеуказанных работ.
- 4)Испытание выключателя автоматического.
- 5)Оформление акта допуска к эксплуатации выключателя автоматического.

Практическая часть:

- 1)Подбор и наладка выключателя автоматического из вторичного фонда.
- 2)Провести замер сопротивления изоляции автоматического выключателя при помощи мегомметра.
- 3)Объяснить принцип запуска электрического двигателя через магнитный пускатель



УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УПР
_____ Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 8

1.Теоретическая часть.

Требуется подготовить к работе двигатель асинхронный короткозамкнутый с вторичного фонда (двигатель подобран с брошенного предприятия, слегка ржавый):

- 1)Описать технологию восстановления двигателя со вторичного фонда в работоспособное состояние.
- 2)Подбор инструмента приспособлений и приборов для проведения вышеуказанных работ.

3) Испытание двигателя на холостом ходу на испытательном стенде с замером необходимых характеристик.

4) Оформление акта допуска к эксплуатации электродвигателя.

Практическая часть:

1) Проверка и наладка электродвигателя с полной разборкой и сборкой и проведение необходимых работ.

2) Испытание электродвигателя на холостом ходу на испытательном стенде с описанием рабочих характеристик (ток нагрузки, температура, вибрация).

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

_____ Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 9

1. Теоретическая часть.

Требуется описать технические характеристики цифрового мультиметра в режиме амперметра, описать правила пользования клещами и виды измеряемых параметров:

1) Описать конструкцию и назначение цифрового мультиметра.

2) Перечислить измеряемые параметры.

3) Показать пределы измеряемых параметров.

4) Подготовка прибора к работе и его обслуживание.

Практическая часть:

1) Произвести замер сопротивления изоляции электрического двигателя при помощи мультиметра.

2) Произвести замер переменного напряжения.

3) Произвести замер постоянного напряжения.

4) Произвести замер сопротивления (на уровне бесконечность – короткое замыкание).

5) Замеры занести в таблицу.

6) Определить степень перекоса фаз на электродвигателе с помощью измерительных клещей.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

_____ Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 10

1. Теоретическая часть.

Требуется описать правила технического обслуживания вольтметров и включения в сеть, а также снятия показаний с учётом класса точности прибора:

1) Описать конструкцию и назначение вольтметров.

2) Описать все характеристики вольтметров.

3) Написать сроки поверки.

4) Описать процесс технического обслуживания.

- 5) Описать проверку и подготовку прибора к работе.

Практическая часть:

- 1) Подключить вольтметр к нагрузке.
- 2) Подключить нагрузку в сеть через электросчетчик.
- 3) Проверка количества импульсов и показания работающего электросчетчика.

Опишите выполнение технологического процесса пробного пуска однофазного электрического двигателя после монтажа.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

_____ Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 11

1.Теоретическая часть.

Требуется описать правила технического обслуживания однофазного ваттметра и градуировки шкалы:

- 1) Описать конструкцию и назначение ваттметров.
- 2) Описать все характеристики ваттметров.
- 3) Написать сроки поверки.
- 4) Описать правила технического обслуживания.
- 5) Описать проверку и подготовку ваттметра к работе.

Практическая часть:

1. Подключить ваттметр к электрической сети.
 2. Подключить нагрузку в сеть через ваттметр.
- Снятие показаний работающего однофазного ваттметра.

2. Опишите выполнение технологического процесса градуировки ваттметра и определения относительной погрешности.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

_____ Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 12

1.Теоретическая часть.

Требуется проверить пригодность КЛ от распределительного щита до испытательного стенда. Описание ЭЦ: щит распределительный типа РЩ с предохранителями, выключатель автоматический с электромагнитным расцепителем и прибор для прозвонки:

- 1) Начертить электрическую схему ЭЦ.
- 2) Определить перечень необходимых работ при техническом обслуживании линии контрольных кабелей.
- 3) Определить необходимые для выполнения этих работ инструменты, приспособления, приборы.
- 4) Подготовить акт проверки линии и допуска её в эксплуатацию.

Практическая часть:

- 1) Выбрать контрольный кабель по его характеристикам и основным параметрам для прокладки в сети релейной защиты и автоматики.

2. Произвести измерения сопротивления изоляции контрольного кабеля в сети с отключением с двух сторон.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

_____ Р.М.Сабитов

«___» _____ 202__ г.

Вариант 13

1. Теоретическая часть.

Требуется проверить состояние электроконструкций силового шкафа:

- 1) Начертить электрическую схему распределительного устройства силового шкафа согласно ЕСКД.
- 2) Выбрать марки и сечение проводов для монтажа РУ силового шкафа на напряжение 0,4 кВ.
- 3) Проверить состояние РУ в силовом шкафу при техническом осмотре.
- 4) Проверить устройства заземления и зануления, состояние контактов.

Практическая часть:

- 1) Рассчитать сечение проводов трехфазной линии с нагрузкой на ее конце $P = 45$ кВт.

Исходные данные: $P = 45$ кВт; $\cos\varphi = 0,9$; $U_{ном} = 380$ В;

$L = 500$ м; провод – сталь -алюминиевый

- 2) Подобрать действительное (стандартное) сечение проводов линии и проверить его по условиям нагрева.

- 3) Перечислите требования безопасности при выполнении монтажа и наладки трёхфазной линии с активной и индуктивной нагрузками.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

_____ Р.М.Сабитов

«___» _____ 202__ г.

Вариант 14

1. Теоретическая часть.

Требуется провести осмотр силового трансформатора ТП, описать его параметры и перечень ремонтных работ, которые выявляются при осмотре:

- 1) Кто имеет право проводить единоличный осмотр работающего силового трансформатора?
- 2) Описать технологию единоличного осмотра силового трансформатора.
- 3) Описать организационно-технические мероприятия перед проведением работ по обслуживанию трансформатора, выведенного на ремонт.
- 4) Подбор необходимых инструментов, приспособлений, защитных средств для проведения технического обслуживания трансформатора.

Практическая часть:

- 1) Выбрать число и мощность трансформаторов для заводской трансформаторной подстанции. Категория потребителей III.

Исходные данные: Номинальное напряжение питающей сети

$U_{ном} = 0,4/0,22$ кВ. Коэффициент мощности после компенсации реактивной мощности $\cos\varphi = 0,94$;

Коэффициент максимума $K_m = 1,2$; Мощность нагрузки (активная, среднесменная) $P_{см} = 450$ кВт;

Коэффициент мощности до компенсации $\cos\varphi = 0,72$.

2) Заполнить наряд-допуск на проверку и техобслуживание трансформатора ТП.

Произвести замер сопротивления изоляции обмоток трансформатора ТП мегаомметром и проверку уровня масла в расширителе.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

_____ Р.М.Сабитов

«__» _____ 202__ г.

Вариант 15

1. Теоретическая часть.

Требуется описать технологию по проверке и наладке распределительного устройства РУ (6 – 10) кВ:

- 1) Описать конструкцию и назначение РУ (6 – 10) кВ.
- 2) Перечислить составные части, узлы и детали РУ, на которые необходимо обратить внимание при индустриальном монтаже.
- 3) Произвести проверку и наладку составных частей, узлов и деталей РУ (6 – 10) кВ.
- 4) Опишите технологический процесс измерения сопротивления изоляции РУ мегаомметром.
- 5) Подбор необходимых инструментов, приспособлений, защитных средств для проведения технического обслуживания РУ (6 – 10) кВ.

Практическая часть:

1) Провести подтяжку всех необходимых болтовых соединений и контактов конструкций РУ (6 – 10) кВ и подготовить его к работе.

2) Заполнить наряд-допуск на проверку и техобслуживание РУ (6 – 10) кВ.

Составить таблицу с перечнем работ при монтаже наружного контура заземления распределительного устройства РУ (6 – 10) кВ согласно требованиям ПУЭ к заземлению электроустановок.

Критерии оценки для экзамена (квалификационного).

Табл.11

Оценка	Полнота, системность изложения материала	
	Теоретическая часть.	Практическая часть.
«5»	Изложение материала на вопросы полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы.	Работа выполнена полностью, качественно и правильно с использованием технической документации, справочного материала, сделаны правильные выводы.
«4»	Изложение материала на вопросы полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы с 1-2 не существенными ошибками.	Работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок, исправленных самостоятельно по требованию преподавателя
«3»	Изложение материала на вопросы в системе, в соответствии с требованиями учебной программы с 3-5 не существенными ошибками	Работа выполнена правильно не менее чем наполовину или допущена существенная ошибка.
«2»	Изложение учебного материала на вопросы неполное, бессистемное, беспорядочное; незнание большей части изучаемого материала; ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл.	Работа выполнена неправильно

Заключение о сформированности компетенций

Табл.12

Профессиональные и общие компетенции	Заключение о сформированности компетенций
ПК.3.1. Производить подготовительные работы.	Освоен / не освоен
ПК.3.2. Выполнять различные типы соединительных электропроводок	Освоен / не освоен
ПК. 3.3. Устанавливать и подключать распределительные устройства.	Освоен / не освоен
ПК. 3.4. Устанавливать и подключать приборы и аппараты вторичных цепей	Освоен / не освоен
ПК.3.5. Проверять качество и надёжность монтажа распределительных устройств и вторичных цепей	Освоен / не освоен
ПК.3.6. Производить ремонт распределительных устройств и вторичных цепей	Освоен / не освоен
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности к различным контекстам.	Освоен / не освоен
ОК 2 Осуществлять поиск и интеграцию информации необходимой для выполнения задач профессиональности.	Освоен / не освоен
ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие	Освоен / не освоен
ОК 4 Работать в коллективе и команде , эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами	Освоен / не освоен
ОК 5 Осуществлять устную и письменную комплектацию на гражданском языке Российской Федерации с учётом особенностей социального и культурного контекста.	Освоен / не освоен
ОК 06. проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.	Освоен / не освоен
ОК 07. содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	Освоен / не освоен
ОК 08. использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности	Освоен / не освоен
ОК 09. использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.	Освоен / не освоен
ОК 10. пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	Освоен / не освоен
ОК 11.использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере	Освоен / не освоен

Заключение об освоении вида профессиональной деятельности

Вид профессиональной деятельности «Монтаж осветительных электропроводок и оборудования»_____

Дата ____ . ____ .20____ Подписи членов экзаменационной комиссии

7. Информационное обеспечение обучения

1. Нестеренко В.М. Технология электромонтажных работ-М.: Издательский центр «Академия», 2017.
2. Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования - М.: Издательский центр «Академия», 2014.
3. Сибикин Ю.Д. ТО, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий- М.: Издательский центр «Академия», 2013г.
4. Хромоин П.К. Электротехнические измерения - М.: ИД «Форум», 2013 г.

Дополнительная литература:

- ...Нестеренко В.М., Мысьянов А.М. Технология электромонтажных работ- М.: ИЦ «Академия», 2006г
5. Акимова Н.Л. «Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования» - М.: Издательский центр «Академия», 2005.
 6. Сибикин Ю.Д. «ТО, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий» - М.: Изд. центр «Академия», 2006.
 7. Сибикин Ю.Д. «Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий» - М.: Изд. Центр «Академия», 2005.
 8. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. «Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий» - М.: Высшая школа; Изд. Центр «Академия», 2005.
 9. Хромонин П.К. «Электротехнические измерения» - М.: ИД «Форум», 2008 6 «Правила устройства электроустановок. 4-ый выпуск» - Новосибирск. Сибирское г. Университетское издательство, 2006.
 10. Володарская А.А. Программа предмета «Материаловедение» - М.: Высшая школа, 2005.
 11. Журавлева Л.В. Электроматериаловедение – М.: Издательский центр «Академия», 2006 г.
 12. Никулин Н.В. Электроматериаловедение – М.: 2005г.

Методические пособия: Семенов В.А.... Практические работы по специальной технологии для электромонтажников. М.: «Академия», 2009г.

Справочная литература: Сибикин Ю.Д. Справочник электромонтажника –М.: ИЦ «Академия» 2003г.

Информационные ресурсы:

Электронный ресурс «Электромонтаж»Форма доступа:

- <http://www.Shneider-elektric.ru>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РТ
ГАПОУ «НИЖНЕКАМСКИЙ МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по НМР

_____ В.П. Кузиева

«_____» _____ 202_г.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

_____ Р.М. Сабитов

«_____» _____ 202_г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ**

ПМ.03 Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей

Профессия СПО 08.01.18 «Электромонтажник
электрических сетей и электрооборудования»
на базе основного общего образования

Форма обучения - очная

Срок обучения – 2 года 10 месяцев

Квалификация:

- Электромонтажник по освещению и осветительным сетям;
- Электромонтажник по распределительным устройствам и вторичным цепям.

Нижнекамск, 202_____г.

Пояснительная записка

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по профессии **08.01.18 Электромонтажник электрических сетей и электрооборудования**

Организация-разработчик:

ГАПОУ «Нижекамский многопрофильный колледж»

Разработчик:

Зинкин А.В. – преподаватель дисциплин профессионального цикла, первой квалификационной категории.

Рассмотрена и рекомендована на заседании методической цикловой комиссии ГАПОУ «Нижекамский многопрофильный колледж».

Председатель методической цикловой комиссии

_____ **Г.З.Малых**

Протокол заседания МЦК № ____ от « ____ » _____ 202__ г.

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся самостоятельно овладеть профессиональными знаниями и умениями, опытом творческой деятельности при решении проблем учебного и профессионального уровня и направлены на формирование следующих компетенций:

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Паспорт методических указаний по выполнению практических заданий	4
2	Практическое занятие №1 Осмотр и ремонт магнитного пускателя ПМЛ-1100.	6
3	Практическое занятие № 2 Монтаж электрических счетчиков.	12
4	Практическое занятие № 3 Составление технологической карты монтажа магистрального шинопровода	13
5	Практическое занятие № 4 Составление технологической карты монтажа распределительного шинопровода	14
6	Практическое занятие № 5 Составление технологической карты монтажа осветительного шинопровода	15
7	Практическое занятие № 6 Составление графика дежурств при различных методах обслуживания электроустановок на подстанции	17
8	Практическое занятие № 7 Оформление наряда-допуска на производство работ в электроустановке напряжением до 1000 В	18
9	Практическое занятие № 8 Работа с электрозащитными средствами	25
10	Практическое занятие № 9 Производство оперативных переключений в РУ-10 кВ	31
11	Практическое занятие № 10 Проверка состояния разрядников и оформление отчетной документации	38
12	Практическое занятие №11 Выбор измерительных приборов, испытательного оборудования, схемы их включения	43
13	Практическое занятие №12 Определение объемов, норм и периодичности проведения технического обслуживания и ремонта оборудования электроустановок	54
14	Практическое занятие №13 Определение коэффициента трансформации	58
15	Практическое занятие №14 Проверка группы соединения обмоток	62
16	Практическое занятие №15 Изучение конструкции магнитного пускателя и контактора	66
17	Практическое занятие 16 Изучение конструкции и выбор предохранителей	73
18	Оформление отчета по практическому занятию	78

1. ПАСПОРТ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

1.1 Область применения методических указаний по выполнению работ, выполненных на практических и лабораторных занятиях

Методические указания по выполнению работ, выполненных на практических занятиях (далее методические указания) – являются частью образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по профессии 08.01.18 Электромонтажник электрических сетей и электрооборудования в части требований к результатам освоения основных видов профессиональной деятельности (ВПД):

уметь:

- У1.использовать техническую документацию на подготовку и производство электромонтажных работ;
- У2.производить работы по монтажу электропроводок вторичных цепей различными способами;
- У3.пользоваться проектной документацией;
- У4. составлять простые электрические принципиальные и монтажные схемы;
- У5.использовать индустриальные методы монтажа вторичных цепей;
- У6. пользоваться инструментом для электромонтажных работ;
- У7.производить установку и крепление распределительных устройств, производить электрическое подключение распределительных устройств;
- У8. использовать при монтаже электрические и монтажные схемы, другую проектную документацию;
- У9.использовать при монтаже инструменты, механизмы и приспособления; производить настройку и регулировку устройств защиты и автоматики;
- У10.оценивать качество электромонтажных работ и надежность контактных соединений;
- У11.производить приемосдаточные испытания монтажа вторичных цепей и распределительных устройств;
- У12.пользоваться приборами для измерения параметров электрических цепей;
- У13.устанавливать причину неисправности распределительных устройств и вторичных цепей;
- У14.производить демонтаж неисправных участков цепей, оборудования, приборов и аппаратов;
- У15.производить несложный ремонт элементов распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей;
- У16.пользоваться при ремонте электрическими принципиальными и монтажными схемами;

знать:

- 31.состав и содержание технической документации на производство электромонтажных работ;
- 32.типы проводов и кабелей, используемых при монтаже вторичных цепей, технологию выполнения монтажа электропроводок вторичных цепей различными способами;
- 33.требования к выполнению монтажа вторичных цепей;
- 34.типы и конструкцию, технологию монтажа распределительных устройств, техническую документацию для производства электромонтажных работ;
- 35.условные обозначения элементов вторичных цепей на электрических принципиальных и монтажных схемах;
- 36.общие требования к установке приборов и аппаратов вторичных цепей;

- 37. типы, устройство и принцип действия приборов и аппаратов вторичных цепей, технологию монтажа приборов и аппаратов вторичных цепей;
- 38. методику настройки и регулировку устройств защиты и автоматики;
- 39. критерии оценки качества электромонтажных работ;
- 310. порядок сдачи-приемки распределительных устройств и вторичных цепей;
- 311. объем и нормы приемо-сдаточных испытаний;
- 312. состав и оформление приемо-сдаточных документов;
- 313. типовые неисправности электрических проводок, распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей;
- 314. методы обнаружения неисправных приборов и аппаратов;
- 315. типы и методику применения контрольно-измерительных приборов;
- 316. правила чтения электрических принципиальных и монтажных схем;
- 317. правила техники безопасности при монтаже распределительных устройств и вторичных цепей.

Результатом освоения программы профессиональных модулей является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности «Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей», в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

ПК 3.1. Производить подготовительные работы;

ПК 3.2. Выполнять различные типы соединительных электропроводок

ПК 3.3. Устанавливать и подключать распределительные устройства

ПК 3.4. Устанавливать и подключать приборы и аппараты вторичных цепей;

ПК 3.5. Проверять качество и надежность монтажа распределительных устройств и вторичных цепей;

ПК 3.6. Производить ремонт распределительных устройств и вторичных цепей

ОК 1. Понимать сущность и социальную зависимость 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.

ОК 8. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ОК 11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере

Практическое занятие № 1

Тема: Осмотр и ремонт магнитного пускателя ПМЛ-1100.

Цель занятия: получить первичные практические навыки осмотра и ремонта магнитного пускателя.

Задачи: сформировать умение осмотра и ремонта магнитного пускателя.

Оборудование, материалы, инструменты: мегаомметр на напряжение 1000 В, ключи гаечные, отвёртки, плоскогубцы комбинированные, напильник, наждачная бумага, изоляционная лента, изоляционная полихлорвиниловая трубка, магнитный пускатель ПМЛ-1100, обтирочный материал.

Задание:

- 1.Получить необходимые инструменты и материалы.
- 2.Ознакомиться со схемой последовательного технологического процесса.
- 3.Выполнить работу в соответствии со схемой последовательного технологического процесса.
- 4.Показать для оценивания выполненную работу мастеру производственного обучения.
- 5.Собрать инструменты, материалы.
- 6.Убрать рабочее место.

Схема последовательного технологического процесса

Расшифровка пускателя ПМЛ-1100

- первая цифра «1» — величина пускателя — 1
- вторая цифра «1» - нереверсивный пускатель без теплового реле
- третья цифра «0» - степень защиты IP00, исполнение без кнопок управления
- четвертая цифра «0» - один вспомогательный замыкающий (нормально-открытый) контакт

Технические характеристики магнитного пускателя ПМЛ-1100

На корпусе пускателя приклеен стикер с его основными характеристиками:

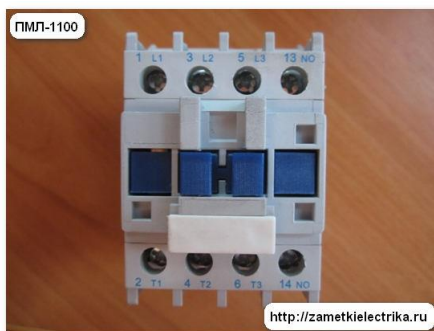
- номинальное напряжение силовой (главной) цепи — 220, 380 и 660 (В)
- номинальный ток силовых (главных) контактов — 12, 12 и 8,9 (А)
- категория применения — АС-3, т.е. для коммутации (пуск, остановка и реверс) электродвигателей с короткозамкнутым ротором
- климатическое исполнение — УЗ

Напряжение катушки пускателя составляет ~220 (В). Это видно по бирке в верхней части пускателя. Катушка является съёмной (далее мы поговорим как добраться до катушки), поэтому ее можно поменять на другой номинал, например, на 380 (В). ПМЛ-1100 легко можно установить на стандартную DIN-рейку с размером 35 (мм) или монтажную панель с установочными размерами 34х48 (мм).



- A1 и A2 — это выводы катушки
- L1 (1) — T1 (2) - первая пара замыкающих силовых (главных) контактов
- L2 (3) — T2 (4) - вторая пара замыкающих силовых (главных) контактов
- L3 (5) — T3 (6) - третья пара замыкающих силовых (главных) контактов
- NO (13) — NO (14) — вспомогательные замыкающие (нормально-открытые) контакты

Кстати, у ПМЛ-1100 вывод катушки А2 сделан с двух сторон для удобства подключения.



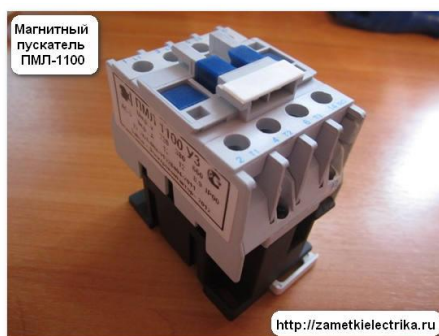
Такое обозначение принято, согласно ГОСТ Р 50030.4.1-2002. Там же сказано, что питание к пускателю необходимо подводить к клеммам L1 (1), L2 (3), L3 (5), а нагрузку подключать на клеммы T1 (2), T2 (4), T3 (6).

Если количества контактов в пускателе не достаточно, то можно добавить специальную приставку, например, ПКЛ-22М на 4 контактные группы:

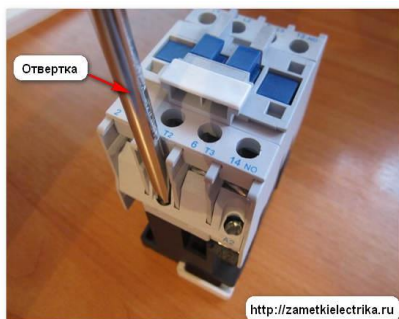
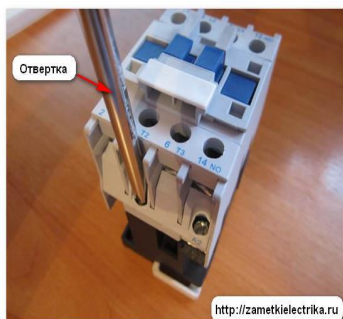
- 53 — 54 — замыкающий контакт
- 61 — 62 — размыкающий контакт
- 71 — 72 - размыкающий контакт
- 83 — 84 - замыкающий контакт

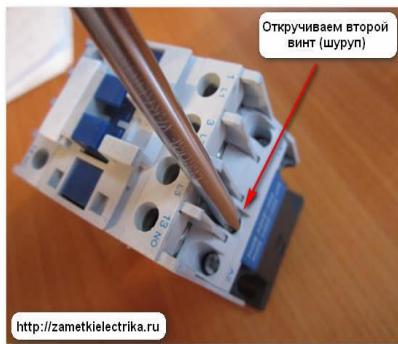
Существуют контактные приставки с разными комбинациями групп и контактов.

Устройство пускателя. Разборка ПМЛ-1100



Магнитный пускатель ПМЛ-1100 состоит из двоянного корпуса, катушки (обмотки), подвижной и неподвижной части стального сердечника (магнитопровода) и контактной системы мостикового типа, которая состоит из подвижных и неподвижных контактов. В первую очередь с помощью отвертки открываем два винта (шурупа) крепления верхней половины корпуса.

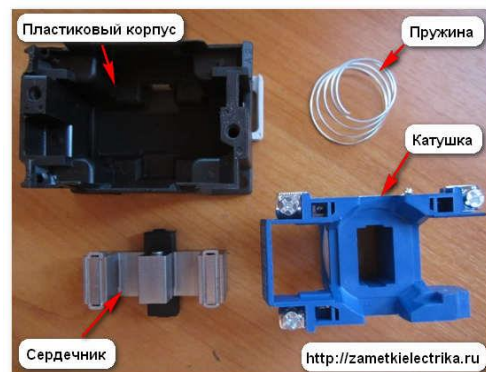
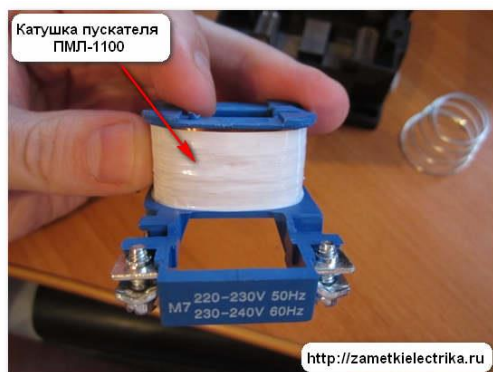




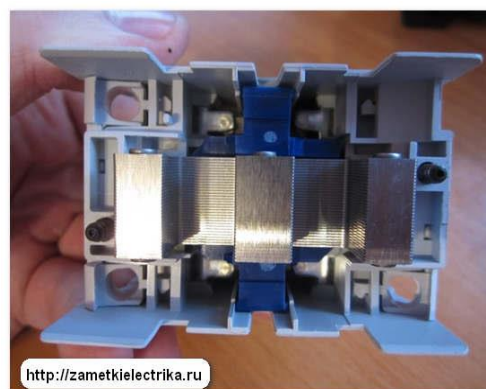
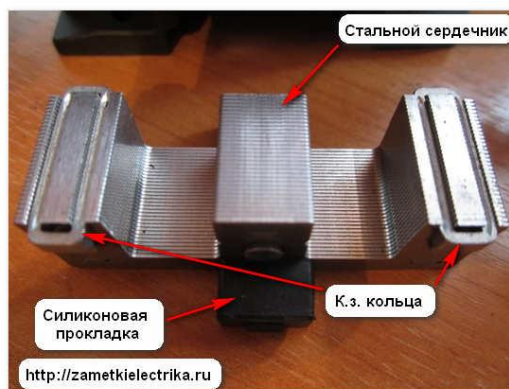
В одной половине корпуса установлена катушка с неподвижной частью сердечника (магнитопровода).

Возвратная пружина, ее еще называют противодействующей, расположена в центре катушки и возвращает контакты пускателя в исходное положение при отключении катушки пускателя от питающего переменного напряжения.

Снимаем катушку



Сердечник (магнитопровод) набирается из листов электротехнической стали, изолированных друг от друга, для уменьшения вихревых токов в «железе».

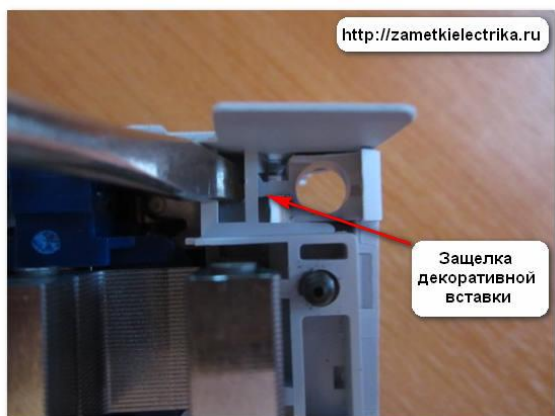


Место соединения подвижной и неподвижной части сердечников имеет шлифованную и гладкую поверхность. Там же установлены два короткозамкнутых кольца для уменьшения вибраций при

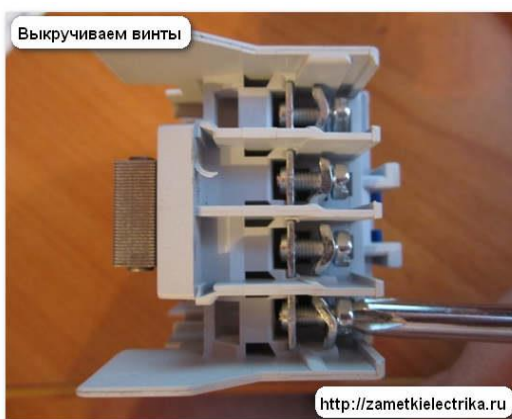
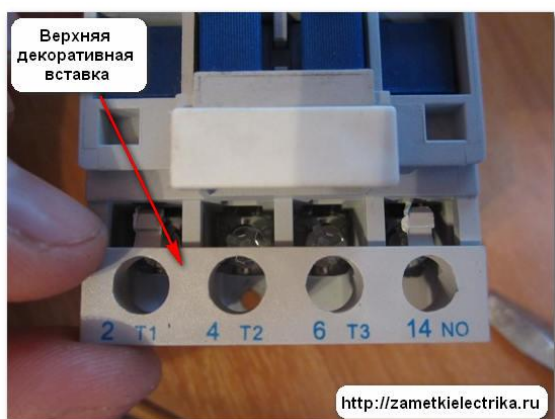
включении пускателя. Если эта поверхность загрязнится каким-либо образом, то пускатель во включенном положении будет сильно гудеть. Также на неподвижном сердечнике можно увидеть силиконовую прокладку. Она нужна для уменьшения шума при срабатывании пускателя.

Одну половину корпуса пускателя мы разобрали. Теперь переходим ко второй.

Чтобы добраться до контактной системы пускателя ПМЛ-1100, нам нужно снять нижние и верхние декоративные вставки. Смотрите последовательность на фотографиях ниже.



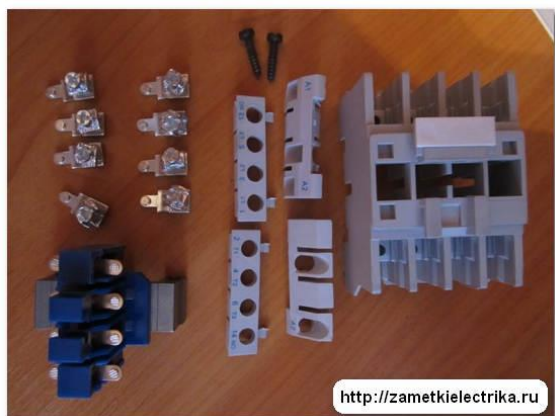
Затем нужно выкрутить практически «до отказа» все винты неподвижных контактов.



А теперь вытащим неподвижные контакты из направляющих пазов пускателя.



Только после перечисленных выше операций можно вынимать подвижную часть стального сердечника (магнитопровода) и контактов. Вот что получилось.



На фото видно, что каждый подвижный контакт подпружинен и расположен на диэлектрической траверсе (держателе). Траверса с контактами жестко соединена с подвижным сердечником (магнитопроводом).

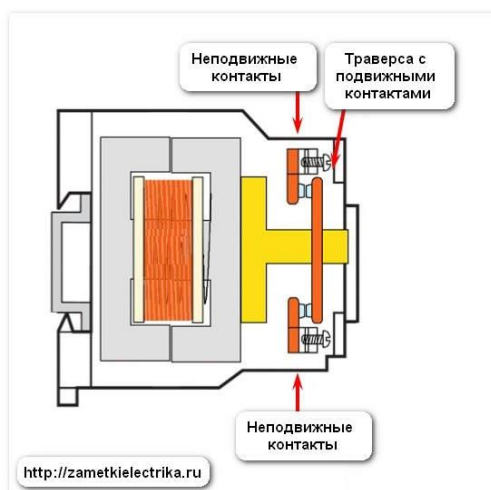


Вот в принципе и все. Теперь Вы знакомы с устройством магнитного пускателя ПМЛ-1100.

Принцип работы магнитного пускателя ПМЛ-1100

Зная устройство магнитного пускателя, рассмотрим принцип его работы, не вникая глубоко в теорию электромагнетизма. При подаче переменного напряжения 220 (В) на катушку пускателя по ней начинает протекать электрический ток, который создает магнитный поток.

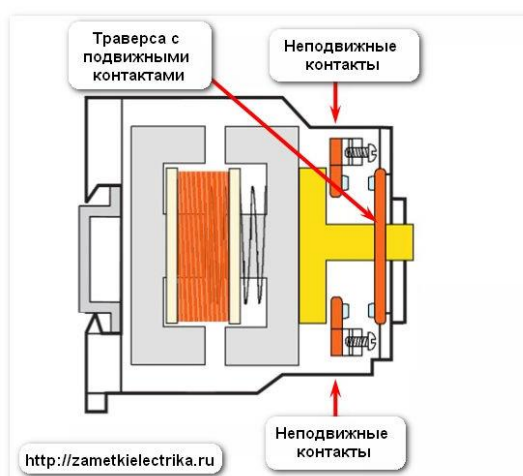
Магнитный поток замыкается через подвижный сердечник, неподвижный сердечник и воздушный зазор между ними. В этот момент подвижный сердечник намагничивается и притягивается к неподвижному сердечнику, тем самым замыкая силовые (главные) и вспомогательные контакты.



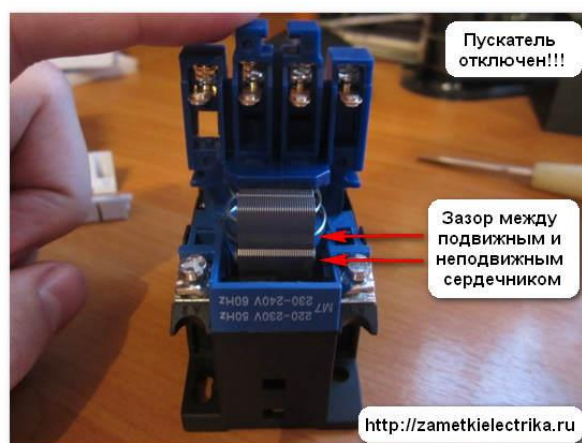
А вот наглядная имитация включенного магнитного пускателя ПМЛ-1100 без корпуса.



При снятии переменного напряжения 220 (В) с катушки пускателя, возвратная (противодействующая) пружина отталкивает подвижную часть сердечника в исходное состояние, тем самым размыкая силовые (главные) и вспомогательные контакты.



А вот наглядная имитация отключенного магнитного пускателя ПМЛ-1100 без корпуса.



1. Осмотр магнитного пускателя (контактора) с проверкой заземления:

Осмотреть магнитный пускатель (контактор), проверить заземление металлического основания и кожуха. Обратит внимание на надёжность контактов присоединений подходящих и отходящих кабелей и проводов, блокировочных контактов, теплового реле (при наличии). Убедиться в отсутствии следов нагрева, оплавления проводов и кабелей, сколов и трещин пластмассовых деталей. Проверить исправность и надёжность заземления.

2. Снятие дугогасительных камер.

Снять дугогасительные камеры. Удалить нагар с внутренних и наружных поверхностей. Проверить отсутствие трещин и изломов внутренних поверхностей камер.

3. Чистка и проверка состояния контактов.

Проверить состояние силовых контактов. Проверить одновременность замыкания всех силовых контактов при механическом поджатии якоря магнитного пускателя (контактора) и при необходимости отрегулировать.

4. Чистка, проверка состояния и крепления.

Очистить пускатель (контактор) от пыли и нагара. Устранить все выявленные при осмотре неисправности: греющиеся соединения перебрать, очистив от окислов и нагара, затянуть ослабленные крепления, нарушенную изоляцию проводов и жил кабеля усилить изоляционной лентой или полихлорвиниловой трубкой, заменить сломанные и треснувшие детали.

5. Измерение сопротивления изоляции.

Отключить катушку пускателя (контактора). Мегаомметром на напряжение 1000 В измерить сопротивление изоляции силовых контактов по отношению к земле и между собой. Измерить сопротивление изоляции катушки. Оно не должно быть менее 0,5 МОм. Подключить катушку пускателя (контактора).

6. Проверка работы пускателя (контактора).

Нажатием якоря пускателя (контактора) определить отсутствие люфта и заедания его подвижных частей. При их наличии выявить причину и устранить. Проверить работу силовых и блокировочных контактов на замыкание с учётом нажатия.

7. Установить дугогасительные камеры. Трёхкратным включением и отключением опробовать работу пускателя (контактора).

Практическое занятие № 2

Тема: Монтаж электрических счетчиков.

Цель занятия: получить практические навыки монтажа электрических счетчиков.

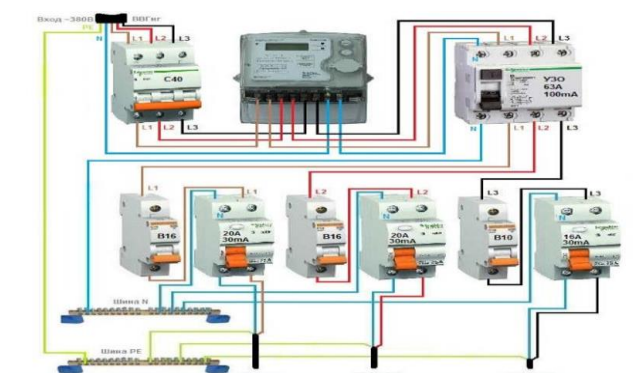
Задача: сформировать умение монтажа электрических счетчиков.

Оборудование, материалы, инструменты: наборы инструмента электромонтера (отвертки, пассатижи, приспособление для зачистки проводов), электропровод ВВГнг3 x 1,5 мм, выключатели, бокорезы, отвертки, плоскогубцы с изолированными ручками, монтажный нож, распределительный щит, устройство защитного отключения, автоматические выключатели, трехфазный счетчик электрической энергии.

Задание:

1. Пройти целевой инструктаж по технике безопасности.
2. Проверить отсутствие напряжения на рабочем месте путем осмотра рабочего места.
3. Установить электрический щит.
4. Установить дин рейку в распределительном щите.
5. Выбрать и подобрать автоматические выключатели.
6. Согласно монтажной схеме установить автоматические выключатели.
7. Установить распределительную коробку выключателя.
8. Установить вводной автоматический выключатель согласно схеме
9. Установить счетчик согласно схеме.
10. Установить УЗО согласно схеме.
11. Установить распределительные автоматические выключатели согласно схеме №6.
12. Установить шинку N.
13. Установить шинку PE.
14. Соединить электрические элементы распределительного щита согласно схеме №1.
15. Предъявить выполненное задание мастеру.
16. Демонтировать схему.
17. Привести рабочее место в порядок.

.Схема №1 Электрическая схема.



заключение

Результатом практических занятий является овладение обучающимися практическими навыками, необходимыми для дальнейшего освоения рабочей профессии, а также для успешного овладения видом профессиональной деятельности (ВПД):

-Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями.

Результатом выполнения вышеизложенных практических занятий является формирование и закрепление первичных практических навыков.

Практическое занятие № 3

Тема: Составление технологической карты монтажа магистрального шинопровода

Цель: научиться составлять технологические карты монтажа магистрального шинопровода

Задание: составить технологическую карту монтажа магистрального шинопровода по образцу

Технологическая карта

Табл.1

Наименование технологических операций	Технологические указания и пояснения

Общие сведения: Магистральные шинопроводы.

Магистральные рассчитаны на большие токи (1600 - 4000 А) и на несколько присоединений к ним ответвлений для питания потребителей (два места на каждые 6 м).

Магистральные шинопроводы типа ШМА в защищенном исполнении имеют три шины. Нулевой шиной шинопровода служат два алюминиевых уголка, расположенных вне корпуса и используемых для крепления шинопроводов. Каждая фаза шинопровода ШМА выполнена из двух алюминиевых изолированных шин прямоугольного сечения.

Магистральный шинопровод ШМА комплектуют из прямых секций длиной 0,75, 1,5, 3 и 3,5 м., угловых, тройниковых, ответвительных, присоединительных и подгоночных секций. Кроме того, выполняют специальные секции: гибкие - для обхода препятствий и фазировочные - для изменения чередования фаз. Основной вид секций шинопроводов ШМА - прямая длиной 3 м. Из набора секций комплектуют шинопровод любой сложности. Шины смежных секций соединяют сваркой или специальным одноболтовым сжимом. Стремятся наибольшее число секций шинопровода выполнять сваркой.

Существует модернизированная конструкция шинопровода ШМА, который имеет четыре шины, расположенных внутри корпуса, - три фазные и одну нулевую. Для магистралей постоянного тока и

ошиновки главных приводов прокатных станов применяются магистральные шинопроводы постоянного тока ШМАД.

Порядок выполнения операций монтажа

- 1 Разметка и установка опорных конструкций
- 2 Разметка осей шинопровода
- 3 Сборка шинопровода на технологической линии МЭЗ
- 4 Установка опорной конструкции
- 5 Установка секций шинопровода
- 6 Заземление шинопровода
- 7 Проверка качества сборки

Литература :Нестеренко В.М. Технология электромонтажных работ: Учеб. Пособ. Для нач. проф. Образ- М.: Издат. Центр «Академия»,2014

Практическое занятие № 4

Тема: Составление технологической карты монтажа распределительного шинопровода

Цель: научиться составлять технологические карты монтажа распределительного шинопровода

Задание: составить технологическую карту монтажа распределительного шинопровода по образцу

Технологическая карта

Табл.1

Наименование технологических операций	Технологические указания и пояснения

Общие сведения: Распределительные шинопроводы

Распределительные шинопроводы рассчитаны на токи до 630 А и большое количество мест (3 - 6) на трехметровой секции для подключения электроприемников.

В цехах промышленных предприятий широко используют закрытые распределительные шинопроводы. Их изготавливают на заводах и поставляют в виде комплекта из прямых участков — секций (длина прямой секции 3 м), снабженных переходными элементами для последовательного соединения ряда секций, устройства ответвлений (ответвительные коробки), а также вводных коробок, присоединяющих шинопроводы к питающей сети.

Ответвительные коробки шинопроводов предназначены для подключения станков и механизмов. В них устанавливают автоматы или предохранители. Подключаются электроприемники к шинопроводу с помощью ответвительных коробок со штепсельными контактами (без снятия напряжения с шинопровода) или болтовыми соединениями. Соответственно шинопроводы называют штепсельными или шинопроводами с глухими отпайками. Наибольшее распространение получили штепсельные шинопроводы.

Ответвление от шинопроводов к производственным механизмам выполняется в стальных тонкостенных трубах. Шинопроводы крепят к фермам, подвешивают на подвесках к строительным конструкциям цеха или устанавливают на стойках.

Типовые комплектные магистральные шинопроводы серии ШМА-73 выпускают на номинальные токи 1600, 2500 и 4000 А напряжением до - 1000 В, а распределительные штепсельные шинопроводы серии ШРА-73 — на токи 250, 400 и 630 А напряжением до 380 В.

Распределительные шинопроводы ШРА

состоят из прямых секций длиной 3 м и угловых секций.

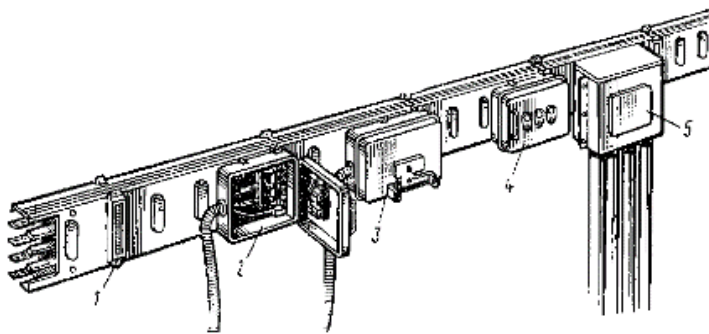


Рис.№1 Секции распределительного шинопровода

Элементы (секции) распределительного шинопровода 1 — заглушка, закрывающая место резервной присоединения, 2 — ответвительная коробка с предохранителями, 3 — ответвительная коробка с автоматическим выключателем (видна рукоятка автоматическим выключателем), 4 — коробка с сигнальными лампами, указывающими наличие напряжения, 5 — вводная коробка

На рисунке показан общий вид распределительного штепсельного шинопровода серии ШРА-73 (четырёхпроводного).

Порядок выполнения операций монтажа

- 1 Разметка и установка опорных конструкций
- 2 Разметка осей шинопровода
- 3 Сборка шинопровода на технологической линии МЭЗ
- 4 Установка опорной конструкции
- 5 Установка секций шинопровода
- 6 Заземление шинопровода
- 7 Проверка качества сборки

Литература: Нестеренко В.М. Технология электромонтажных работ: Учеб. Пособ. Для нач. проф. Образ- М.: Издат. Центр «Академия».,2014

Практическое занятие № 5

Тема: Составление технологической карты монтажа осветительного шинопровода

Цель: научиться составлять технологические карты по монтажу осветительного шинопровода

Задание: составить технологическую карту монтажа осветительного шинопровода

Технологическая карта

Табл.1

Наименование технологических операций	Технологические указания и пояснения

Общие сведения Шинопровод представляет собой устройство из неизолированных или изолированных проводников, изоляторов и конструкций, которые служат для передачи и распределения электроэнергии в производственных помещениях, на территориях промышленных предприятий.

Шинопроводы обеспечивают высокую надёжность электроснабжения, требуют меньших затрат времени и средств при монтажных работах.

Осветительный шинопровод предназначен для подключения освещения и токоприемников малой мощности.

Осветительные шинопроводы на 25А, 380/220В типа ШОС-четырёх проводные с изолированными круглыми проводниками 6мм². Длина секции ШОС-3м. Секция имеет 6 однофазных штепсельных

соединений (фаза-нуль) через каждые 0,5м. В комплекте с ШОС идут штепсельные вилки на 10А. Секции ШОС прямые, угловые, гибкие.

Разметку выполняют от опорных конструкций до чистого пола не менее 2500 мм, по от меткам чистого пола с применением гидростатического уровня визированием и отвесом.

Шинопровод крепится к фермам, на подвесках строительных конструкций или на стойках.

Соединение секций выполняют встык и закрепляют двумя винтами. Светильники подвешивают непосредственно к шинопроводу ШОС с помощью хомута с крючком и присоединяют к штепсельному соединению. Максимальное расстояние между точками крепления 2м, если светильники не устанавливают на коробах шинопровода, шаг крепления шинопроводов ШОС может быть увеличен до 3м.

Усиливают места стыка секций дополнительной подвески и ограничивают число и массу светильников (на ШРА -12 кг на 1 м).

Соединение с нулевым проводом в процессе изготовления секции, заземление трассы шинопровода. Заземления контакта штепселя. Проверяют качество сборки шинопровода: прочность закреплённых опорных конструкций, измерение сопротивления изоляции шиш (согласно ПУЭ не менее 0,5 Мом)- Мегаомметр до 1000В.

Перед началом монтажа светильники проверяют в МЭЗ. При этом определяют и маркируют фазные и нулевые провода, производят зарядку или перезарядку светильников, собирают блоки люминесцентных светильников и комплектные световые линии. Операции по монтажу светильников состоят из установки деталей крепления и конструкций, подвески и крепления светильников, присоединения к электросети и сети заземления.

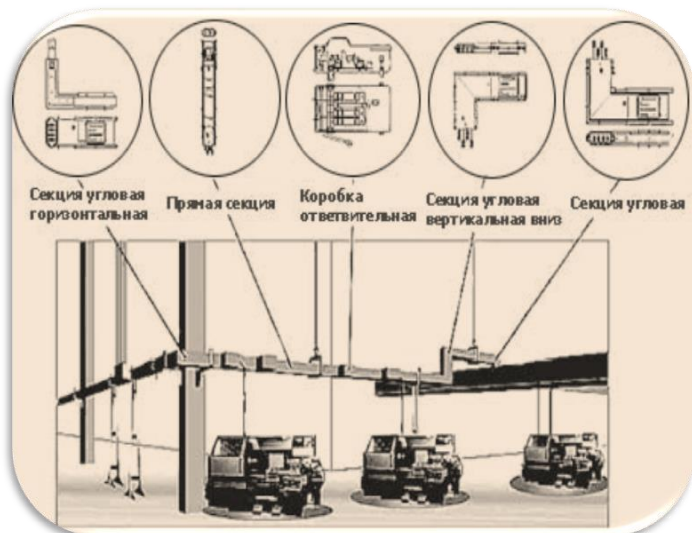
Порядок выполнения операций монтажа ШОС

- 1 Разметка и установка опорных конструкций
- 2 Разметка осей шинопровода
- 3 Сборка шинопровода на технологической линии МЭЗ
- 4 Установка на опорной конструкции
- 5 Установка светильников
- 6 Заземление шинопровода
- 7 Проверка качества сборки

Порядок выполнения

1. Изучить рекомендуемую литературу
2. Составить технологическую карту по таблице №1
3. Выполнить отчет по практической работе

План - проекта



Список литературы

В.М.Нестеренко «Технология электромонтажных работ» стр439-442

М. С Живов «Справочник молодого электромонтажника» стр101-111

Практическое занятие № 6

Тема: Составление графика дежурств при различных методах обслуживания электроустановок на подстанции

Цель работы: научиться строить график дежурств для различных методов оперативного обслуживания электрических подстанций на заданный месяц года.

Оборудование и приборы: Мультимедийный проектор, электронные материалы.

Краткие теоретические сведения

Порядок дежурства на электрической подстанции определяется методом оперативного обслуживания. Может быть принято, например круглосуточное дежурство с продолжительностью смены 24 часа или 12 часов. При 12-часовой продолжительности смены дневное дежурство с 8.00 до 20.00., ночная смена с 20.00 до 8.00 следующих суток. Пример построения графика дежурств при круглосуточном методе обслуживания тяговой подстанции по четырехсменному графику приведен в Приложении 1.1.1. Норма рабочих часов на заданный месяц определяется из расчета:

- продолжительность рабочего дня – 8 часов;
- продолжительность рабочей недели – 40 часов;
- продолжительность предпраздничного дня – 7 часов
- выходные дни (суббота и воскресенье), а также праздничные дни не учитываются. Фактически отработанное время определяется по итогам построения графика дежурств. Переработка или недоработка часов за месяц определяется разницей между количеством фактически отработанного времени и количеством часов по норме.

Исходные данные Метод оперативного обслуживания тяговой подстанции, а также месяц отчетного года задается преподавателем по вариантам.

№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Норма час.	172	160	165	158	168	158	170	172	158	168	180	172

Порядок выполнения работы

1. Записать исходные данные.
2. Рассчитать норму рабочих часов на заданный месяц года.
3. Построить график дежурств для заданного метода обслуживания тяговой подстанции.
4. Определить сумму фактически отработанных часов для каждого работника и сравнить ее с нормой рабочих часов для заданного месяца.
5. Сделать вывод по практической работе, в котором дать предложения по приведению фактических затрат рабочего времени в соответствие с нормой часов данного месяца.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Назовите методы оперативного обслуживания электрических подстанций.
2. Как определяется норма рабочих часов за месяц?
3. Как определяются фактически отработанные часы за месяц?
4. Какие мероприятия могут быть предложены для приведения фактических затрат рабочего времени в соответствие с нормой часов данного месяца

Содержание отчета

1. Наименование темы, цель работы, исходные данные.
2. Рассчитанная норма рабочих часов на заданный месяц года.
3. Построенный график дежурств для заданного метода обслуживания тяговой подстанции.
4. Вывод по практической работе.

5. Ответы на контрольные вопросы

Теоретические сведения по теме

На железной дороге принята система круглосуточного 4-сменного дежурства с продолжительностью смены 12 ч и началом смены в 8 и 20 ч. При этом чередуются дневные и ночные смены, причем после ночной смены предоставляется выходной день. Так организовано дежурство энергодиспетчеров, дежурных электромехаников тяговых подстанций при круглосуточном дежурстве, водителей дрезины или машинистов автомотрисы в районах контактной сети, электромонтеров в районах электроснабжения. Если принята система оперативного обслуживания - с дежурством на дому, то продолжительность смены 24 ч с 8 ч утра до 8 утра следующего дня. При этом с 8 до 17ч дежурный находится на дежурном пункте и участвует в выполнении плановых и аварийных работ, а с 17 до 8 ч работник находится дома при условии его расположения на расстоянии, которое можно пройти за 10 мин, при этом дома есть вызывная сигнализация или средство связи с энергодиспетчером. Время, проведенное дома в течение дежурства, засчитывается в расчете 1:4, то есть 1 ч активного времени за 4 ч пассивного. В случае вызова на дежурный пункт все время нахождения там идет за активное время. Следовательно, при отсутствии вызова общая продолжительность рабочей смены составляет 12 ч. В этом случае на 1 дежурном пункте должно быть 2 дежурных, работающих через сутки. Для таких работников ведется суммированный учет рабочего времени за месяц. Общая сумма рабочих часов не должна превышать норму рабочих часов за месяц, которая подсчитывается по календарю, исходя из 40-часовой пятидневной рабочей недели и укороченными до 7 ч предпраздничными днями. График дежурства на _____ месяц 20____ г.

№.	Ф. И. О.	Дни месяца								Всего час	Норм. час	В том числе		
		1	2	3	4	5	6		31			Ночн.	Празд.	Свер хур.
Круглосуточное 4 – сменное дежурство														
1														
2														
3														
4														
Дежурство на дому														
1														
2														

График составил _____

(

(дата, должность, подпись)

Условные обозначения: 12 – дневная рабочая смена 4-8 – ночная рабочая смена В – выходной день

Практическое занятие № 7

Тема: Оформление наряда-допуска на производство работ в электроустановке напряжением до 1000 В

Цель работы: получить практические навыки заполнения бланка наряда-допуска формы ЭУ-44 на производство работ в электроустановке напряжением до 1000 В.

Оборудование и приборы: Мультимедийный проектор, электронные материалы.

Порядок выполнения

- 1 Записать исходные данные
- 2 Начертить однолинейную схему заданного присоединения с указанием оперативных наименований оборудования и коммутационных аппаратов
- 3 Ознакомиться с методическими указаниями и с порядком выдачи и оформления наряда
- 4 Заполнить наряд-допуск на производство ремонтных работ
- 5 Составить бланк переключений в соответствии с нарядом

Исходные данные

Таблица 1

Номер варианта	Наименование оборудования
1	Выключатель фидера контактной сети №1 (№2) тяговой подстанции
2	Выключатель фидера РУ-10 кВ (6 кВ)
3	Главный понижающий трансформатор №1 (№2) тяговой подстанции
4	Трансформатор собственных нужд №1 (№2)
5	Секционный выключатель шин РУ-10 кВ (27,5 кВ)
6	Трансформатор напряжения РУ-10 кВ (27,5 кВ)

Методические указания.

Внимательно ознакомиться с бланком наряда-допуска. Определить какие разделы наряд допуска заполняет каждый из лиц, ответственных за безопасность работ, за какие действия при этом он несет ответственность. По однолинейной схеме подстанции изучите однолинейную схему присоединения, порядок производства переключений. При заполнении наряда следите за последовательностью операций и временем выполнения технических и организационных мероприятий.

Порядок выдачи и оформление наряда

Работы в действующих электроустановках, выполняют по нарядам, распоряжениям или в порядке текущей эксплуатации. В аварийных случаях при невозможности выписать наряд работы должны выполняться по приказу энергодиспетчера на основании оформленной аварийной заявки с записью в оперативном журнале. Наряд-допуск есть письменное задание на производство работы, составленное на бланке установленной формы, определяющее содержание и зону (место) работы, категорию и условие ее выполнения, время начала и окончания, необходимые меры безопасности, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность проведения работы. По наряду выполняют работы: - со снятием напряжения; - без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них. Наряд передают оперативному персоналу перед началом подготовки рабочего места. Выдавать наряд производителю работ накануне проведения работ, как правило, не разрешается. Оперативно-ремонтному персоналу для работ в электроустановке без постоянного обслуживающего персонала наряд может быть выдан накануне дня проведения работ. Наряд на работу заполняют в двух экземплярах под копирку чернилами или шариковой ручкой. Запись должна быть ясной и четкой в обоих экземплярах. Исправления и зачеркивания в наряде не допускаются. При работах в электроустановках без постоянного оперативного персонала и при совмещении лицом из оперативного или оперативно-ремонтного персонала обязанностей допускающего и члена бригады выписываются два экземпляра наряда, один из которых передается производителю работ, другой остается у лица, выдавшего наряд. При передаче наряда по телефону лицо, выдающее наряд, заполняет один бланк наряда и диктует полный его текст (в форме телефонограммы) лицу из оперативного персонала подстанции или производителю работ, который заполняет два бланка наряда с обратной проверкой. При этом вместо подписи лица, выдающего наряд, указывают его фамилию, подтверждаемую подписью принимающего текст. Если при чтении наряда у производителя работ или оперативного персонала возникают какие-либо сомнения, он обязан немедленно потребовать разъяснения у лица, выдающего наряд. Допуск к работе по наряду, переданному по телефону, производится в обычном порядке. Один экземпляр наряда должен находиться до полного окончания работ у производителя работ, другой (копия) - у допускающего. На одного производителя работ, ответственного руководителя работ можно выписать сразу несколько нарядов для поочередного допуска и работы по ним. Допуск к работе осуществляют только по одному наряду. Остальные наряды хранят у допускающего. Допуск и работу по ним осуществляют по очереди после сдачи допускающему предыдущего наряда. Наряд выписывают на одного производителя работ (наблюдающего) с одной бригадой. В наряде записывают фамилии всех работающих в бригаде с указанием их группы по электробезопасности. На однотипные работы, выполняемые одной бригадой, может быть выдан один общий наряд для поочередной подготовки

рабочих мест и последующего производства работ на нескольких присоединениях в одном РУ. Перевод с одного рабочего места на другое оформляется в таблице наряда "Ежедневный допуск к работе и ее окончание". Срок действия такого наряда одни сутки (однотипные работы). В электроустановках, где напряжение снято со всех токоведущих частей, в том числе и с вводов и выводов ВЛ, КЛ, а вход в соседние электроустановки заперт, допускается выдавать один наряд для одновременной подготовки и производства работ на всех присоединениях. Сборки и щиты до 1000 В могут оставаться под напряжением. Срок действия наряда определяется длительностью работ и не должен превышать пять суток. При работе по наряду бригада должна состоять не менее чем из двух человек: производителя работ и члена бригады с группой не ниже III. Численный состав бригады определяет выдающий наряд исходя из возможности обеспечения надзора за членами бригады со стороны производителя работ. Не допускается изменять предусмотренные нарядом меры по подготовке рабочих мест, а также расширять рабочее место. При необходимости расширения рабочего места или изменения числа рабочих мест должен быть выписан новый наряд. Учет работ по нарядам и распоряжениям ведется в Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям.

Работы, выполняемые по бланку переключений

Переключения на электроустановках распределительных сетей, требующие соблюдения строгой последовательности оперативных действий, выполняются по бланкам переключений. Бланк переключений является единственным оперативным документом, которым персонал пользуется непосредственно на месте выполнения операций — в этом его целесообразность. В бланках переключений указываются операции с коммутационными аппаратами и цепями оперативного тока; операции по включению и отключению стационарных заземлителей, а также по наложению и снятию переносных заземлений и др. Кроме того, в бланках переключений должны указываться и наиболее важные проверочные действия: проверки на месте положений выключателей и разъединителей; проверки положения выключателей в КРУ и КРУН перед каждым перемещением тележек в шкафах; проверка отсутствия напряжения на токопроводящих частях перед их заземлением и т.д. Операции, вносимые в бланки переключений, должны следовать в порядке очередности их выполнения. Каждая операция должна иметь порядковый номер. На проведение сравнительно простых переключений (4 - 5 операций) бланки установленной в энергосистеме формы, как правило, составляются самим оперативным персоналом после получения распоряжения о переключении и записи его в оперативном журнале. Допускается также и заблаговременное составление бланков переключений в течение смены персоналом, который будет выполнять переключения. При составлении бланка переключений персонал тщательно продумывает содержание полученного распоряжения и намечает последовательность его выполнения.

Порядок действий персонала при переключениях.

Переключения в электроустановках 0,4 - 10 кВ могут выполняться одним или двумя лицами — это определяется местными условиями. При участии в переключениях двух лиц одно из них назначается старшим. На него обычно возлагаются функции контроля за проведением переключений. Низшее по должности лицо выступает в роли исполнителя. Однако ответственность за переключения лежит на обоих.

Если операции выполняются по бланку переключений, то персонал, имея его при себе, действует следующим образом:

- 1) на месте выполнения операции проверяет по надписи наименование электрической цепи и название коммутационного аппарата, к приводу которого он подошел. Выполнение операций по памяти без прочтения надписи у привода аппарата категорически запрещается;
- 2) убедившись в правильности выбора коммутационного аппарата, зачитывает по бланку содержание операции и после этого выполняет ее. При участии в переключениях двух лиц операция выполняется после повторения ее содержания исполнителем и подтверждения правильности контролирующим;
- 3) выполненную операцию отмечает в бланке, чтобы избежать пропуска очередной операции. Все операции при переключениях оперативный персонал должен производить, применяя защитные средства (перчатки, изоляционные штанги, индикаторы напряжения и т.д.); соблюдать установленный порядок при наложении и снятии переносных заземлений; наблюдать за работой блокировочных устройств; своевременно вывешивать и снимать плакаты с приводов коммутационных аппаратов и т.д. Переключения необходимо выполнять строго по бланку, изменять

установленную в нем последовательность операции не допускается. При возникновении сомнений в правильности выполняемых операций переключения следует прекратить и обратиться к диспетчеру, отдавшему распоряжение о переключении, за разъяснением.

Содержание отчета

1. Однолинейная схема заданного присоединения с указанием оперативных наименований оборудования и коммутационных аппаратов.
2. Заполненный наряд-допуск на производство ремонтных работ
- 3 Составить бланк переключений в соответствии с нарядом
- 4 Вывод
- 5 Письменные ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

- 1 Какие предусмотрены меры по подготовке рабочих мест для безопасного выполнения работ при оформлении наряда?
- 2 Кто проводит целевой инструктаж и кто дает разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ?
- 3 Кто проводит ежедневный допуск к работе и в чем он заключается?
- 4 Расскажите (устно преподавателю) порядок действий персонала при переключениях, выполняемых по бланку переключений.
- 5 Расскажите (устно преподавателю), в чем заключается назначение и порядок выдачи наряда? Какой срок действует наряд?

Организация _____
Подразделение _____

Наряд-допуск № _____ для работы в электроустановках

Ответственному руководителю работ _____ допускающему _____
(Фамилия, и иниц.) (Фамилия, и инициалы)
Производителю работ _____ наблюдающему _____
(Фамилия, и инициалы) (Фамилия, инициалы)
с членами бригады

(Фамилия, инициалы)

поручается

Работу начать: дата _____ время _____
Работу закончить: дата _____ время _____

Меры по подготовке рабочих мест

Наименование электроустановок, в которых нужно провести отключения и установить заземления	Что должно быть отключено и где заземлено
1	2

Отдельные указания _____

Наряд выдал: дата _____ время _____

Подпись _____ Фамилия, инициалы _____

Наряд продлил по: дата _____ время _____

Подпись _____ Фамилия, инициалы _____

Дата _____ время _____



Регистрация целевого инструктажа, проводимого выдающим наряд.

Целевой инструктаж провел		Целевой инструктаж получил	
Работник, выдавший наряд	_____	Ответственный руководитель работ (производитель работ, наблюдающий)	_____
	(фамилия, инициалы)		(фамилия, инициалы)
	_____		_____
	(подпись)		(подпись)

Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ.

Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к выполнению работ выдал (должность, фамилия или подпись)	Дата, время	Подпись работника, получившего разрешение на подготовку
1	2	3

Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались:

Допускающий _____

(подпись)

Ответственный руководитель работ (производитель работ или наблюдающий)

(подпись)

Регистрация целевого инструктажа, проводимого допускающим при первичном допуске

Допускающий	_____	Ответственный руководитель работ, производитель работ	_____
	(фамилия, инициалы)		(фамилия, инициалы, подпись)
	_____		_____

	(подпись)	работ(наблюдающий), члены бригады	

Ежедневный допуск к работе и время ее окончания.

Бригада получила целевой инструктаж и допущена на подготовленное рабочее место.		Подписи (подпись) (фамилия, инициалы)		Работа закончена, бригада удалена	
		Допускающего	Производителя работ (наблюдающего)		
Наименование рабочего места	Дата, время			Дата и время	Производителя работ (наблюдающего) (фамилия и инициалы)
1	2	3	4	5	6

Регистрация целевого инструктажа, проводимого ответственным руководителем работ (производителем работ, наблюдающим).

Целевой инструктаж провел.		Целевой инструктаж получил.	
Ответственный руководитель работ (производитель работ, наблюдающий)	(фамилия, инициалы) (подпись)	Члены бригады	(фамилия, инициалы, подпись)

Изменения в составе бригады.

Введен в состав бригады (фамилия, инициалы, группа)	Выведен из состава бригады (фамилия, инициалы, группа)	Дата, время (дата) (время)	Разрешил (подпись) (фамилия, инициалы)
1	2	3	4

Работа полностью закончена, бригада удалена, заземления, установленные бригадой, сняты, сообщено (кому) _____

(должность фамилия, инициалы)

Дата _____ время _____

Производитель работ (наблюдающий) _____

(подпись фамилия, инициалы)

Ответственный руководитель работ _____

(подпись фамилия, инициалы)

(наименование организации)

Бланк переключений № _____

« ____ » _____ 20 ____ г.

Наименование электроустановок _____

РП, РУ, КЛ

Поручается(кому) _____

(должность, фамилия, инициалы, группа по
электробезопасности) _____

Начало: _____ час _____ мин. Конец: _____ час _____ мин.

Задание на

переключения _____

№№ П.П.	Наименование электроустановок, коммутационной аппаратуры и последовательность выполнения операций с ними

Отдельные указания:

Задание выдал (переключения разрешил): Дата _____ Время _____

Должность _____ Ф.И.О. _____ Подпись _____

Переключения производит _____ / _____ / Подпись
Ф.И.О. Контролирует: _____ / _____

Практическое занятие № 8

Тема Работа с электрозащитными средствами

Цель работы: получить практический навык применения электрозащитных средств при работе в электроустановках. Необходимо уметь пользоваться электрозащитными средствами при работе в электроустановках. Необходимо знать нормы оснащения тяговой подстанции защитными средствами и их назначение и правила применения

Оборудование и приборы: Мультимедийный проектор, электронные материалы.

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с инструкцией по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках СО 153-34.03.603-2003.

2 Прибыв на тяговую подстанцию, ознакомиться с оснащением тяговой подстанции защитными средствами и их назначением и правилами применения.

3 Отразить в отчете полученные сведения

2 Сделать вывод

Теоретические сведения

К электрозащитным средствам относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи; - указатели напряжения;
- сигнализаторы наличия напряжения индивидуальные и стационарные;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля);
- диэлектрические перчатки, галоши, боты;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты и ширмы);
- изолирующие накладки и колпаки;
- ручной изолирующий инструмент;
- переносные заземления;
- плакаты и знаки безопасности;
- специальные средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше;
- гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ под напряжением в электроустановках напряжением до 1000 В;
- лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные.

К основным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением **выше 1000 В**

относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля и т.п.);
- специальные средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше (кроме штанг для переноса и выравнивания потенциала).

К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением **выше 1000 В** относятся:

- диэлектрические перчатки и боты;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- изолирующие колпаки и накладки;
- штанги для переноса и выравнивания потенциала;
- лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

К основным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением **до 1000 В** относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- электроизмерительные клещи;
- диэлектрические перчатки;
- ручной изолирующий инструмент.

К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением **до 1000 В** относятся:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- изолирующие колпаки, покрытия и накладки;

- лестницы приставные, стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Штанги изолирующие Назначение и конструкция Штанги изолирующие предназначены для оперативной работы (операции с разъединителями, смена предохранителей, установка деталей разрядников и т.п.), измерений (проверка изоляции на линиях электропередачи и подстанциях), для наложения переносных заземлений, а также для освобождения пострадавшего от электрического тока. Штанги должны состоять из трех основных частей: рабочей, изолирующей и рукоятки. Оперативные штанги могут иметь сменные головки (рабочие части) для выполнения различных операций. При этом должно быть обеспечено их надежное закрепление. Конструкция штанг переносных заземлений должна обеспечивать их надежное разъемное или неразъемное соединение с зажимами заземления, установку этих зажимов на токоведущие части электроустановок и последующее их закрепление, а также снятие с токоведущих частей. Правила пользования Перед началом работы со штангами, имеющими съемную рабочую часть, необходимо убедиться в отсутствии "заклинивания" резьбового соединения рабочей и изолирующей частей путем их однократного свинчивания развинчивания. Измерительные штанги при работе не заземляются, за исключением тех случаев, когда принцип устройства штанги требует ее заземления. При работе с изолирующей штангой подниматься на конструкцию или телескопическую вышку, а также спускаться с них следует без штанги. В электроустановках напряжением выше 1000 В пользоваться изолирующими штангами следует в диэлектрических перчатках.

Клещи изолирующие

Назначение и конструкция Клещи изолирующие предназначены для замены предохранителей в электроустановках до и выше 1000 В, а также для снятия накладок, ограждений и других аналогичных работ в электроустановках до 35 кВ включительно. Клещи состоят из рабочей части (губок клещей), изолирующей части и рукоятки (рукояток). Рабочая часть может изготавливаться как из электроизоляционного материала, так и из металла. На металлические губки должны быть надеты маслостойкие трубки для исключения повреждения патрона предохранителя. Изолирующая часть клещей должна быть отделена от рукояток ограничительными упорами (кольцами). Правила пользования При работе с клещами по замене предохранителей в электроустановках напряжением выше 1000 В необходимо применять диэлектрические перчатки и средства защиты глаз и лица. При работе с клещами по замене предохранителей в электроустановках напряжением до 1000 В необходимо применять средства защиты глаз и лица, а клещи необходимо держать в вытянутой руке.

Указатели напряжения

Назначение Указатели напряжения предназначены для определения наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях электроустановок. Указатели напряжения выше 1000 В Принцип действия и конструкция Указатели напряжения выше 1000 В реагируют на емкостный ток, протекающий через указатель при внесении его рабочей части в электрическое поле, образованное токоведущими частями электроустановок, находящимися под напряжением, и "землей" и заземленными конструкциями электроустановок. Указатели должны содержать основные части: рабочую, индикаторную, изолирующую, а также рукоятку. Рабочая часть содержит элементы, реагирующие на наличие напряжения на контролируемых токоведущих частях. Рабочая часть может содержать электрод-наконечник для непосредственного контакта с контролируемыми токоведущими частями и не содержать электрода наконечника (указатели бесконтактного типа). Индикаторная часть, которая может быть совмещена с рабочей, содержит элементы световой или комбинированной (световой и звуковой) индикации. В качестве элементов световой индикации могут применяться газоразрядные лампы, светодиоды или иные индикаторы. Световой и звуковой сигналы должны быть надежно распознаваемыми. Правила пользования Перед началом работы с указателем необходимо проверить его исправность. Исправность указателей, не имеющих встроенного органа контроля, проверяется при помощи специальных приспособлений, представляющих собой малогабаритные источники повышенного напряжения, либо путем кратковременного прикосновения электродом-наконечником указателя к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением. При проверке отсутствия напряжения время непосредственного контакта рабочей части указателя с контролируемой токоведущей частью должно быть не менее 5 с (при отсутствии сигнала). Следует помнить, что, хотя указатели напряжения некоторых типов могут подавать сигнал о наличии напряжения на расстоянии от токоведущих

частей, непосредственный контакт с ними рабочей части указателя является обязательным. В электроустановках напряжением выше 1000 В пользоваться указателем напряжения следует в диэлектрических перчатках

Указатели напряжения до 1000 В

Назначение, принцип действия и конструкция В электроустановках напряжением до 1000 В применяются указатели двух типов: двухполюсные и однополюсные. Двухполюсные указатели, работающие при протекании активного тока, предназначены для электроустановок переменного и постоянного тока. Однополюсные указатели, работающие при протекании емкостного тока, предназначены для электроустановок только переменного тока. Применение двухполюсных указателей является предпочтительным. Применение контрольных ламп для проверки отсутствия напряжения не допускается. Двухполюсные указатели состоят из двух корпусов, выполненных из электроизоляционного материала, содержащих элементы, реагирующие на наличие напряжения на контролируемых токоведущих частях, и элементы световой и (или) звуковой индикации. Корпуса соединены между собой гибким проводом длиной не менее 1 м. Каждый корпус двухполюсного указателя должен иметь жестко закрепленный электрод-наконечник, длина неизолированной части которого не должна превышать 7 мм. Однополюсный указатель имеет один корпус, выполненный из электроизоляционного материала, в котором размещены все элементы указателя. Кроме электрода-наконечника на торцевой или боковой части корпуса должен быть электрод для контакта с рукой оператора. Размеры корпуса не нормируются, определяются удобством пользования. Правила пользования Перед началом работы с указателем необходимо проверить его исправность путем кратковременного прикосновения к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением. При проверке отсутствия напряжения время непосредственного контакта указателя с контролируруемыми токоведущими частями должно быть не менее 5 с. При пользовании однополюсными указателями должен быть обеспечен контакт между электродом на торцевой (боковой) части корпуса и рукой оператора. Применение диэлектрических перчаток не допускается.

Клещи электроизмерительные

Назначение и конструкция Клещи предназначены для измерения тока в электрических цепях напряжением до 10 кВ, а также тока напряжения и мощности в электроустановках до 1 кВ без нарушения целостности цепей. Клещи представляют собой трансформатор тока с разъемным магнитопроводом, первичной обмоткой которого является проводник с измеряемым током, а вторичная обмотка замкнута на измерительный прибор, стрелочный или цифровой. Клещи для электроустановок выше 1000 В состоят из рабочей, изолирующей частей и рукоятки. Рабочая часть состоит из магнитопровода, обмотки и съемного или встроенного измерительного прибора, выполненного в электроизоляционном корпусе. Клещи для электроустановок до 1000 В состоят из рабочей части (магнитопровод, обмотка, встроенный измерительный прибор) и корпуса, являющегося одновременно изолирующей частью с упором и рукояткой. Правила пользования Работать с клещами выше 1000 В необходимо в диэлектрических перчатках. При измерениях клещи следует держать на весу, не допускается наклоняться к прибору для отсчета показаний. При работе с клещами в электроустановках выше 1000 В не допускается применять выносные приборы, а также переключать пределы измерения, не снимая клещей с токоведущих частей. Не допускается работать с клещами до 1000 В, находясь на опоре ВЛ, если клещи специально не предназначены для этой цели.

Перчатки диэлектрические

Назначение и общие требования Перчатки предназначены для защиты рук от поражения электрическим током. Применяются в электроустановках до 1000 В в качестве основного изолирующего электрозащитного средства, а в электроустановках выше 1000 В - дополнительного. В электроустановках могут применяться перчатки из диэлектрической резины бесшовные или со швом, пятипалые или двухпалые. Длина перчаток должна быть не менее 350 мм. Размер диэлектрических перчаток должен позволять надевать под них трикотажные перчатки для защиты рук от пониженных температур при работе в холодную погоду. Ширина по нижнему краю перчаток должна позволять натягивать их на рукава верхней одежды. Правила пользования Перед применением перчатки следует осмотреть, обратив внимание на

отсутствие механических повреждений, загрязнения и увлажнения, а также проверить наличие проколов путем скручивания перчаток в сторону пальцев. При работе в перчатках их края не допускается подвертывать. Для защиты от механических повреждений разрешается надевать поверх перчаток кожаные или брезентовые перчатки и рукавицы. Перчатки, находящиеся в эксплуатации, следует периодически, по мере необходимости, промывать содовым или мыльным раствором с последующей сушкой.

Обувь специальная диэлектрическая

Назначение и общие требования Обувь специальная диэлектрическая (галоши, боты, в т.ч. боты в тропическом исполнении) является дополнительным электрозащитным средством при работе в закрытых, а при отсутствии осадков - в открытых электроустановках. Кроме того, диэлектрическая обувь защищает работающих от напряжения шага. В электроустановках применяются диэлектрические боты и галоши, изготовленные в соответствии с требованиями государственных стандартов. Галоши применяют в электроустановках напряжением до 1000 В, боты - при всех напряжениях. Галоши и боты должны состоять из резинового верха, резиновой рифленой подошвы, текстильной подкладки и внутренних усилительных деталей. Формовые боты могут выпускаться бесподкладочными. Боты должны иметь отвороты. Высота бот должна быть не менее 160 мм. Правила пользования Электроустановки следует комплектовать диэлектрической обувью нескольких размеров. Перед применением галоши и боты должны быть осмотрены с целью обнаружения возможных дефектов (отслоения облицовочных деталей или подкладки, наличие посторонних жестких включений и т.п.).

Ковры диэлектрические резиновые и подставки изолирующие

Назначение и общие требования Ковры диэлектрические резиновые и подставки изолирующие применяются как дополнительные электрозащитные средства в электроустановках до и выше 1000 В. Ковры применяют в закрытых электроустановках, кроме сырых помещений, а также в открытых электроустановках в сухую погоду. Подставки применяют в сырых и подверженных загрязнению помещениях. Ковры должны иметь рифленую лицевую поверхность и быть одноцветными. Изолирующая подставка представляет собой настил, укрепленный на опорных изоляторах высотой не менее 70 мм. Подставки должны быть прочными и устойчивыми. В случае применения съемных изоляторов соединение их с настилом должно исключать возможность соскальзывания настила. Для устранения возможности опрокидывания подставки края настила не должны выступать за опорную поверхность изоляторов. Правила эксплуатации В эксплуатации ковры и подставки не испытывают. Их осматривают не реже

1 раза в 6 мес. (п. 1.4.3), а также непосредственно перед применением. При обнаружении механических дефектов ковры изымают из эксплуатации и заменяют новыми, а подставки направляют в ремонт.

Инструмент ручной изолирующий

Назначение и конструкция Ручной изолирующий инструмент (отвертки, пассатижи, плоскогубцы, круглогубцы, кусачки, ключи гаечные, ножи монтерские и т.п.) применяется в электроустановках до 1000 В в качестве основного электрозащитного средства. Инструмент может быть двух видов: - инструмент, полностью изготовленный из проводящего материала и покрытый электроизоляционным материалом целиком или частично; - инструмент, изготовленный полностью из электроизоляционного материала и имеющий, при необходимости, металлические вставки. Изолирующее покрытие должно быть неснимаемым и выполнено из прочного, нехрупкого, влагостойкого и маслобензостойкого негорючего изоляционного материала. Каждый слой многослойного изоляционного покрытия должен иметь свою окраску. Изоляция стержней отверток должна оканчиваться на расстоянии не более 10 мм от конца жала отвертки. У пассатигей, плоскогубцев, кусачек и т.п., длина ручек которых менее 400 мм, изолирующее покрытие должно иметь упор высотой не менее 10 мм на левой и правой частях рукояток и 5 мм на верхней и нижней частях рукояток, лежащих на плоскости. Если инструмент не имеет четкой неподвижной оси, упор высотой 5 мм должен находиться на внутренней части рукояток инструмента. У монтерских ножей минимальная длина изолирующих ручек должна составлять 100 мм. На ручке должен находиться упор со стороны рабочей части высотой не менее 5 мм, при этом минимальная длина изолирующего покрытия между крайней точкой упора и неизолированной частью инструмента по всей рукоятке должна составлять 12 мм, а длина неизолированного лезвия ножа не должна превышать 65 мм.

Правила пользования Перед каждым применением инструмент должен быть осмотрен. Изолирующие покрытия не должны иметь дефектов, которые приводят к ухудшению внешнего вида и снижению механической и электрической прочности. При хранении и транспортировании инструмент должен быть предохранен от увлажнения и загрязнения.

Заземления переносные

Назначение и конструкция 2.17.1. Заземления переносные предназначены для защиты работающих на отключенных токоведущих частях электроустановок от ошибочно поданного или наведенного напряжения при отсутствии стационарных заземляющих ножей. Заземления должны соответствовать требованиям государственного стандарта. Заземления состоят из проводов с зажимами для закрепления их на токоведущих частях и струбцинами для присоединения к заземляющим

проводникам. Заземления могут иметь штанговую или бесштанговую конструкцию. Провода заземлений должны быть гибкими, могут быть медными или алюминиевыми, неизолированными или заключенными в прозрачную защитную оболочку. Провода заземлений должны иметь сечение не менее 16 мм² в электроустановках до 1000 В и не менее 25 мм² в электроустановках выше 1000 В. Правила эксплуатации Места для присоединения заземлений должны иметь свободный и безопасный доступ. Установка и снятие переносных заземлений должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках выше 1000 В изолирующей штанги. Закреплять зажимы переносных заземлений следует этой же штангой или непосредственно руками в диэлектрических перчатках. В процессе эксплуатации заземления осматривают не реже 1 раза в 3 месяца, а также непосредственно перед применением и после воздействия токов короткого замыкания. При обнаружении механических дефектов контактных соединений, обрыве более 5% проводников, их расплавлении, заземления должны быть изъяты из эксплуатации.

Нормы комплектования средствами защиты

Наименование средств защиты выше	Количество
Распределительные устройства напряжением выше 1000 В	
Изолирующая штанга (оперативная или универсальная)	2 шт. на каждый класс напряжения
Указатель напряжения	То же
Изолирующие клещи (при отсутствии универсальной штанги) 1 шт. на каждый класс напряжения (при наличии соответствующих предохранителей)	1 шт. на каждый класс напряжения (при наличии соответствующих предохранителей)
Диэлектрические перчатки	Не менее 2 пар
Диэлектрические боты (для ОРУ)	1 пара
Переносные заземления	Не менее 2 на каждый класс напряжения
Защитные ограждения (щиты)	Не менее 2 шт.
Плакаты и знаки безопасности(переносные)	По местным условиям
Противогаз изолирующий	2 шт
Защитные щитки или очки	2 шт
Распределительные устройства напряжением до 1000 В	
Защитные щитки или очки	2 шт.
Распределительные устройства напряжением до 1000 В	
Изолирующая штанга (оперативная или универсальная)	По местным условиям
Указатель напряжения	2 шт.

Изолирующие клещи	1 шт.
Диэлектрические перчатки	2 пары
Диэлектрические галоши	2 пары
Диэлектрический ковер или изолирующая подставка	По местным условиям
Защитные ограждения, изолирующие накладки, переносные плакаты и знаки безопасности	То же
Защитные щитки или очки	1 шт.
Переносные заземления	По местным условиям
Щиты и пульты управления электростанций и подстанций, помещения (рабочие места) дежурных электромонтеров	
Указатель напряжения	1 шт. на каждый класс напряжения выше 1000 В и 2 шт. на напряжение до 1000 В
Изолирующие клещи на напряжение выше 1000 В (при отсутствии универсальной штанги)	1 шт. на каждый класс напряжения выше 1000 В (при наличии соответствующих предохранителей)
Изолирующие клещи на напряжение до 1000 В Электроизмерительные клещи (По местным условиям)	1 шт.
Диэлектрические перчатки	2 пары
Диэлектрические галоши	2 пары
Изолирующий инструмент	1 комплект
Переносные заземления	По местным условиям
Диэлектрические ковры и изолирующие накладки	То же
Плакаты и знаки безопасности (переносные)	То же
Защитные каски	1 шт. на каждого работающего
Защитные щитки или очки	2 шт.
Респираторы	2 шт.

Содержание отчета

1 Описание назначения и правил применения электрозащитных средств на тяговой подстанции.

2 Вывод

3 Письменные ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1 Перечислите, что относится к основным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением выше 1000 В?

2 Перечислите, что относится к основным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением до 1000 В?

3 Перечислите, что относится к дополнительным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением выше 1000 В?

4 Перечислите, что относится к дополнительным изолирующим электрозащитным средствам для электроустановок напряжением до 1000 В?

5 Расскажите (устно преподавателю) назначение электрозащитных средств напряжением выше 1000 В (до 1000 В).

Практического занятия № 9

Тема: Производство оперативных переключений в РУ-10 кВ

Цель работы: Получить практический опыт отключения и включения коммутационного оборудования РУ-10 кВ, применяя технические мероприятия для обеспечения безопасного выполнения ремонтных работ. Необходимо уметь производить отключение и включение коммутационных аппаратов, выполняя технические мероприятия, обеспечить безопасность работ в РУ-10 кВ. Необходимо знать технические мероприятия по обеспечению безопасности выполнения работ, назначение и порядок работы с электрозащитными средствами

Порядок выполнения

- 1 Ознакомится с перечнем технических мероприятий (практическое занятие № 8) и со схемой РУ-10 кВ лаборатории электрические подстанции.
- 2 Произвести отключение оборудования одной из ячеек РУ-10 кВ (согласно варианту задания), выполнив технические мероприятия для обеспечения безопасного выполнения ремонтных работ. Выполнение работы должно осуществляться в 2 лица.
- 3 После проверки выполненных мероприятий преподавателем необходимо в обратной последовательности произвести включение оборудования заданной ячейки РУ-10 кВ.
- 4 По окончании работы в отчете необходимо изобразить однолинейную схему заданной ячейки РУ, в которой производилась работа и дать описание последовательности выполнения технических мероприятий.
- 5 Сделать вывод.

Организация и порядок переключений

Электрическое оборудование может находиться в одном из следующих оперативных состояний: в работе, ремонте, резерве (ручном или автоматическом). В состоянии резерва оборудование может быть без напряжения или находиться под напряжением, если оно включено или связано токоведущими частями с источником напряжения, на холостом ходу. Вращающиеся генераторы и синхронные компенсаторы, даже если они не возбуждены, рассматриваются как находящиеся под напряжением. Изменением оперативного состояния оборудования, операции с которым требуют координации действий дежурного персонала нескольких энергообъектов, руководит диспетчер энергосистемы, а оборудованием местного значения — начальники смен электростанций, диспетчеры предприятий электросетей, районов, дежурные узловых (базисных) подстанций. Если оборудование находится в оперативном управлении одного из названных выше дежурных, то все операции с этим оборудованием (включение, отключение, заземление и т. д.) выполняются только по распоряжению этого дежурного. Часть оборудования, переданного в оперативное управление персонала низших ступеней диспетчерского управления, оперативное состояние и режим работы которого влияют: а режим и надежность работы энергосистемы, может находиться в так называемом оперативном ведении диспетчера энергосистемы, ОДУ, ЦДУ. В этом случае распоряжение с-переключении отдается подчиненному персоналу после предварительного получения разрешения соответствующего диспетчера. Распоряжение о переключении. Оно отдается непосредственно подчиненному персоналу. В нем указываются последовательность и конечная цель переключений. Распоряжение повторяется дежурным и записывается в оперативный журнал. Заданная последовательность операций проверяется по оперативной схеме. Часть оборудования, переданного в оперативное управление персонала низших ступеней диспетчерского управления, оперативное состояние и режим работы которого влияют: а режим и надежность работы энергосистемы, может находиться в так называемом оперативном ведении диспетчера энергосистемы, ОДУ, ЦДУ. В этом случае распоряжение с-переключении отдается подчиненному персоналу после предварительного получения разрешения соответствующего диспетчера. Распоряжение о переключении. Оно отдается непосредственно подчиненному персоналу. В нем указываются последовательность и конечная цель переключений. Распоряжение повторяется дежурным и записывается в оперативный журнал. Заданная последовательность операций проверяется по оперативной схеме. Бланк переключений. В соответствии с распоряжением о переключении дежурный заполняет специальный бланк, в котором последовательно записывает все операции с коммутационными аппаратами, устройствами релейной защиты и автоматики, операции по проверке отсутствия напряжения и наложению заземлений и др. Бланк является оперативным документом. Уже само его составление дает персоналу возможность осмыслить полученное задание и продумать производство операций. Составление бланка является обязательным, если в РУ блокировка отсутствует или выполнена не в полном объеме. Порядок выполнения переключений. При переключениях дежурный, имея при себе заполненный бланк,

действует в следующем порядке: на месте переключений внимательно проверяют по надписи наименование присоединения и название оборудования, с которым предстоит проведение операции; убедившись в правильности выбранного оборудования, зачитывает по бланку содержание операции и выполняет ее; при производстве переключений двумя лицами содержание операции повторяется исполнителем и затем выполняется им; после проведения операции запись ее в бланке зачеркивается. Переключения в зависимости от их сложности могут выполняться одним или двумя дежурными. При участии двух дежурных старший по должности производит пооперационный контроль и руководит переключениями в целом. Другой дежурный выполняет операции. Дежурные при этом не имеют права уклоняться от выполнения возложенных на них обязанностей. Нельзя, например, допускать, чтобы оба участника переключений одновременно выполняли операции с оборудованием, забыв о необходимости контроля. Информация об окончании переключений. По окончании переключений в оперативном журнале производится запись о всех операциях с коммутационными аппаратами, изменениях в схемах релейной защиты, установленных (или снятых) заземлениях и пр. Для того чтобы записи о наложении и снятии заземлений выделить среди остального текста, их подчеркивают цветными карандашами: красным — при наложении, синим — при снятии заземления. Одновременно вносятся соответствующие изменения в оперативную схему. Об окончании переключений сообщается дежурному, отдавшему распоряжение о переключении. Сообщает получивший распоряжение. Переключения в схемах релейной защиты и автоматики» Оборудование может находиться в работе или под напряжением только с включенной релейной защитой от токов КЗ. Поэтому все исправные устройства релейной защиты должны быть всегда включены в работу, Исключение составляют нормально отключенные защиты, включаемые при изменении режима работы оборудования. Вывод из работы устройства релейной защиты производится при включенной резервной защите. При переключениях в РУ оперативный персонал производит необходимые операции с релейной защитой и автоматикой с тем, чтобы режимы их работы всегда соответствовали схеме первичных соединений РУ. Если этого не делать, то релейная защита может отказать в работе при КЗ в защищаемой зоне или, наоборот, подействовать неселективно при КЗ вне зоны ее действия. Так же как и силовое оборудование, устройства релейной защиты и автоматики находятся в оперативном управлении (и оперативном ведении) соответствующего дежурного персонала. При переключениях в аварийных условиях персоналу разрешается самостоятельно изменять режимы работы защиты и автоматики и сообщать об этом вышестоящему дежурному после устранения аварии. Переключения в схемах релейной защиты и автоматики»

«Техника операций с коммутационными аппаратами»

Операции с выключателями. Отключение и включение электрической цепи, имеющей выключатель, выполняется выключателем. Управление выключателем может быть дистанционным или ручным. Команда на включение и отключение выключателя с дистанционным управлением подается от ключа управления и с помощью устройства телемеханики; с места установки операции проводятся только при ремонте и ликвидации аварий. При ремонтных и наладочных работах операции с воздушными выключателями проводят дистанционно — из помещений мастерских и лабораторий. После завершения той или иной операции с выключателем проверяется его действительное положение, так как команда включения или отключения может оказаться невыполненной. Если после отключения выключателя предстоит проведение операций с разъединителями или отделителями, то проверка положения выключателя проводится на месте установки по механическому указателю, положению подвижных контактов и траверс, показаниям манометров у выключателей с газонаполненными отделителями.

Проверка положения выключателя по показаниям сигнальных ламп и измерительных приборов допускается при отключении или включении трансформатора, линии, шин только выключателем (без проведения операций). При ремонтных и наладочных работах операции с воздушными выключателями проводят дистанционно — из помещений мастерских и лабораторий. В ряде случаев возникает необходимость фиксировать выключатель в определенном положении, прежде чем персонал приступит к операциям с разъединителями. Например, при переводе присоединений с одной системы шин на другую персонал должен быть уверен в том, что шиносоединительный выключатель включен и никакие случайные действия не могут изменить его положение. Достигается это путем снятия предохранителей (или отключения автоматических выключателей) на обоих полюсах цепей управления выключателем до проверки его действительного положения на месте. Операции с

разъединителями и отделителями. Перед отключением или включением разъединители или отделители осматриваются. Они не должны иметь видимых дефектов и повреждений. Операции с разъединителями, у которых при измерениях обнаружены дефектные изоляторы, проводятся, как правило, после снятия с них напряжения. При ручном включении разъединителей и появлении дуги между контактами ножи не следует отводить, так как дуга при расхождении контактов может удлиниться и перекрыть промежуток между фазами. Начатая операция включения во всех случаях продолжается до конца. При ручном отключении разъединителей вначале делают пробное движение рычагом привода, чтобы убедиться в исправности тяг, отсутствии качаний и дефектов изоляторов. Если в момент расхождения контактов между ними возникнет дуга, что может быть в результате разрыва цепи тока нагрузки, разъединители немедленно включают и до выяснения причины образования дуги операции с ними не производят. Возможность использования разъединителей и отделителей для отключения и включения намагничивающих токов силовых трансформаторов и зарядных токов воздушных и кабельных линий подтверждается эксплуатационной практикой. В связи с этим выработаны некоторые общие положения, которые должны соблюдаться персоналом, производящим операции. В цепях 35—220 кВ, имеющих отделители и разъединители, отключение намагничивающих и зарядных токов выполняется отделителями, позволяющими быстро проводить операции благодаря наличию встроенных пружин, а включение — разъединителями при предварительно включенных отделителях. Значение намагничивающего тока трансформатора зависит от значения подведенного к нему напряжения. С повышением напряжения намагничивающий ток резко возрастает. При отключении ненагруженного трансформатора отделителями или разъединителями значение намагничивающего тока стремятся понизить. Для этого трансформаторы с РПН переводят в режим недовозбуждения. При отключении ненагруженного трансформатора 110—220 кВ разъединителями или отделителями возможен кратковременный неполнофазный режим вследствие неодновременности размыкания контактов отдельных полюсов, что может вызвать появление перенапряжений. Опасность перенапряжений наименьшая у трансформаторов с заземленной нейтралью. Поэтому перед отключением трансформатора от сети заземляют его нейтраль, если в нормальном режиме она была разземлена и защищена разрядником. Рекомендуется также предварительно отключать дугогасящие реакторы. После проведения операций включения или отключения разъединителей или отделителей осмотром проверяют действительное их положение, так как в эксплуатации имели место случаи недовключения ножей, попадание ножей мимо губок, обрывы тяг, регулировка приводов и пр.

«Последовательность основных операций»

Операции с коммутационными аппаратами, установленными в одной электрической цепи, проводятся в последовательности, учитывающей назначение этих аппаратов и обеспечивающей безопасность для выполняющих переключения. Всякое нарушение установленного порядка переключений, пренебрежение к «мелочам», неоправданная поспешность при операциях приводят к авариям и угрожают жизни людей.

Ниже рассматривается порядок проведения операции с выключателями и разъединителями. При этом имеется в виду, что операции, требующие согласования действий персонала смежных объектов, своевременно проводятся под руководством диспетчера. Типичной операцией является отключение линии, имеющей выключатель, линейные и шинные разъединители с каждой из ее сторон. Первой операцией является отключение выключателей, с помощью которых разрывается цепь тока нагрузки и снимается напряжение с линии. После проверки отключенного положения выключателя отключают линейные, а затем шинные разъединители. Такая последовательность операций объясняется стремлением уменьшить последствия повреждений, которые могут иметь место при ошибочных действиях персонала. Включение линии в работу выполняют в обратной последовательности, т. е. первыми включают шинные, потом линейные разъединители и затем выключатели. Следует заметить, что при отключении линии только для работ на самой линии считается достаточным ее отключение выключателями и линейными разъединителями. Создание дополнительного видимого разрыва цепи еще и на шинных разъединителях является излишним. Включение трансформатора под напряжение связано с кратковременным переходным режимом, в результате которого намагничивающий ток в обмотке резко возрастает, превышая иногда в несколько раз номинальное значение. Эти броски намагничивающего тока не опасны для трансформатора. На понижающих подстанциях при двух (и более) параллельно работающих трансформаторах включение одного из

них, как правило, выполняется со стороны обмотки высшего напряжения. Включение трансформатора под напряжение со стороны вторичной обмотки НН и прохождение при этом большого намагничивающего тока привели бы к резкому снижению напряжения на шинах НН, что отрицательно сказалось бы на работе потребителей. С учетом включения трансформатора со стороны питающей обмотки выполняется и настройка его защит. На практике включение в работу трехобмоточного трансформатора обычно проводят в следующей последовательности: включают шинные и трансформаторные разъединители со стороны высшего, среднего и низшего напряжений, после чего включают выключатели высшего, среднего и низшего напряжений. Отключение проводится в обратной последовательности: отключают выключатели низшего, среднего и высшего напряжений, затем отключают трансформаторные и шинные разъединители с трех его сторон. На понижающих подстанциях, выполненных по упрощенной схеме, силовые трансформаторы с высшей стороны не имеют выключателей, но их обязательно снабжают выключателями со стороны вторичных обмоток. Последовательность операций в этих схемах предусматривается такой, чтобы разъединителями или отделителями не отключался и не включался ток нагрузки. Для этого отключение тока нагрузки и включение трансформатора под нагрузку выполняют выключателями со стороны вторичных обмоток, а отключение и включение намагничивающего тока — отделителями или разъединителями. На электростанциях последовательность включения в работу и отключения в ремонт или резерв трансформаторов связи с системой зависит от местных условий (территориального расположения оборудования, возможности включения устройств синхронизации и др.) и нередко определяется местными инструкциями.

«Перевод присоединений с одной системы шин на другую»

В нормальных условиях эксплуатации РУ все секции и системы шин (кроме обходной) должны постоянно находиться в работе. Это обеспечивает необходимую надежность электроснабжения потребителей, так как при повреждении и отключении защитой одной из систем шин другая остается в работе. Для проведения плановых ремонтных работ на одной из систем шин она освобождается путем переключения (перевода) всех присоединений на другую рабочую систему шин. Необходимым условием для перевода является равенство потенциалов обеих систем шин. В схемах с шиносоединительным выключателем (ШСВ) это условие обеспечивается включением ШСВ, электрически соединяющего между собой обе системы шин. Одновременно ШСВ шунтирует при переводе каждую пару шинных разъединителей, принадлежащих одному присоединению. Замыкание одного из двух шинных разъединителей при включенном другом, а также размыкание одного из двух включенных на обе системы шин разъединителей переводимого присоединения не представляют никакой опасности, поскольку цепь ШСВ, включенная параллельно, обладает относительно малым сопротивлением.

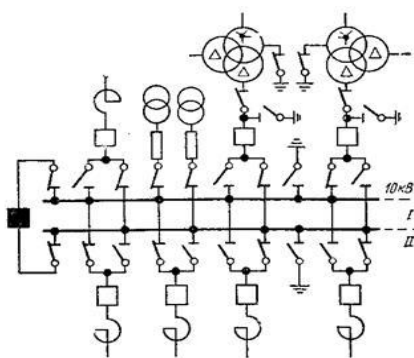


Рисунок 1 Схема РУ 10 кВ с двумя системами шин, работающими отдельно,

Перевод присоединений с системы шин I на II при схеме рис. 125 выполняют следующим образом: проверяют синхронность напряжений систем шин I и II. На подстанциях, где возможность проверки синхронности напряжений отсутствует, отдающий распоряжение о переводе подтверждает, что напряжения на обеих системах шин синхронны; включают ШСВ и с его привода снимают оперативный ток; проверяют включенное положение ШСВ; включают на систему шин II разъединители всех переводимых присоединений; отключают с системы шин I разъединители всех

присоединений, кроме разъединителей ШСВ и трансформатора напряжения; переключают питание цепей напряжения релейной защиты, автоматики и измерительных приборов на трансформатор напряжения системы шин II; проверяют по амперметру отсутствие нагрузки на ШСВ, на привод подают оперативный ток и отключают ШСВ} проверяют по вольтметру отсутствие напряжения на системе шин к моменту перевода присоединений с I на II систему шин

«Вывод в ремонт системы сборных шин»

При выводе в ремонт резервной системы шин проводят следующие операции: на ключе управления ШСВ вывешивают плакат «Не включать — работают люди»; проверяют на месте отключенное положение ШСВ и отключают его разъединители от резервной системы шин. В случае необходимости в зависимости от характера работ и условий безопасного их выполнения отключают также разъединители ШСВ от рабочей системы шин; отключают трансформатор напряжения автоматическими выключателями (предохранителями) НН и разъединителями со стороны ВН. Запирают дверь шкафа, где установлены автоматические выключатели (предохранители) НН, и на ней вывешивают плакат «Не включать — работают люди»; проверяют отключенное положение всех шинных разъединителей выводимой в ремонт системы шин и запирают на замок их приводы. На приводах отключенных разъединителей вывешивают плакаты «Не включать — работают люди», проверяют отсутствие напряжения на токоведущих частях, где должны быть наложены заземления, и включают заземляющие ножи. После этого выполняются мероприятия, предусмотренные правилами техники безопасности (устанавливаются временные ограждения, вывешиваются плакаты на месте работ и т.д.). Допуск бригад к работе производится в соответствии с требованиями правил техники безопасности.

«Переключения при выводе в ремонт выключателей и вводе их в работу после ремонта» Ремонт выключателей целесообразно производить при отключенных (выведенных из работы) электрических цепях, в которых они установлены. Это позволяет лучше организовать производство ремонтных работ и сократить число операций при переключениях. Но отключения электрических цепей на длительный срок не всегда возможны. Поэтому ремонт выключателей 110 кВ и выше производится с сохранением электрических цепей в работе, а вывод в ремонт их выключателей осуществляется одним из следующих способов: при схеме с одним выключателем на цепь и двумя системами шин выключатель выводят из схемы, а вместо него в схему вводят ШСВ; при схемах с одним выключателем на цепи, одной или двумя основными и обходной системой шин цепь заводят на обходную систему шин и ее выключатель заменяют обходным; при схемах с двумя выключателями на присоединение и двумя системами шин, а также при схемах многоугольника и полуторной выводимый в ремонт выключатель и его разъединители с обеих сторон отключают. Для замены выключателя ШСВ требуются два непродолжительных отключения цепи: одно — для установки перемычки вместо выводимого в ремонт выключателя, другое — для снятия перемычки после окончания ремонта. Необходимо также освобождать одну из систем шин для включения на нее цепи, выключатель которой выводится в ремонт. В случае замены выключателя цепи обходным выключателем все переключения проводят без отключения цепи и освобождения рабочей системы шин, что является преимуществом этого способа. Схемы с двумя выключателями на цепь, полуторные и многоугольника позволяют выводить в ремонт и вводить после ремонта любой выключатель без отключения цепи, но на время отсутствия в схеме одного из выключателей надежность ее работы снижается. Чтобы лучше представить сущность указанных способов, преднамеренно откажемся от детального рассмотрения всех выполняемых при этом операций и рассмотрим эти способы в обобщенном виде.

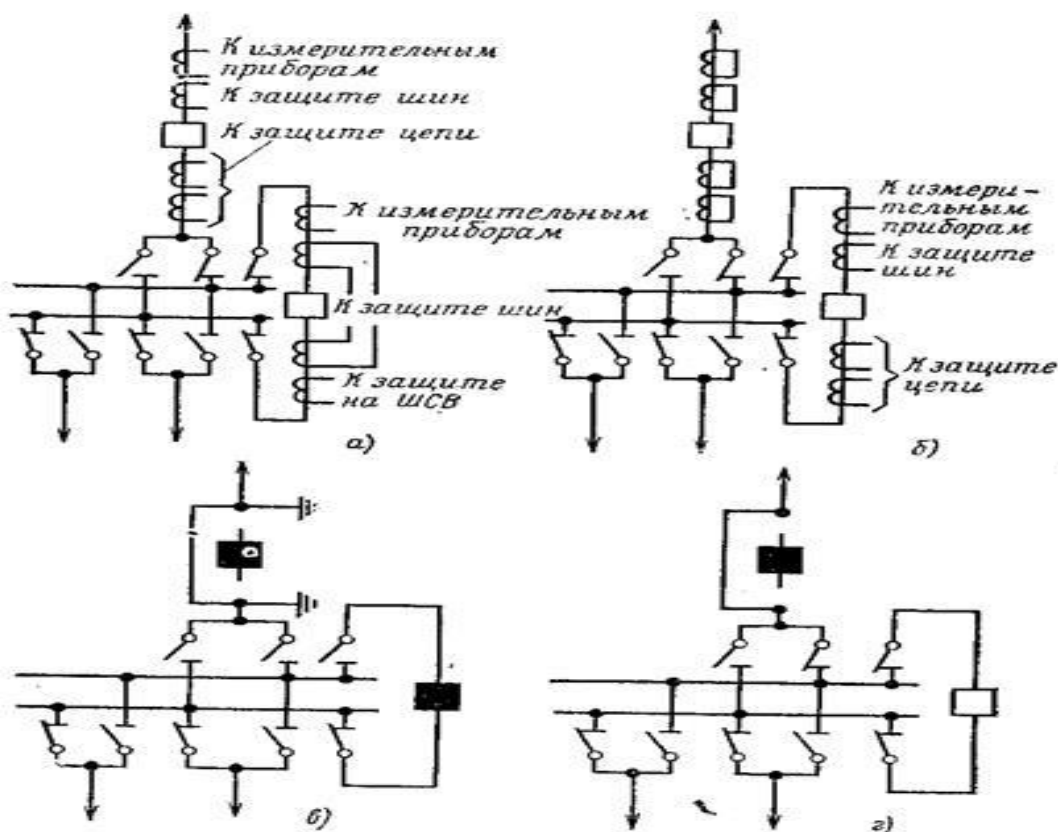


Рис.2 Основные группы операций при замене масляного выключателя цепи шиносоединительным

Основные группы операций при замене выключателя цепи ШСВ: если устройства релейной защиты и автоматики предполагается перевести с выключателя цепи на ШСВ, то для этого предварительно подготавливается схема первичных соединений: все цепи, кроме той, выключатель которой должен выводиться из схемы, переводят на одну из систем шин, на другой системе оставляют цепь с выводимым в ремонт выключателем (рис. а); цепи защит поочередно переключают с трансформаторов тока выводимого из схемы выключателя на трансформаторы тока ШСВ, защиты проверяют под нагрузкой и их действие переключают по оперативным цепям на ШСВ; включают устройства автоматики (рис. б); отключают электрическую цепь и ее выключатель выводят из схемы, т. е. отсоединяют от шин и вместо него устанавливают перемычку (рис. в); после окончания работ по установке перемычки включают шинные разъединители цепи на резервную систему шин и включением ШСВ цепь вводят в работу (рис.г). Если защиты, имеющиеся на ШСВ, могут заменить основные защиты цепи, переключение защит на трансформаторы тока ШСВ не производят. После вывода выключателя из схемы цепь включают в работу под защитой ШСВ. Вносят изменения лишь в схему дифференциальной защиты шин. Трансформаторы тока выведенного в ремонт выключателя исключают из схемы защиты шин, а трансформаторы тока ШСВ вводят в схему в качестве трансформаторов тока цепи. Основные группы операций при вводе в работу выключателя цепи, включенной с помощью ШСВ, после окончания ремонта: отключают цепь, снимают перемычку, установленную при выводе выключателя в ремонт, и выключатель присоединяют к шинам; после присоединения выключателя цепь включают разъединителями на резервную систему шин и вводят в работу через два последовательно включенных выключателя: выключатель цепи и ШСВ; цепи защит поочередно переключают с трансформаторов тока ШСВ на трансформаторы тока выключателя цепи, защиты проверяют под нагрузкой и их действие переключают на выключатель цепи; включают устройства автоматики; восстанавливают нормальную схему первичных соединений РУ согласно принятой фиксации присоединений.



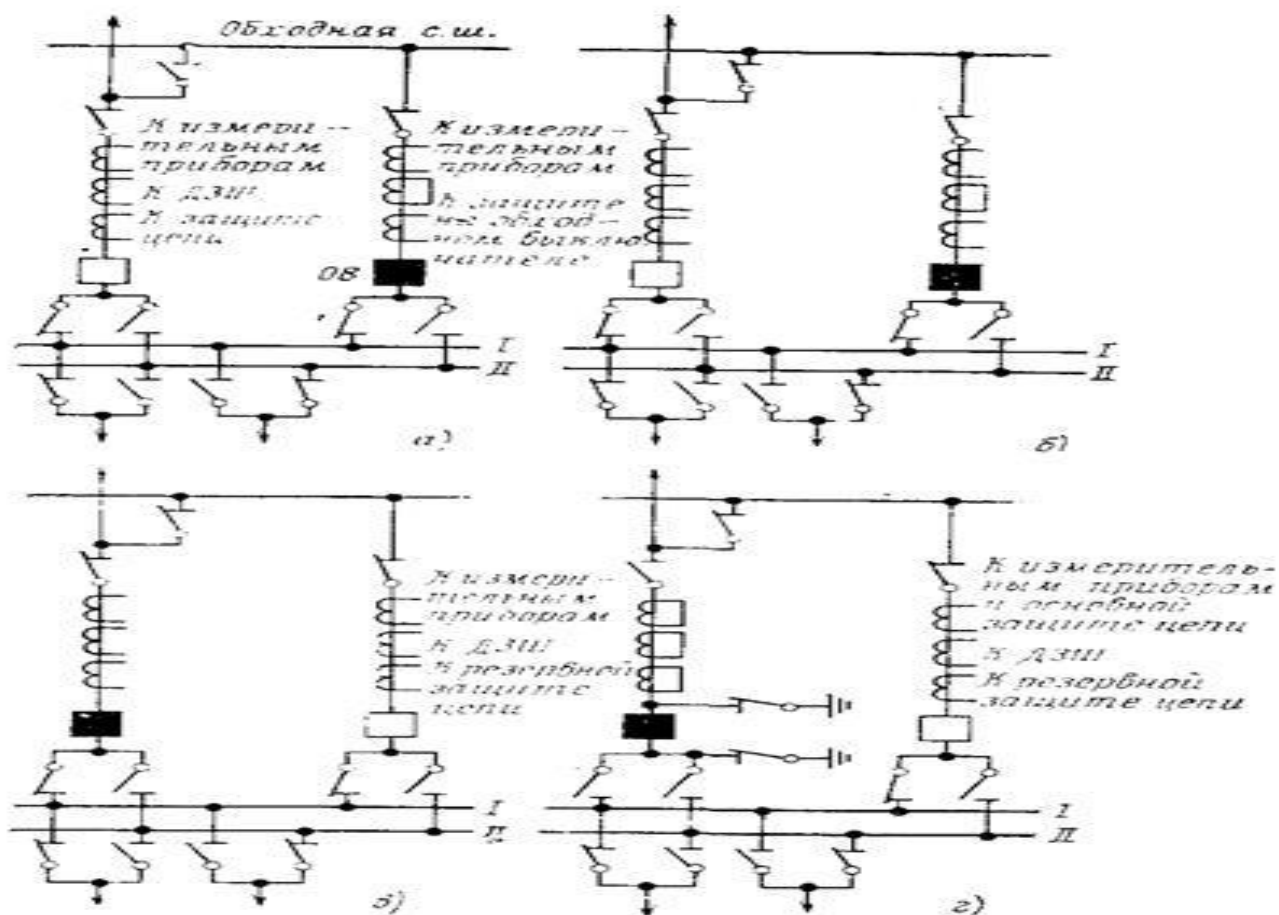


Рисунок 3 Основные группы операций при замене воздушного выключателя электрической цепи обходным выключателем

а — опробование напряжением обходной системы шин; б- подача напряжения на обходную систему шин включением разъединителей цепи на обходную систему шин; в- включение цепи через обходной выключатель; г – переключение защит и автоматики на трансформаторы тока обходного выключателя и вывод в ремонт выключателя электрической цепи Основные группы операций при замене выключателя цепи обходным выключателем: включением обходного выключателя с минимальными уставками на его защитах обходную систему шин опробуют напряжением (рис. 3, а). Отключают обходной выключатель, при этом с обходной системы шин снимают напряжение; включением на обходную систему шин разъединителя цепи, выключатель которой предполагается вывести в ремонт, подают напряжение на обходную систему шин (рис. 3,б); включают обходной выключатель с уставками на его защитах, соответствующими уставкам защит цепи и введенными в схему дифференциальной защиты шин (ДЗШ) трансформаторами тока обходного выключателя. Отключают выводимый в ремонт выключатель цепи (рис. 3, в); отключают дифференциальную защиту шин и из ее схемы выводят трансформаторы тока отключенного в ремонт выключателя цепи. При необходимости с выводимого в ремонт выключателя переводят на обходной выключатель быстродействующие основные защиты, которые затем проверяют под нагрузкой и включают в работу; включают устройства автоматики; отключают разъединители и выводимый в ремонт выключатель заземляют (рис. 3,г). Основные группы операции при вводе в работу выключателя цепи, включенной с помощью обходного выключателя, после окончания ремонта: с выводимого в работу выключателя снимают заземления; к трансформаторам тока вводимого в работу выключателя подключают временные, проверенные от постороннего источника тока защиты; при помощи испытательных блоков к схеме ДЗШ подключают цепи трансформаторов тока вводимого в работу выключателя; включают линейные и шинные разъединители и выключатель цепи, после чего отключают обходной выключатель; переводят с обходного выключателя, проверяют под нагрузкой и включают по нормальной схеме с действием на введенный в работу выключатель все защиты цепи, а

временно включенные защиты отключают; включают устройство автоматики; отключают разъединители цепи от обходной системы шин.

Содержание отчета

- 1 Однолинейная схема заданной ячейки РУ, в которой производилась работа.
- 2 Описание последовательности выполнения технических мероприятий
- 3 Вывод
- 4 Письменные ответы на контрольные вопросы

Вопросы для повторения

1. Что следует понимать под оперативным состоянием оборудования?
2. Порядок выполнения оперативных переключений в электрических распределительных устройствах.
3. Как и для чего в процессе переключений осуществляется проверка действительных положений коммутационных аппаратов?
4. Какое основное условие должно быть выполнено при переводе присоединений с одной системы шин на другую?
5. Перечислите группы операций при замене выключателя цепи обходным выключателем.
6. Перечислите группы операций при замене выключателя цепи шиносоединительным выключателем.

Практическое занятие № 10

Тема: Проверка состояния разрядников и оформление отчетной документации

Цель работы: изучить содержание технического обслуживания разрядников порядок оформления отчетной документации.

Оборудование и приборы: Мультимедийный проектор, электронные материалы. Натурные образцы разрядников.

Краткие теоретические сведения

Разрядники являются защитными аппаратами. Они предназначены для защиты изоляции электрооборудования от перенапряжений. В распределительных устройствах электроустановок применяются вентильные разрядники, на линиях электропередачи — трубчатые. Вентильные разрядники состоят из искровых промежутков, включенных последовательно с рабочим резистором, имеющим нелинейную вольтамперную характеристику. В некоторых разрядниках параллельно искровым промежуткам присоединяют шунтирующие резисторы для равномерного распределения напряжения между ними.

В условных обозначениях разрядников буквы означают: Р — разрядник; В — вентильный, П — подстанционный (поляризованный для разрядников постоянного тока); С — станционный; М — с магнитным дутьем; О — облегченной конструкции; У — униполярный; К — для ограничения коммутационных перенапряжений. Цифры, следующие за буквами в обозначении, означают напряжения разрядника.

Разрядники характеризуются рядом параметров.

Класс напряжения разрядника — номинальное значение напряжения сети, для работы в которой разрядник предназначен.

Наибольшее допустимое напряжение разрядника — эффективное значение наибольшего гарантированного заводом-изготовителем напряжения, при котором разрядник надежно гасит дугу.

Пробивное напряжение разрядника — наибольшая величина плавно нарастающего напряжения в момент пробоя разрядника.

Импульсное пробивное напряжение разрядника — наибольшая величина импульсного напряжения в момент пробоя разрядника при заданном значении предразрядного времени. Предразрядное время — время от начала нарастания импульсного напряжения до момента пробоя разрядника.

Номинальный разрядный ток разрядника — амплитудное значение импульсного тока, который проходит через разрядник после его пробоя.

Ток проводимости разрядника, искровые промежутки которого шунтированы резисторами, — ток, проходящий через разрядник при приложении к нему напряжения постоянного тока заданной

величины. У разрядников, не имеющих шунтирующих резисторов, измеряемый при этом ток называется током утечки.

Вентильные разрядники переменного тока служат основным средством ограничения перенапряжений и защиты от них.

Разрядник РВП-6 показан на рис. 1. Он состоит из многократных искровых промежутков 12 и последовательно включенных нелинейных вилитовых резисторов 6, размещенных в фарфоровом корпусе 7 и сжатых спиральной пружиной 3. Блок многократных искровых промежутков включает несколько последовательно соединенных единичных искровых промежутков, помещенных в бумажно-бакслитовый цилиндр 4. Единичный искровой промежуток состоит из двух фигурных латунных электродов, приклеенных к изоляционной механической или электрокартонной прокладке. Нелинейный последовательный резистор набирается из вилитовых (вилит-запеченная смесь карборунда с жидким стеклом), обладающих вентильными свойствами, то есть сопротивление карборунда изменяется в зависимости от приложенного к нему напряжения: чем выше приложенное напряжение, тем ниже его сопротивление, и наоборот. Количество искровых промежутков в блоке и вилитовых дисков в колонке зависит от величины номинального напряжения разрядника. Плоскости, которыми соприкасаются диски, для лучшего контакта металлизуют алюминием, а боковые поверхности вилитовых дисков для предотвращения пути токам утечки покрывают изолирующей обмазкой. Для предотвращения смещения вилитовых дисков ставятся фетровые или войлочные прокладки 5. Вилитневлагостоек и при отсыревании его вентильные свойства ухудшаются. Поэтому разрядник герметизируется уплотнением 2 из озоностойкой резины и закрывается сверху металлическим колпаком 13. К несущей конструкции разрядник присоединяется хомутом 11, к токоведущим проводам — болтом 1, а к заземлению — шпилькой 9. Таким образом, разрядник включается между фазой электроустановки и контуром заземления параллельно защищаемой изоляции.

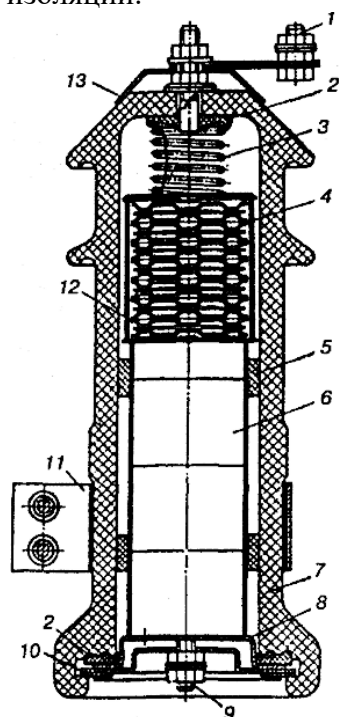
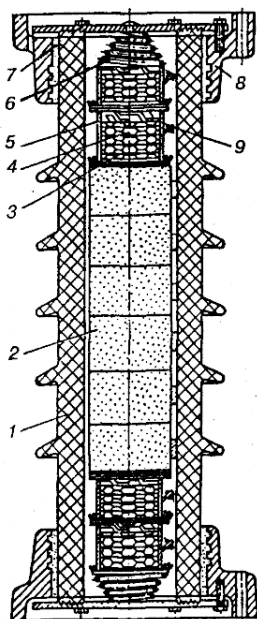


Рис. 1. Разрядник типа РВП-6

В нормальном режиме работы искровые промежутки обеспечивают изоляцию между фазой и землей. Как только возникает перенапряжение, опасное для изоляции электроустановки, происходит пробой искровых промежутков, в результате чего сеть оказывается соединена с землей через вилитовые диски. В это момент к вилитовым дискам прикладывается максимальное напряжение, поэтому сопротивление их будет наименьшим, а ток замыкания на землю — наибольшим. В результате разряда на землю напряжение в сети снижается, а сопротивление вилитовых дисков возрастает. Дуга переменного тока при прохождении через нуль гаснет, а затем вновь восстанавливается. Когда напряжение, приложенное к разряднику, оказывается недостаточным для поддержания дуги на искровых промежутках, при первом же прохождении тока через нуль его протекание через разрядник прекращается.

Модернизированный разрядник РВП с уменьшенным диаметром искровых промежутков и вилитовых дисков со сниженными габаритами и массой выпускается под наименованием РВО (разрядник вентильный облегченной конструкции).



1. Разрядник типа РВС

Вентильный разрядник РВС (разрядник вентильный стационарный) выпускается в виде пяти стандартных элементов: РВС-15, РВС-20, РВС-30, РВС-33 и РВС-35. Из этих элементов комплектуют разрядники на напряжение до 220 кВ. Их устанавливают один на другой и соединяют последовательно. На рис. 2 показан элемент РВС, состоящий из фарфорового кожуха 1, внутри которого находятся вилитовые диски 2 и комплекты искровых промежутков 4, состоящие из нескольких единичных искровых промежутков 3. Каждый комплект заключен в фарфоровый цилиндр 5. Все искровые промежутки и вилитовые диски сжаты спиральными пружинами 6. Фарфоровый кожух закрыт с торцевых сторон крышками, под которыми проложена уплотняющая резина 7. Фарфоровый кожух армирован фланцами 8, которые служат для крепления разрядника к опорной конструкции, а также для присоединения к шинам или проводам. Комплекты искровых промежутков шунтируются подковообразными резисторами 9, предназначенными для равномерного распределения напряжения между ними. На рис. 3 показан комплект искровых промежутков, состоящий из четырех единичных искровых промежутков. Каждый единичный искровой промежуток включает в себя два фигурных латунных электрода 4, разделенных миканитовой прокладкой. Искровые промежутки размещаются в фарфоровом цилиндре 3, закрытом сверху и снизу латунными крышками 1. К последним присоединяются подковообразные шунтирующие резисторы 2, изготовленные на основе карбоцида.

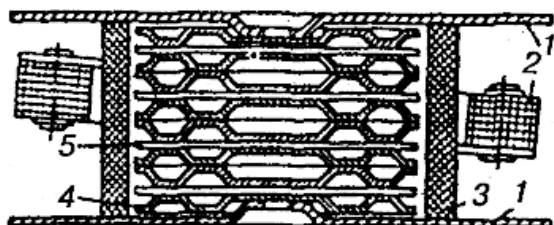


Рис. 3. Комплект искровых промежутков разрядника

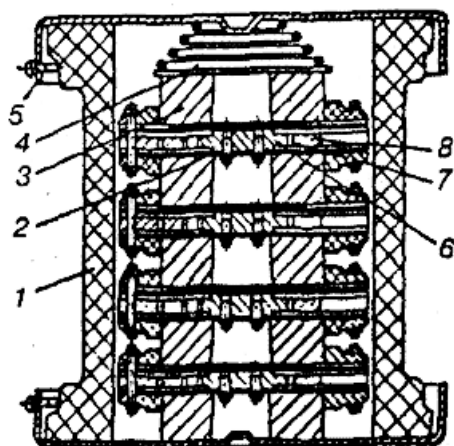


Рис. 4. Блок искровых промежутков разрядника типа РВМ

На напряжение 35-500 кВ нашли применение разрядники магнитовентильные типа РВМ. Они отличаются от других типов разрядников наличием блоков магнитных искровых промежутков (рис. 4). Такие стандартные блоки искровых промежутков, дополненные дисковыми вилитовыми резисторами изготавливаются на напряжение 35 кВ. Блок магнитных искровых промежутков состоит из набора единичных искровых промежутков 2, разделенных между собой кольцевыми магнитами 3. Единичный искровой промежуток составляется из двух концентрически расположенных медных электродов 6 и 8, между которыми образуется кольцевая щель 7. Возникающая в щели дуга вращается под действием постоянных магнитов с большой скоростью, что способствует ее быстрому гашению. Набор из постоянных магнитов и единичных искровых промежутков помещается внутри фарфоровой покрывки 1, закрытой стальными крышками 5. Магниты и медные электроды плотно сжимаются стальной пружиной 4.

В этих аппаратах, называемых еще вентильными, то есть запирающими, используется свойство керамического материала вилита, из которого они изготовлены, снижать свое сопротивление при превышении напряжения сверх некоторого предела. Таким образом, при перенапряжении разрядник пробивается, а по мере снижения потенциала его диэлектрическая прочность восстанавливается, и протекание электрического тока на землю прекращается.

Порядок выполнения работы

1. Изучить натурные образцы разрядников.
2. Изобразить все заданные типы разрядников.
3. Дать описание выявляемых при осмотре дефектов разрядников со ссылкой на рисунок в форме таблицы.

Таблица 1 – Результаты осмотра разрядников.

Тип разрядника	Элементы конструкции	Изображение разрядника
	Состав осмотров разрядников РВП	
	Вилитовые диски	
	Искровые промежутки	
	РМВУ-3,3	
	Вилитовые диски	
	Искровые промежутки	

Контрольные вопросы.

1. Укажите назначение, классификацию, основные элементы конструкции разрядников, применяемых на электрических подстанциях.
2. Какие дефекты выявляются при осмотрах разрядников?

Содержание отчета

1. Наименование темы, цель работы, исходные данные.
2. Изображение разрядников, описание дефектов, выявляемых при осмотрах?
3. Вывод по лабораторной работе.
4. Ответы на контрольные вопросы.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ Основные источники: 1. Кожунов В.И. Устройство электрических подстанций [Текст]: Учебное пособие. М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2016. – 401 с. 2. Почаевец В.С. Электрические подстанции: учебник. – М.: ФБГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012. – 491 с. 3. Акимова Н.А. и др. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 304 с. Дополнительные источники: 1. Правила устройства электроустановок. – М.: КНОРУС, 2011. – 488 с. 2. Инструкция от 18.03.2008 г. № 4054. «Инструкция по безопасности при эксплуатации электроустановок тяговых подстанций и районов электроснабжения железных дорог» (4054). М.: ОАО «РЖД», 2008. 3. Правила содержания тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения [Электронный ресурс]: Утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 1578р от 5.08.2016. 4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утв. Пр. №328н от 24.07.2013г. – Новосибирск: Норматика, 2014. – 96 с. 5. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. СПб.: ООО «БАРС», 2003. 6. Южаков Б.Г. МДК 01.01. Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций. Раздел 2. Методическое пособие по проведению лабораторных (практических) занятий профессионального модуля «Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей» для специальности 140409 Электроснабжение (по отраслям). – М.: ФБГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 142 с. 7. Профилактические испытания электрооборудования и проверка релейных защит тяговых подстанций: Сборник справочных материалов. ЦЭ МПС РФ. М.: Трансиздат, 2001. 8. Технологические карты на межремонтные испытания оборудования тяговых и трансформаторных подстанций железных дорог/ Департамент электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД». М.: Трансиздат, 2005. 9. Типовые нормы времени на текущий ремонт, профилактические испытания оборудования тяговых подстанций и постов секционирования электрифицированных железных дорог. ЦЭ МПС РФ. М.: Трансиз

Практическое занятие №11

Тема: Выбор измерительных приборов, испытательного оборудования, схемы их включения

Цель работы: изучить методику выбора измерительных приборов и испытательного оборудования.

Обеспеченность занятия

Раздаточные материалы: данные методические рекомендации.

Краткие теоретические материалы по теме практического занятия:

Электроизмерительным прибором называют средство измерений, которое предназначено для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. В настоящее время измерения электрических величин производят приборами различных систем, основными из которых являются: магнитоэлектрическая, электродинамическая и ферродинамическая.

Классификация



К электроизмерительным приборам относятся приборы для измерения величины тока (амперметры), напряжения (вольтметры), мощности (ваттметры) и сопротивления (омметры) в цепях постоянного и переменного тока. На панелях электроизмерительных приборов указываются их технические характеристики:

- 1) единицы измеряемых величин
- 2) класс точности прибора;
- 3) система прибора;
- 4) наличие защиты измерительной цепи от магнитных или электрических полей и вид преобразователя;
- 5) рабочее положение прибора и испытательное напряжение изоляции измерительной цепи по отношению к корпусу;
- 6) род тока и число фаз;
- 7) устойчивость к климатическим воздействиям.

Здесь могут быть также указаны внутреннее сопротивление измерительного механизма, ток, отклоняющий стрелку на всю шкалу прибора, падение напряжения на внутреннем сопротивлении, год изготовления и заводской номер. Кроме того, в соответствии с ГОСТом 1969 г., электроизмерительные приборы классифицируются также:






- а) по положению нулевой отметки на шкале: с односторонней шкалой, с двусторонней симметричной шкалой и двусторонней несимметричной и безнулевой шкалой;
- б) по количеству диапазонов измерений: однопредельные и многопредельные (несколькими диапазонами измерений);
- в) по конструкции отсчетного устройства: со стрелочным, световым или вибрационным указателем, с подвижной шкалой, с пишущим устройством, с цифровой индикацией;
- г) по характеру шкалы: с равномерной шкалой, с неравномерной шкалой, (степенной, логарифмической)

Как уже указывалось, электроизмерительные приборы встречаются со стрелочным и световым указателем и цифровой индикацией, в которых применяются электронные методы измерения и представления информации без преобразования ее в механическое движение. Стрелочный указатель представляет собой перемещающийся по шкале стрелку, жестко скрепленную с подвижной частью







прибора. Световой способ отсчета заключается в следующем: на оси подвижной части закрепляется зеркальце, освещаемое специальным осветителем; луч света, отраженный от зеркальца, попадает на шкалу и отображается на ней в виде светового пятна с темной нитью посередине. Световой отсчет позволяет существенно увеличить чувствительность прибора, во-первых, вследствие того, что угол поворота отраженного луча вдвое больше угла поворота зеркальца, а во-вторых, потому, что длину луча можно сделать весьма большой.

На корпусе приборов как правило устанавливается **корректор** – приспособление, предназначенное для установки прибора в нулевое положение, и **арретир** - устройство, предназначенное для предохранения подвижной части прибора от повреждений при переноске, транспортировке и хранении.




Обозначения, характеризующие вид преобразователя и наличие защиты измерительной цепи

НАИМЕНОВАНИЕ	ОБОЗНАЧЕНИЕ
Выпрямитель полупроводниковый	
Выпрямитель электромеханический	
Электронный преобразователь	
Термоэлектрический преобразователь	
Защита от внешних магнитных полей	
Защита от внешних электрических полей	

Обозначения, характеризующие рабочее положение приборов и прочность изоляции по отношению к корпусу

Наименование	Обозначение
Вертикальное положение	
Горизонтальное положение	
Наклонное положение	
Измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением (например, 2 кВ)	
Осторожно! Прочность изоляции измерительной цепи не соответствует нормам!	
Внимание! Смотри дополнительные указания в паспорте прибора.	

Обозначения, характеризующие вид преобразователя и наличие защиты измерительной цепи

НАИМЕНОВАНИЕ	ОБОЗНАЧЕНИЕ
Выпрямитель полупроводниковый	
Выпрямитель электромеханический	
Электронный преобразователь	
Термоэлектрический преобразователь	
Защита от внешних магнитных полей	
Защита от внешних электрических полей	

Приборы магнитоэлектрической системы

Действие приборов магнитоэлектрической системы основано на взаимодействии магнитного потока постоянного магнита и измеряемого тока, проходящего по обмотке подвижной катушки, помещенной в этом магнитном поле (рисунок 1). Основными частями прибора являются постоянный магнит 2, между полюсами 1 которого укреплен ферромагнитный сердечник 3 цилиндрической формы. Сердечник предназначен для уменьшения магнитного сопротивления между полюсами и обеспечения равномерного распределения магнитного потока в воздушном зазоре. В воздушном зазоре между полюсами постоянного магнита и сердечником расположена катушка 4, которая жестко связана с осью и стрелкой, перемещающейся своим концом по шкале прибора. При прохождении тока через катушку возникает магнитное поле, которое взаимодействует с магнитным полем постоянного магнита. Электромагнитный вращающий момент, действующий на катушку, пропорционален силе тока и магнитной индукции в воздушном зазоре. Так как магнитное поле в воздушном зазоре распределено равномерно и направлено радиально, а противодействующий момент, создаваемый пружинами, пропорционален углу поворота подвижной части прибора, то угловое отклонение стрелки пропорционально измеряемому току, то есть $\alpha = SI$, где S - чувствительность прибора.

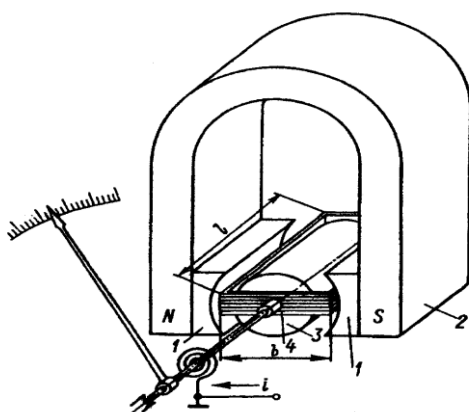


Рисунок 1

Достоинства приборов магнитоэлектрической системы: высокая чувствительность, большая точность, относительно небольшое влияние внешних магнитных полей, малое потребление энергии, малое влияние температуры, равномерность шкалы.

Недостатки: работает только в цепи постоянного тока, чувствителен к перегрузкам, высокая стоимость, обусловленная сложностью конструкции.

Электроизмерительные приборы магнитоэлектрической системы предназначены для измерения силы тока и напряжения в качестве амперметров и вольтметров. Магнитоэлектрический прибор является составной частью омметра, с помощью которого непосредственно измеряют электрическое сопротивление.

Применяя термопреобразователи и выпрямители, магнитоэлектрические приборы используют для измерений в цепях переменного тока.

Почти все технические измерения в цепях постоянного тока осуществляются приборами данной системы. Лишь в немногих случаях, когда значение имеет не точность, а дешевизна и надежность приборов, постоянный ток измеряется электроизмерительными приборами электромагнитной системы.

Приборы электромагнитной системы

Действие приборов электромагнитной системы основано на взаимодействии магнитного поля тока неподвижной катушки 1 и сердечника 2 из ферромагнитного материала, выполненного в форме пластины (рисунок 2). Созданное измеряемым током магнитное поле катушки намагничивает сердечник и втягивает его в катушку, поворачивая при этом стрелку, укрепленную на одной оси с сердечником. При изменении направления тока в катушке меняются и магнитные полюса сердечника, следовательно, направление перемещения подвижной частей остается неизменным, и прибор оказывается пригодным для измерения в цепях как постоянного, так и переменного токов. Угол поворота а стрелки прибора определяется по формуле

$$\alpha = k \cdot I^2 \cdot \frac{dL}{d\alpha}$$

где I - ток, протекающий по катушке; L -индуктивность катушки; k - постоянный коэффициент. Противодействующий момент создается пружиной 3, воздушный успокоитель 4 обеспечивает плавное перемещение стрелки. Так как угол поворота стрелки пропорционален квадрату силы тока, а производная индуктивности катушки является величиной непостоянной, то шкала прибора оказывается неравномерной.

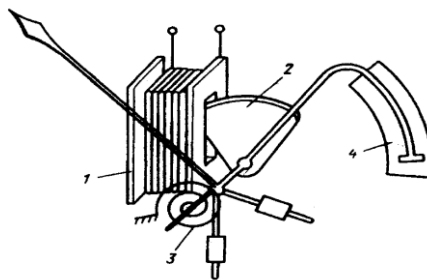


Рисунок 2

Достоинства приборов электромагнитной системы: пригодность для работы в цепях постоянного и переменного токов, простота и надежность конструкции, дешевизна, устойчивость к перегрузкам.

Недостатки: чувствительность к внешним магнитным полям, сравнительно большая потребляемая мощность, относительно низкие чувствительность и точность.

Область применения: в качестве амперметров и вольтметров для технических измерений.

В лабораторных приборах высокого класса точности для уменьшения влияния внешних магнитных полей применяют экранирование.

Приборы электродинамической и ферродинамической систем

Действие приборов электродинамической и ферродинамической систем основано на взаимодействии магнитных полей двух катушек, по которым проходят токи.

Различие приборов электродинамической и ферродинамической систем заключается в отсутствии и наличии соответственно ферромагнитных сердечников у катушек.

На рисунке 3 схематически показано устройство электроприбора электродинамической системы. Катушка 2 неподвижна, катушка 1 имеет возможность поворачиваться на оси 3. Ток i_2 к подвижной катушке подводится при помощи двух спиральных пружин, служащих одновременно и для создания противодействующего момента.

Угол поворота α подвижной катушки и связанной с ней стрелки пропорционален произведению токов подвижной i_2 и неподвижной 1, катушек, т.е.

$$\alpha = k \cdot I_1 \cdot I_2$$

где k - постоянный коэффициент.

Приборы этих систем могут работать как в цепях постоянного тока, так и переменного, поскольку направление магнитных полей обеих катушек меняется синхронно, и, следовательно, направление вращающего момента и перемещения стрелки не меняются; при этом угол α будет дополнительно пропорционален косинусу угла φ сдвига фаз токов катушек, т.е.

$$\alpha = k \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi$$

Наличие двух катушек у приборов электродинамической и ферродинамической систем дает возможность включать каждую из них в разные участки электрической цепи, что позволяет измерить не только отдельные величины (например, ток или напряжение), но и величины, пропорциональные их произведению, например, мощность. Если неподвижную катушку включить последовательно в цепь с нагрузкой, а подвижную - параллельно нагрузке, то ток в первой из них будет равен току нагрузки, а во второй будет пропорционален напряжению, приложенному к нагрузке. В этом случае выражение для угла поворота стрелки примет вид

$$\alpha = k \cdot \frac{U}{R_1} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi = k \cdot \frac{P}{R_1}$$

где R_1 - сопротивление обмотки подвижной катушки;

$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ - активная мощность.

Так как в приборах электродинамической системы используют магнитные потоки, действующие в воздухе, то исключается возможность возникновения различного рода погрешностей, связанных с вихревыми токами, гистерезисом и т.п.

Благодаря этому они **обладают рядом достоинств**, основные из которых: относительно высокая точность и пригодность для измерений в цепях постоянного и переменного токов.

Однако действующие в приборах электродинамической системы магнитные поля относительно слабы, что обуславливает **ряд их недостатков**: повышенную потребляемую мощность (повышенные токи в катушках), необходимую для создания достаточных магнитных потоков и, следовательно, вращающего момента; повышенную чувствительность к внешним магнитным полям, что требует применения защитных экранов; низкую перегрузочную способность и, как следствие, относительно высокую стоимость.

В приборах ферродинамической системы магнитные потоки действуют, в основном, в магнитопроводе, выполненном из магнитомягкого ферромагнитного материала, благодаря чему они слабо подвержены воздействию внешних магнитных полей. Это достоинство; однако, применение магнитопроводов существенно снижает точность приборов вследствие влияния гистерезиса и вихревых токов; наиболее высокий класс точности у них - 0,5.

Приборы электродинамической и ферродинамической систем используются в качестве измерителей силы тока - амперметров, напряжения - вольтметров, мощности - ваттметров и сдвига фаз - фазометров.

Шкала прибора

Движущаяся стрелка и шкала образуют устройство отсчета измерительного прибора. Шкала представляет собой совокупность отметок и проставленных у некоторых из них чисел отсчета, соответствующих ряду последовательных значений измеряемой величины. Промежуток между двумя соседними отметками шкалы называется делением шкалы. Разность значений измеряемой величины, соответствующих соседним отметкам, называется ценой деления шкалы. Наименьшее значение измеряемой величины, указанное на шкале, называется нижним, а наибольшее - верхним пределами измерения прибора; разность между верхним и нижним пределами - диапазон измерения прибора. Нижний предел у электроизмерительных приборов чаще всего устанавливается равным нулю, однако он может быть как положительным, так и отрицательным числом, отличным от нуля. В зависимости от принципа действия и особенностей конструктивного устройства измерительные

приборы могут иметь равномерную шкалу (длина деления в угловых или линейных единицах одинакова по всей шкале) или неравномерную (длина деления или цена деления разные на участках шкалы). У приборов повышенной точности шкалу обычно выполняют зеркальной, что снижает до минимума ошибку при отсчете показания прибора. Многопредельные или универсальные приборы могут иметь не одну, а иногда и несколько шкал с разной ценой деления. Для правильного отсчета показания измерительного прибора необходимо предварительно определить цену деления шкалы. Цена деления c определяется как отношение разности двух значений A_1 и A_2 измеряемой величины, соответствующих двум числовым отметкам шкалы, в том числе нижнему и верхнему пределам измерения, к числу делений шкалы между этими отметками ΔN

$$c = \frac{A_1 - A_2}{\Delta N}$$

У многопредельных измерительных приборов цена деления шкалы определяется с учетом конкретного верхнего предела измерения, установленного с помощью переключателя пределов. У многопредельных ваттметров цена деления определяется как отношение произведения предельных (номинальных) значений напряжения и тока, подводимых к прибору и указанных у соответствующих переключателей или присоединительных клемм, к полному числу делений шкалы.

Точность измерительных приборов

Точность - важнейшее свойство измерительных приборов и измерений, выполняемых с их помощью. Точность прибора характеризуется его погрешностями. Различают несколько видов погрешностей: абсолютную, относительную и приведенную. Абсолютная погрешность Δ представляет собой разность между показанием прибора (значением измеряемой величины) a_n и действительным значением a_0 измеряемой величины

$$\Delta = a_n - a_0$$

Относительная δ и приведенная γ погрешности представляет собой отношение, в процентах, абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины или к нормирующему значению a_N , в качестве которого принимают диапазон измерений или верхний предел измерений прибора.

$$\delta = \frac{\Delta}{a_d} \cdot 100\%$$

$$\gamma = \frac{\Delta}{a_N} \cdot 100\%$$

Погрешности конкретных экземпляров измерительных приборов носят индивидуальный характер и могут принимать разные значения, однако они у исправных приборов не должны выходить за пределы допускаемых погрешностей, устанавливаемых в нормативной документации на приборы данного типа. Для электроизмерительных приборов такой предел без учета знака устанавливают для приведенной погрешности γ_n и называют его классом точности. Класс точности указывается в документации на измерительные приборы, а также наносится на их лицевые панели или циферблаты без указания обозначения процента. Количество и значения классов точности установлены стандартами в виде ограниченного числового ряда, который для электроизмерительных рабочих приборов имеет вид: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5- 1015-2,5; 4,0.

Для оценки точности результата конкретного измерения с помощью данного измерительного прибора необходимо знать пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm \Delta_n$, которые можно вычислить по известным классу точности и верхнему пределу (диапазону) измерений прибора по формуле

$$\Delta = \pm \frac{\gamma_n \cdot a_N}{100}$$

Зная пределы допускаемой абсолютной погрешности, можно представить полный результат измерения в виде





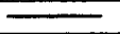






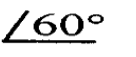


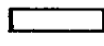
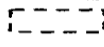

$$a_n \pm \Delta_n$$

Сведения о технических данных измерительных приборов

Технические, в том числе и эксплуатационные, данные и характеристики измерительных приборов приводятся не только в технической документации; основные из них указываются на самих приборах - на циферблатах и (или) на передних панелях. К ним обычно относятся: обозначение единицы измеряемой величины, что определяет и название прибора, диапазон измерения, класс точности, род

измеряемого тока, частота измеряемого тока, положение прибора в пространстве (вертикальное, горизонтальное, наклонное), условное обозначение системы прибора, условное обозначение категории защищенности от влияния внешнего магнитного поля, значение напряжения, которыми испытана изоляция измерительной цепи от корпуса прибора, условное обозначение группы эксплуатации прибора и некоторые другие.

По условиям эксплуатации приборы разделяют на 4 группы. Соответственно их обозначение - А, Б, В, Г, которое на циферблате прибора обычно заключается в треугольник. Группа А - приборы предназначены для работы в закрытых сухих отапливаемых помещениях; Б - для работы в закрытых неотапливаемых помещениях; В - для работы в полевых или морских тропического климата. Основные условные обозначения наносимые на циферблате электроизмерительных приборов, представлены в таблице 4.

Наименование объекта обозначения	Условное обозначение
Амперметр	рА, А
Вольтметр	рV, V
Ваттметр	рW, W
Прибор магнитоэлектрической системы	
Прибор электромагнитной системы	
Прибор электродинамической системы	
Прибор ферродинамической системы	
Постоянный ток	
Переменный ток	
Постоянный и переменный ток	
Трехфазный ток	
Трехфазный ток для неравномерной нагрузки	
Горизонтальное положение прибора	
Вертикальное положение прибора	
Наклонное положение прибора, например, под углом 60°	
Класс точности прибора, например, 1,5	1,5 
Измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением, например, 2 кВ	 2 кВ
Защита от внешних магнитных полей	
Защита от внешних электрических полей	
Выпрямительный прибор	

Включение приборов для измерения тока, напряжения, мощности

Для измерения тока в цепь включают амперметр последовательно с объектом, ток в котором подлежит измерению (рисунок 4). Во избежание изменения параметров цепи амперметр (его измерительная цепь) должен иметь возможно малое внутреннее сопротивление x_A . В цепях постоянного тока используют магнитоэлектрические, реже электромагнитные амперметры. В цепях

переменного тока на частоте 50 Гц - электромагнитные и электродинамические амперметры, выпрямительные миллиамперметры. Включение электродинамического амперметра, который имеет две катушки, соединенные при измерении тока параллельно, показано на рисунке 6.

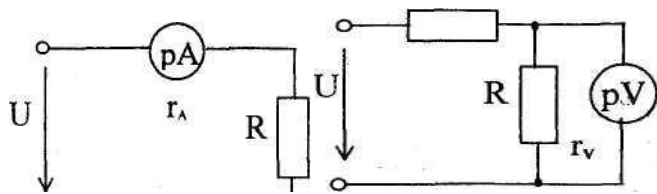


Рисунок 4 ,Рисунок 5Для измерения напряжения на каком-либо участке цепи вольтметр включают параллельно этому участку (рисунок 5). Во избежание изменения параметров цепи вольтметр должен иметь большое внутреннее сопротивление r_v по сравнению с сопротивлением цепи. В цепях постоянного тока для измерения напряжений применяют магнитоэлектрические вольтметры. В цепях переменного тока - преимущественно электромагнитные вольтметры, а для более точных измерений - электродинамические. Включение электродинамического вольтметра, катушки которого в этом случае имеют большое число витков и снабжаются добавочным сопротивлением, показано на рисунке 6. Для измерения малых переменных напряжений используют выпрямительные и электромагнитные вольтметры, а при повышенных частотах - электронные вольтметры. Для измерения малых переменных напряжений используют выпрямительные и электромагнитные вольтметры, а при повышенных частотах - электронные вольтметры. Для измерения мощности (в цепях переменного тока - активной мощности) в цепь включают ваттметр, при этом одна его катушка (неподвижная, с малым сопротивлением) включается последовательно, другая (подвижная, с большим сопротивлением), при необходимости, с добавочным резистором - параллельно нагрузке, потребляемую мощность которой необходимо измерить (рисунок 6). В цепях постоянного тока, а также в цепях переменного тока, содержащих только активные элементы, мощность (в цепях переменного тока - активную мощность) можно измерить косвенно с помощью амперметра и вольтметра, измеряющих одновременно ток и напряжение в одной и той же нагрузке. На схеме (рисунок 7) показано включение в цепь амперметра, вольтметра и ваттметра с использованием их условных обозначений.

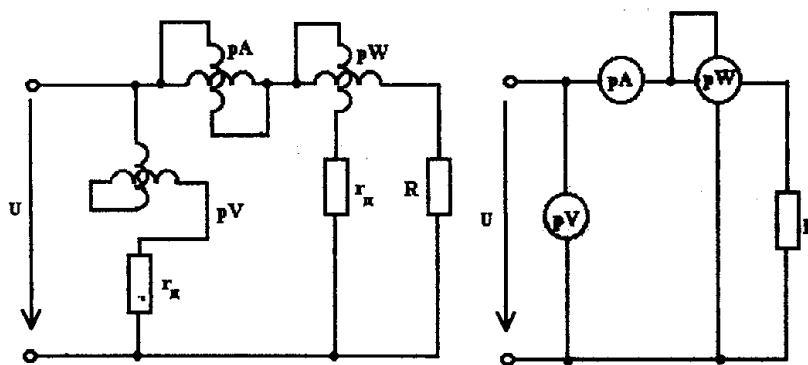


Рисунок 6 Рисунок 7

Метод амперметра и вольтметра дает правильные результаты при соблюдении следующих условий: количество разъемных контактов в схеме измерения должно быть наименьшим; источником постоянного тока должна быть сеть или аккумуляторная батарея достаточной емкости напряжением 4—12 В.

Для измерения сопротивлений (10^{-8} — 10^{+16} Ом) постоянному току с высокой точностью служат электрические мосты.

Устройство одинарных измерительных мостов постоянного тока

Одинарный мост постоянного тока состоит из трех образцовых резисторов (обычно регулируемых) R_1 , R_2 , R_3 (рис. 1, а), которые включают последовательно с измеряемым сопротивлением R_x в мостовую схему.

К одной из диагоналей этой схемы подают питание от источника ЭДС GB , а в другую диагональ через выключатель $SA1$ и ограничивающее сопротивление R_0 включают высокочувствительный гальванометр PA .

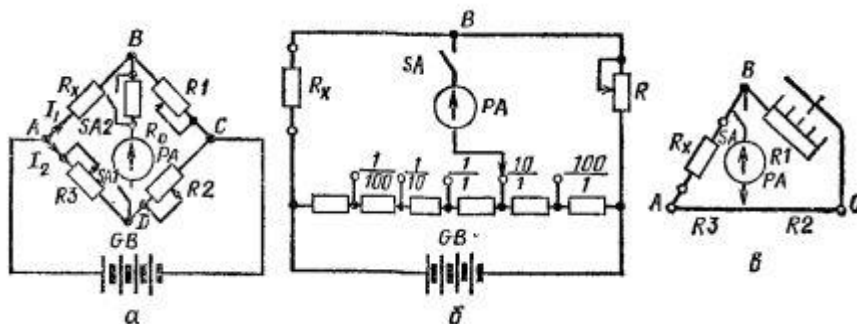


Рис. 1. Схемы одинарных измерительных мостов постоянного тока: а — общая; б — с плавным изменением отношения плеч и скачкообразным изменением плеча сравнения.

Схема работает следующим образом. При подаче питания через резисторы R_x , R_1 , R_2 , R_3 проходят токи I_1 и I_2 . Эти токи вызовут в резисторах падение напряжений U_{ab} , U_{bc} , U_{ad} и U_{dc} .

Если эти падения напряжения будут разными, то и потенциалы точек ϕ_a , ϕ_b и ϕ_c будут неодинаковы. Поэтому, если выключателем $SA1$ включить гальванометр, то через него будет проходить ток, равный $I_g = (\phi_b - \phi_d) / R_0$.

Задача измеряющего заключается в том, чтобы уравновесить мост, то есть сделать потенциалы точек ϕ_b и ϕ_d одинаковыми, другими словами, уменьшить ток гальванометра до нуля.

Для этого начинают изменять сопротивления резисторов R_1 , R_2 и R_3 до тех пор, пока ток гальванометра не станет равным нулю.

При $I_g = 0$ можно утверждать, что $\phi_b = \phi_d$. Это возможно лишь тогда, когда падение напряжения $U_{ab} - U_{ad}$ и $U_{bc} = U_{dc}$.

Подставив в эти выражения значения падений напряжений $U_{ad} = I_2 R_3$, $U_{bc} = I_1 R_1$, $U_{dc} = I_2 R_2$ и $U_{ab} = I_1 R_x$, получим два равенства: $I_1 R_x = I_2 R_3$, $I_1 R_1 = I_2 R_2$

Разделив первое равенство на второе, получим $R_x / R_1 = R_3 / R_2$ или $R_x R_2 = R_1 R_3$

Последнее равенство есть **условие балансировки одинарного моста**

из него следует, что **мост сбалансируется тогда, когда произведения сопротивлений противоположащих плеч будут одинаковыми**. Отсюда измеряемое сопротивление определится по формуле $R_x = R_1 R_3 / R_2$

В реальных одинарных мостах изменяют либо сопротивление резистора R_1 (его называют плечом сравнения), либо отношение сопротивлений R_3/R_2 .

Есть измерительные мосты, у которых меняется только сопротивление плеча сравнения, а отношение R_3/R_2 остается постоянным. И наоборот, изменяется только отношение R_3/R_2 , а сопротивление плеча сравнения остается постоянным.

Наибольшее распространение получили измерительные мосты, у которых плавно изменяется сопротивление R_1 и скачками, обычно кратными 10, изменяется отношение R_3/R_2 (рис. 1,б), например в распространенных измерительных мостах ПЗЗЗ.



Рис. 2. Измерительный мост постоянного тока Р333

Каждый измерительный мост характеризуется пределом измерений сопротивлений от R_{\min} до R_{\max} . Важным параметром моста является его чувствительность $S_m = S_g S_{cx}$, где $S_g = da/dI_r$ — чувствительность гальванометра, $S_{cx} = dI_r/dR$ — чувствительность схемы.

Подставляя S_g и S_{cx} в S_m , получим $S_m = da/dR$.

Иногда пользуются понятием относительной чувствительности измерительного моста:

$$S_m = da / (dR / R).$$

где dR / R — относительное изменение сопротивления в измеряемом плече, da — угол отклонения стрелки гальванометра.

В зависимости от конструктивного оформления различают **магазинные и линейные (реохордные) измерительные мосты**.

В магазинном измерительном мосте сопротивления плеч выполнены в виде штепсельных или рычажных многозначных мер электрических сопротивлений (магазинов сопротивлений), в реохордных мостах плечо сравнений делают в виде магазина сопротивлений, а плечи отклонения — в виде резистора, разделяемого ползунком на две регулируемые части.

По допустимой погрешности **одинарные измерительные мосты постоянного тока имеют класс точности**: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 1,0; 5,0. Числовое значение класса точности соответствует наибольшему допустимому значению относительной погрешности.

Погрешность одинарного моста постоянного тока зависит от степени соизмеримости сопротивлений соединительных проводов и контактов с измеряемым сопротивлением. Чем меньше измеряемое сопротивление, тем больше погрешность. Поэтому для измерения малых сопротивлений применяют двойные мосты постоянного тока.

Устройство двойных мостов постоянного тока

Плечами двойного (шестиплечевого) измерительного моста служат измеряемое сопротивление R_x (выполняют четырехзажимным для уменьшения влияния переходных контактных сопротивлений и включают в сеть через специальное четырехзажимное приспособление), образцовый резистор R_0 и две пары вспомогательных резисторов R_1, R_2, R_3, R_4 .

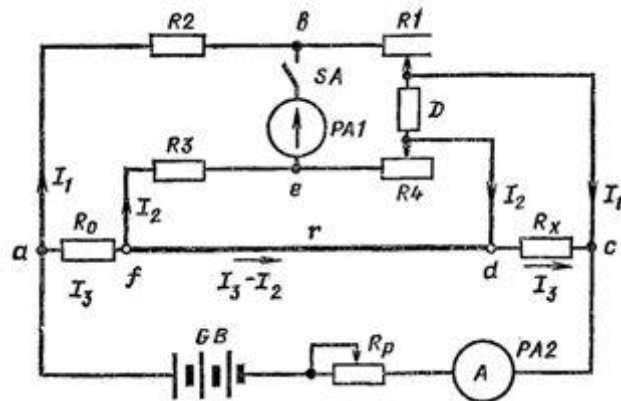


Рис. 3 Схема двойного измерительного моста постоянного тока

Равновесие моста определяется формулой:

$$R_x = R_0 \times (R_1/R_2) - (rR_3 / (r + R_3 + R_4)) \times (R_1/R_2 - R_4/R_3)$$

Отсюда видно, что если два отношения плеч R_1/R_2 и R_4/R_3 равны между собой, то вычитаемое равно нулю.

Несмотря на то, что сопротивления R_1 и R_4 , перемещая движок D , устанавливают одинаковыми, из-за разброса параметров сопротивлений R_2 и R_3 этого добиться очень сложно.

Для уменьшения ошибки измерений надо сопротивление перемычки, соединяющей образцовый резистор R_0 и измеряемое сопротивление R_x , брать как можно меньшим. Обычно к прибору прилагается специальный калиброванный резистор r . Тогда вычитаемое выражения практически становится равным нулю.

Значение измеряемого сопротивления можно определить по формуле: $R_x = R_0 R_1/R_2$

Двойные измерительные мосты постоянного тока рассчитаны на работу только с переменным отношением плеч. Чувствительность двойного моста зависит от чувствительности нулевого

указателя, параметров мостовой схемы и значения рабочего тока. С увеличением рабочего тока чувствительность увеличивается.

Наибольшее распространение получили **комбинированные измерительные мосты постоянного тока**, рассчитанные на работу по схемам одинарного и двойного моста.

Для более точного измерения сопротивлений в практике наладочных работ широко применяют мосты постоянного тока Р 316, УМВ, РЗЗЗ. Для измерения малых сопротивлений применяют микроомметр, который дает эффект при большом количестве измерений, например: переходных сопротивлений контактов ошиновки, масляных выключателей, сопротивлений между соседними парами коллекторных пластин электрических машин и другого электрооборудования.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Дайте понятие наладки ЭО.
2. С помощью чего выполняется наладка ЭО?
3. Дайте определение измерительного прибора и измерительной установки.
4. На какие виды делятся измерения? Охарактеризуйте каждый из них.
5. Дайте сравнительную характеристику методов измерений.

Задания к практическому занятию:

1. Согласно обозначениям на шкалах электроизмерительных приборов, используемых в данной работе, указать назначение прибора, тип тока, безопасность, класс точности, систему измерительного механизма, рабочее положение при эксплуатации.
2. По классу точности электроизмерительных приборов, используемых в данной работе, вычислить их абсолютную (инструментальную) погрешность и указать к какой группе приборов (прецизионным, техническим или внеклассовым) они относятся.

Инструкция по выполнению практического занятия:

1. Составьте классификацию ИП.
2. По условным обозначениям шкалы ИП дать его полную характеристику.
3. Решить задачи по определению погрешностей [Д-2, стр. 21, № 2.2, 2.7].
4. Составить таблицу условных обозначений на шкалах ИП:

Условное обозначение	Наименование	Применение
----------------------	--------------	------------

Порядок выполнения отчета по практическому занятию:

Отчет по практическим занятиям оформляется в тетрадях для практических занятий и должен содержать:

- необходимые таблицы, расчеты, выводы в соответствии с целью практического занятия.

Учитывая подготовку, выполнение практического занятия и ответы на вопросы по итогам выполнения работ, выставляются оценки в дорожной карте по каждой специальности.

Отчеты по всем выполненным работам хранятся у преподавателя в течение года. Лучшие отчеты используются в работе преподавателя.

Практическое занятие 12

Тема: Определение объемов, норм и периодичности проведения технического обслуживания и ремонта оборудования электроустановок

Цель: Определить объем, нормы и периодичность проведения технического обслуживания и ремонта оборудования электроустановок

Необходимо уметь использовать нормативную техническую документацию для определения объема, норм и периодичности проведения технического обслуживания и ремонта оборудования электроустановок и оформить отчет о проделанной работе.

Необходимо знать конструкцию основного оборудования тяговой подстанции, принцип составления годового графика планово-предупредительных ремонтов.

Порядок выполнения

- 1 Записать исходные данные.

2 Изучить теоретические сведения, а также пользуясь инструкцией по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых подстанций электрифицированных железных дорог ЦЭ-936 определить объем, нормы и периодичность проведения технического обслуживания и ремонта оборудования электроустановок в соответствии со своим вариантом.

3 Сделать вывод

Таблица 1

Исходные данные

Номер варианта Оборудование	
1	Сборные и соединительные шины.
2	Подвесные и опорные изоляторы
3	Устройства защиты от перенапряжений.
4	Разъединители, отделители, короткозамыкатели.
5	Вводы и проходные изоляторы.
6	Масляные выключатели.
7	Вакуумные выключатели.
8	Быстродействующие выключатели постоянного тока.
9	Силовые трансформаторы
10	Измерительные трансформаторы

Теоретические сведения

1 Осмотр оборудования тяговых подстанций Осмотры планируют как самостоятельную операцию для большинства оборудования. Во время осмотра проверяют состояние оборудования, выявляют дефекты эксплуатации, нарушения требований техники безопасности, уточняют состав и объем работ, подлежащих выполнению при очередном ремонте. При осмотре необходимо проверять наличие, состояние надписей (табличек), указывающих назначение присоединения, соответствие надписей диспетчерскому наименованию, соответствие сигнализации (местной и на щите управления) истинному положению оборудования. Осмотр оборудования тяговых подстанций с постоянным дежурным персоналом производят:

- дежурный электромеханик не реже 1 раза в течение смены;
- начальник подстанции или лицо, его замещающее, не реже 1 раза в неделю. Осмотр оборудования электроустановок в темное время суток для выявления разрядов, коронирования, нагрева токоведущих частей производит начальник подстанции или лицо, его замещающее, не реже 1 раза в месяц. Дополнительные осмотры оборудования подстанции проводят после срабатывания защит от замыкания на землю в РУ 3,3 кВ, при неблагоприятной погоде (сильный туман, гололед, мокрый снег, резкое понижение температуры и др.) в зависимости от местных условий.

Осмотр отдельного оборудования тяговых подстанций производят в следующие сроки:

- аккумуляторной батареи - не реже двух раз в месяц;
- отсасывающего фидера и места подсоединения его к рельсовым цепям - 1 раз в месяц;
- осмотр и опробование работы коммутационного оборудования, цепей РЗА, управления и сигнализации без подачи рабочего напряжения передвижных установок, находящихся в резерве, - 1 раз в 6 месяцев. Указанные осмотры производит начальник подстанции или лицо, его замещающее. Осмотр и чистку оборудования РУ до 1000 В от пыли и загрязнения проводят 1 раз в 6 месяцев. Осмотр и чистку осветительной аппаратуры от пыли в закрытых РУ
- 1 раз в год. Осмотр моторных приводов и устройств дистанционного управления
- 1 раз в месяц. Указанные осмотры производит оперативно-ремонтный персонал с оформлением работ распоряжением. Осмотр защитных и противопожарных средств производят 1 раз в 3 месяца и непосредственно перед употреблением. Об обнаруженных при проведении осмотров неисправностях и принятых мерах по их устранению делают соответствующие записи в книге осмотров и неисправностей.

2 Ремонты оборудования тяговых подстанций

Ремонты оборудования проводят с целью восстановления его исправности или работоспособности и восстановления ресурса до очередного ремонта. Ремонты подразделяются на:

- плановые - проводимые в соответствии с требованиями нормативнотехнической документации независимо от технического состояния оборудования в момент начала ремонта;
- неплановые - проводимые с целью устранения последствий отказов в работе оборудования и защит, повреждений оборудования аварийными токами, атмосферными и коммутационными воздействиями, механических повреждений, течи масла. Виды плановых ремонтов:

- текущий ремонт - обеспечивает поддержание оборудования в работоспособном состоянии в период гарантированной наработки до очередного планового ремонта путем чистки, проверки, замены быстроизнашиваемых частей, наладки;

- внеочередной ремонт - назначается при выработке оборудованием нормированного нормативно-технической документацией и настоящей

Инструкцией механического или коммутационного ресурса;

- капитальный ремонт - выполняется с целью восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса оборудования. При этом производят полную разборку оборудования или вскрытие, восстановление или замену изношенных деталей, обмоток, узлов и др., выполняют регулирование, наладку и полную программу испытаний согласно эксплуатационной документации с доведением всех характеристик и параметров оборудования до номинальных паспортных данных с обеспечением работоспособности на период гарантийной наработки до очередного капитального ремонта. Капитальный ремонт может проводиться на месте установки оборудования или в специализированных организациях. Работы, выполненные при капитальном ремонте оборудования подрядчиком, принимаются по акту комиссии под председательством начальника дистанции электроснабжения или его заместителя. Ремонт любого вида должен сопровождаться выдачей определенных гарантий на последующий срок эксплуатации или наработку оборудования

Таблица 2

Периодичность технического обслуживания и ремонта оборудования распределительного устройства выше 1000 В

Наименование оборудования	Ремонт		Испытания
	текущий	капитальный	
сборные и соединительные шины,	По мере необходимости	По результатам испытаний, но не реже 1 раза в 8 лет 1	1 раз в 8 лет При наличии тепловизоров 1 раз в 3 года производят проверку нагрева мест соединений подвесные
подвесные и опорные изоляторы;	По мере необходимости	По результатам испытаний, но не реже 1 раза в 8 лет	1 раз в 8 лет Штыревые изоляторы 6-10 кВ шинных мостов, изоляторы ПГГ-35, ШД-35 - 1 раз в 4 года При наличии тепловизоров 1 раз в 2 года производят выявление нулевых изоляторов
устройства защиты от перенапряжения:			
разрядники переменного тока	1 раз в 3 года	1 раз в 8 лет	1 раз в 3 года
разрядники постоянного тока	1 раз в год	1 раз в 8 лет	1 раз в год
разъединители и их приводы;	Разъединителей наружной установки - 1 раз в год; внутренней установки - по	1 раз в 8 лет	1 раз в 8 лет

	мере необходимости		
отделители и короткозамыкатели	1 раз в год	1 раз в 3 года	1 раз в 3 года
вводы и проходные изоляторы	1 раз в год	Для вводов с бумажномасляной изоляцией 1 раз в 4 года; для остальных - 1 раз в 8 лет	у герметичных вводов - 1 раз в год в первые два года после ввода в эксплуатацию, в последующем - 1 раз в 2 года; у ввода с твердой изоляцией испытания выполняются после первого года эксплуатации, затем через три года, в последующем - через 6 лет, у негерметичных – испытания 1 раз в 3 года
масляные выключатели и их приводы			
трехфазные;	1 раз в год	1 раз в 8 лет	1 раз в 3 года
однофазные	1 раз в год	1 раз в 6 лет	1 раз в 3 года
вакуумные выключатели;	1 раз в год	По результатам испытаний, но не реже 1 раза в 6 лет	1 раз в 3 года
быстродействующие выключатели ВАБ-43	1 раз в 3 месяца	1 раз в 6 лет	1 раз в год
Трансформаторы силовые	Трансформаторов с РПН - 1 раз в год. Трансформаторов без РПН, напряжением 35 кВ и выше - 1 раз в 2 года; остальных - не реже 1 раза в 4 года	Трансформаторов напряжением 110 кВ и выше - не позднее чем через 12 лет после ввода в эксплуатацию, затем - по результатам испытаний; остальных - по результатам испытаний и состоянию	1 раз в 4 года
Измерительные трансформаторы	1 раз в 3 года	По результатам испытаний и состоянию	1 раз в 6 лет
Полупроводниковые преобразователи			
неуправляемые;	Не реже 1 раза в 6 месяцев	По результатам испытаний	1 раз в год
управляемые	Не реже 1 раза в 3 месяца	По результатам испытаний	
Сглаживающие устройства	Не реже 1 раза в год	По результатам испытаний	1 раз в 3 года
Устройства компенсации реактивной мощности и	Не реже 1 раза в год	По результатам испытаний, но не	1 раз в год

улучшения качества электроэнергии.		реже 1 раза в 8 лет	
Дистанционное управление разъединителями контактной сети	1 раз в 6 месяцев	По состоянию устройств дистанционного управления	Совместно с соответствующими видами ремонта
Собственные нужды:			
РУ до 1000 В;	1 раз в 3 года	Не реже 1 раза в 12 лет	1 раз в 6 лет
аккумуляторные батареи;	1 раз в год		1 раз в 3 года
электродвигатели и генераторы	1 раз в год	По результатам испытаний	1 раз в 3 года
дизель-генераторные установки	Текущий и капитальный ремонты производят в соответствии с заводской инструкцией		Запуск не реже 1 раза в 3 месяца без нагрузки, 1 раз в год с нагрузкой
электрическое освещение;	1 раз в год	По результатам испытаний	1 раз в 3 года
электрическое отопление	1 раз в год перед началом отопительного сезона	Не реже 1 раза в 12 лет	1 раз в год перед началом отопительного сезона
Силовые кабели и воздушные линии	1 раз в 3 года	По результатам испытаний	1 раз в 3 года. Отсасывающие линии 2 раза в год мегаомметром
Заземляющие устройства	1 раз в год	По результатам испытаний и состоянию	не реже 1 раз в год;
Разрядное устройство	1 раз в год	По результатам испытаний	1 раз в год

В зависимости от местных условий с разрешения начальника службы электроснабжения допускается изменение периодичности проведения технического обслуживания и ремонта. Результаты всех работ по ТО и ремонту оформляют соответствующими протоколами. Изменения, сделанные при ремонтах оборудования, заносят в технический паспорт тяговой подстанции и в дело с технической документацией на соответствующее оборудование. Изменения, внесенные в схемы релейной защиты, управления и автоматики, отражают во всех экземплярах принципиальных и монтажных схем и доводят до сведения начальника подстанции и обслуживающего персонала. Изменения в схемах первичной и вторичной коммутации понизительных и тяговых трансформаторов, фидеров контактной сети постоянного и переменного тока допускаются с разрешения начальника службы электроснабжения. На остальных присоединениях - с разрешения начальника дистанции электроснабжения или его заместителя.

Содержание отчета

1 Объем, нормы и периодичность проведения технического обслуживания и ремонта заданного оборудования распределительного устройства напряжением выше 1000 В

4 Вывод

5 Письменные ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1 Как производится осмотр оборудования тяговых подстанций?

2 Как классифицируются ремонты оборудования тяговых подстанций?

3 Как классифицируются плановые ремонты оборудования тяговых подстанций?

4 Что входит в объем текущего ремонта?

5 Что входит в объем капитального ремонта?

Практическое занятие №13

Тема: Определение коэффициента трансформации

Цель работы: определить коэффициент трансформации трансформатора.

Раздаточные материалы: данные методические рекомендации.

Краткие теоретические материалы по теме практического занятия:

Трансформатором называют статическое электромагнитное устройство, имеющее две или большее число индуктивно-связанных обмоток и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной (первичной) системы переменного тока в другую (вторичную) систему переменного тока. Трансформаторы широко используются в промышленности и быту для различных целей.

1. Для передачи и распределения электрической энергии.

Обычно на электростанциях генераторы переменного тока вырабатывают электрическую энергию при напряжении 6-24 кВ, а передавать электроэнергию на дальние расстояния выгодно при значительно больших напряжениях (110, 220, 330, 400, 500, и 750 кВ). Поэтому на каждой электростанции устанавливают трансформаторы, осуществляющие повышение напряжения.

Распределение электрической энергии между промышленными предприятиями, населёнными пунктами, в городах и сельских местностях, а также внутри промышленных предприятий производится по воздушным и кабельным линиям, при напряжении 220, 110, 35, 20, 10 и 6 кВ. Следовательно, во всех распределительных узлах должны быть установлены трансформаторы, понижающие напряжение до величины 220, 380 и 660 В

2. Для обеспечения нужной схемы включения вентиля в преобразовательных устройствах и согласования напряжения на выходе и входе преобразователя. Трансформаторы, применяемые для этих целей, называются преобразовательными.

3. Для различных технологических целей: сварки (сварочные трансформаторы), питания электротермических установок (электропечные трансформаторы) и др.

4. Для питания различных цепей радиоаппаратуры, электронной аппаратуры, устройств связи и автоматики, электробытовых приборов, для разделения электрических цепей различных элементов указанных устройств, для согласования напряжения и пр.

5. Для включения электроизмерительных приборов и некоторых аппаратов (реле и др.) в электрические цепи высокого напряжения или же в цепи, по которым проходят большие токи, с целью расширения пределов измерения и обеспечения электробезопасности. Трансформаторы, применяемые для этих целей, называются измерительными.

Классификацию трансформаторов можно произвести по нескольким признакам:

1. По назначению трансформаторы разделяют на силовые общего и специального применения. Силовые трансформаторы общего применения используются в линиях передачи и распределения электроэнергии. Для режима их работы характерна частота переменного тока 50 Гц и очень малые отклонения первичного и вторичного напряжений от номинальных значений. К трансформаторам специального назначения относятся силовые специальные (печные, выпрямительные, сварочные, радиотрансформаторы), измерительные и испытательные трансформаторы, трансформаторы для преобразования числа фаз, формы кривой ЭДС, частоты и т.д.

2. По виду охлаждения – с воздушным (сухие трансформаторы) и масляным (масляные трансформаторы) охлаждением.

3. По числу фаз на первичной стороне – однофазные и трёхфазные.

4. По форме магнитопровода – стержневые, броневые, тороидальные.

5. По числу обмоток на фазу – двухобмоточные, трёхобмоточные, многообмоточные (более трёх обмоток).

6. По конструкции обмоток – с concentрическими и чередующимися (дисковыми) обмотками.

Электромагнитная схема однофазного двухобмоточного трансформатора состоит из двух обмоток (рис. 3.1), размещённых на замкнутом магнитопроводе, который выполнен из ферромагнитного материала. Применение ферромагнитного магнитопровода позволяет усилить электромагнитную связь между обмотками, т.е. уменьшить магнитное сопротивление контура, по которому проходит магнитный поток трансформатора. Первичную обмотку 1 подключают к источнику переменного тока – электрической сети с напряжением сети u_1 . К вторичной обмотке 2 присоединяют сопротивление нагрузки Z_n .

Обмотку более высокого напряжения называют обмоткой высшего напряжения (ВН), а низкого напряжения – обмоткой низшего напряжения (НН). Начала и концы обмотки ВН обозначают буквами А и Х; обмотки НН – буквами а и х.

В трансформаторе преобразуются только напряжения и токи. Мощность же остаётся приблизительно постоянной (она несколько уменьшается из-за внутренних потерь энергии в трансформаторе).

Следовательно, полная мощность потребляемая из сети $S_1 = U_1 I_1$,

практически полностью выделяется на нагрузке

$$S_1 = U_1 I_1 \approx S_2 = U_2 I_2.$$

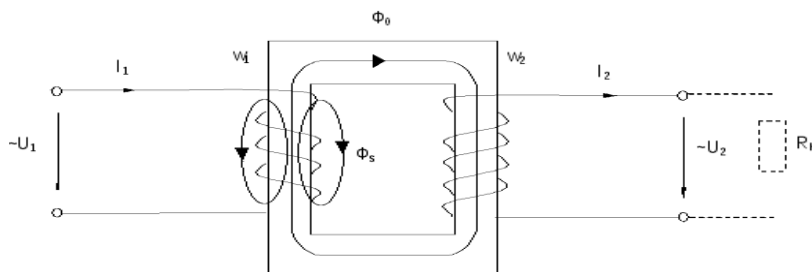


Рисунок 1 – Конструктивное исполнение однофазного трансформатора

Отношение числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной обмотки трансформатора называют коэффициентом трансформации. Отношение чисел витков соответствует отношению первичного напряжения к вторичному при отсутствии нагрузки (холостом ходе) трансформатора и отношению вторичного тока к первичному при коротком замыкании:

$$K_{\text{ТР}} = W_1 / W_2 = U_1 / U_2 = I_2 / I_1.$$

В системах передачи и распределения энергии в ряде случаев применяют трёхобмоточные трансформаторы, а в устройствах радиоэлектроники и автоматики – многообмоточные трансформаторы. В таких трансформаторах на магнитопроводе размещают три или большее число изолированных друг от друга обмоток, что даёт возможность при питании одной из обмоток получать два или большее число различных напряжений (U_2 , U_3 , U_4 и т.д.) для электроснабжения двух или большего числа групп потребителей. В трёхобмоточных силовых трансформаторах различают обмотки высшего, низшего и среднего (СН) напряжения.

Трансформатор может работать только в цепях переменного тока. Если первичную обмотку трансформатора подключить к источнику постоянного тока, то в его магнитопроводе образуется магнитный поток, постоянный во времени по величине и направлению. Поэтому в первичной и вторичной обмотках в установившемся режиме не индуцируются ЭДС, а, следовательно, не передаётся электрическая энергия из первичной цепи во вторичную. Такой режим опасен для трансформатора, так как из-за отсутствия ЭДС E_1 в первичной обмотке ток $I_1 = U_1 / R_1$ весьма большой.

При измерениях проверяют коэффициент трансформации на всех ответвлениях обмоток и для всех фаз, его соответствие паспортному, а также правильность установки переключателя напряжения на ступенях. Коэффициент трансформации определяют по отношению напряжений обмоток ВН, СН, НН с учетом схемы их соединения. Для измерения коэффициента трансформации применяют метод двух вольтметров, причем выбирают приборы класса 0,5. При испытании трехфазных трансформаторов одновременно измеряют линейные напряжения, соответствующие одноименным линейным зажимам проверяемых обмоток. Подводимое напряжение должно быть от одного до нескольких десятков процентов номинального, причем большие значения относятся к трансформаторам меньшей мощности, а меньшие значения — к трансформаторам большей мощности. Как правило, коэффициент трансформации измеряют при трехфазном возбуждении обмоток трансформатора.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

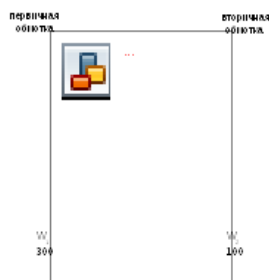
- 1 Какое устройство называют трансформатором?
- 2 Что такое коэффициент трансформации?
- 3 Поясните режим холостого хода трансформатора.

4 Какой режим работы трансформатора называют коротким замыканием?

5 Напишите основные параметры трансформатора.

Задания к практическому занятию:

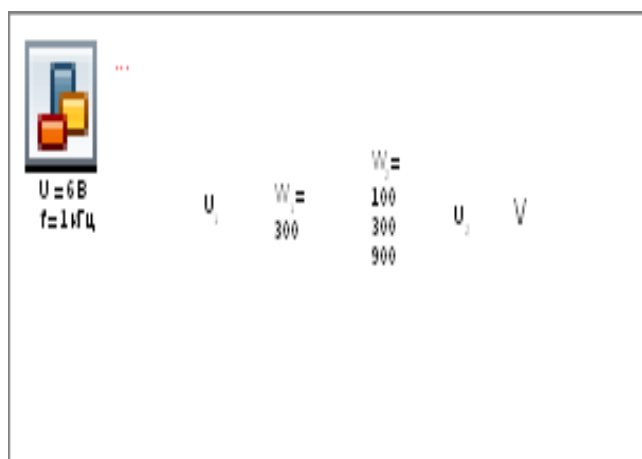
Измеряя напряжения и токи, определите коэффициенты трансформации при различных числах витков обмоток.



Инструкция по выполнению практического занятия:

1 Соберите первичную (300 витков) и вторичную (100 витков) обмотки на разъемном сердечнике, как показано на рис. 2.

Рис 2– Конструкция разъемного сердечника



2 Подключите источник питания к выводам первичной обмотки согласно рис. 3.3 и установите синусоидальное напряжение $U_1 = 6 \text{ В}$, $f = 1 \text{ кГц}$.

Рисунок 3 – Схема подключения источника питания к выводам первичной обмотки

3 Измерьте вторичные напряжения U_2 на выводах вторичных обмоток с числами витков 100, 300 и 900 при холостом ходе. Занесите результаты в таблицу 1.

Таблица 1

W_1	W_2	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$K_{\text{ТР}}$
300	100	6		
300	300	6		
300	900	6		

4 Вычислите значения коэффициента трансформации по формуле

$$K_{\text{ТР}} = U_1 / U_2$$

Порядок выполнения отчета по практическому занятию:

Отчет по практическим занятиям оформляется в тетрадях для практических занятий и должен содержать:

- необходимые таблицы, расчеты, выводы в соответствии с целью практического занятия.

Учитывая подготовку, выполнение практического занятия и ответы на вопросы по итогам выполнения работ, выставляются оценки в дорожной карте по каждой специальности.

Отчеты по всем выполненным работам хранятся у преподавателя в течение года. Лучшие отчеты используются в работе преподавателя.

Практическое занятие №14

Тема: Проверка группы соединения обмоток

Цель работы: изучить методику и объем проверки группы соединения обмоток трансформаторов.

Раздаточные материалы: данные методические рекомендации.

Краткие теоретические материалы по теме практического занятия:

Трансформатором называют статическое электромагнитное устройство, имеющее две (или более) индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования посредством явления электромагнитной индукции одной (первичной) системы переменного тока в другую (вторичную) систему переменного тока.



Рисунок 1 – Силовой трансформатор

Подключение нескольких трансформаторов на параллельную работу обусловлено требованием решения существенных проблем связанных с электроснабжением потребителей, это:

Повышение нагрузки в сети, превышающей мощность основного трансформатора.

Безопасная эксплуатация трансформаторов, так как вероятность отказа сразу 2 трансформаторов чрезвычайно мала.

Недостаток наличия расчетного места (в основном это габаритные размеры по высоте) для одного мощного трансформатора.

Использование трансформаторов в соответствии со стандартными габаритными размерами на территории электроустановки

При параллельной работе трансформаторов первичные их обмотки присоединяют к общей питающей сети, а вторичные к общей сети, предназначенной для электроснабжения приемников электрической энергии.

Условия параллельной работы трансформаторов: Для лучшего использования трансформаторов при параллельной работе необходимо нагрузки распределять между ними прямо пропорционально их номинальным мощностям. Это достигается тождественностью групп соединения обмоток, равенством в пределах допусков соответственно номинальных первичных и вторичных напряжений, а также равенством в пределах допусков напряжений короткого замыкания.

Нарушение первого условия вызывает появление больших уравнивающих токов между обмотками трансформаторов, которые приводят к быстрому чрезмерному их нагреву. Требование равенства соответственно номинальных первичных и вторичных напряжений сводится к установлению равенства коэффициентов трансформации, которые не должны отличаться друг от друга более чем на $\pm 0,5 \%$ их среднего значения во избежание недопустимых уравнивающих токов обмоток трансформаторов.

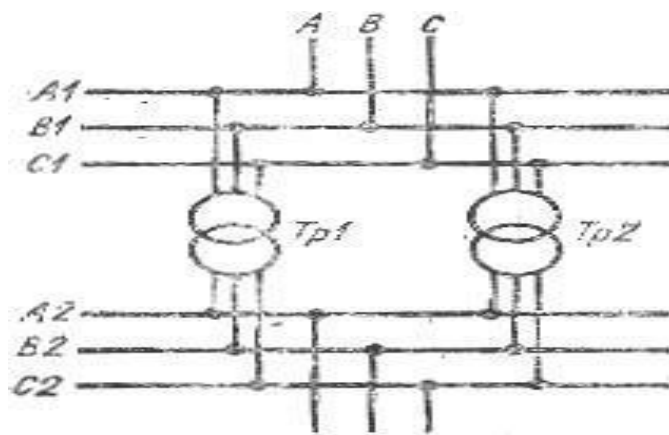


Рисунок 2 - Схема включения трехфазных трансформаторов для параллельной работы

Различие между напряжениями короткого замыкания трансформаторов при параллельной работе допускают до $\pm 10\%$ их среднего значения, так как неравенство этих величин вызывает перегрузку тех трансформаторов, у которых напряжение короткого замыкания имеет меньшее значение. Помимо этого, рекомендуется, чтобы отношение номинальных мощностей параллельно работающих трансформаторов не превышало 3:1.

При параллельном включении трехфазных трансформаторов нужно, чтобы их одноименные зажимы были присоединены к одному и тому же проводу сети, а перед первоначальным включением проведена фазировка, т. е. проверка соответствия по фазе вторичных э. д. с. при подключении первичных обмоток к общей сети.

Соблюдая условия включения трансформаторов на параллельную работу, достигается надежность и безопасность работы электроустановки.

В случае разницы мощностей трансформаторов более чем в 2 раза режим работы, подключенных в параллель трансформаторов, не должен быть постоянным.

Фазировка трехфазных трансформаторов при включении их на параллельную работу: Фазировка предусматривает проверку симметрии вторичных ЭДС каждого трансформатора в отдельности и измерение напряжений между зажимами b и B2, c и C2, которые при закороченных зажимах a и A2 и правильном присоединении трансформатора должны быть равны нулю. Если напряжения между названными зажимами отличны от нуля, это указывает на допущенную ошибку монтажа, исключающую, до ее устранения, возможность включения трансформаторов на параллельную работу. Для измерения напряжений при фазировке следует применять электромагнитный вольтметр на двойное линейное вторичное напряжение трансформаторов.

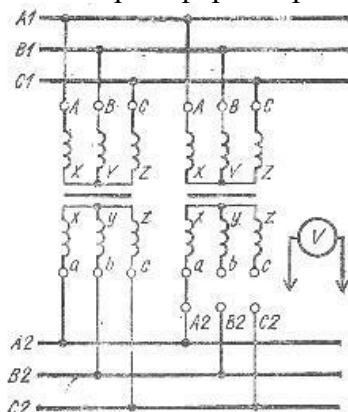


Рисунок 3 - Схема фазировки трехфазных трансформаторов, включаемых на параллельную работу

Распределение нагрузок между трансформаторами, включенными на параллельную работу:

Распределение нагрузок S1 и S2 между параллельно работающими трансформаторами подчинено уравнению $S1 / S2 = (S1_{ном} / S2_{ном}) \times (U_{к2} / U_{к1*})$,

где S1ном, S2ном - номинальные мощности, Uк1, Uк2 - напряжение короткого замыкания трансформаторов, включаемых на параллельную работу.

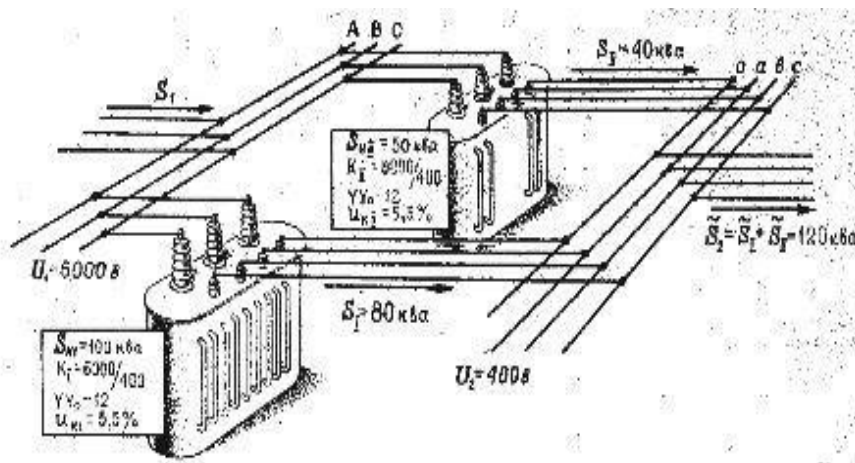


Рисунок 4 - Параллельная работа трансформаторов разной мощности

Некоторое перераспределение нагрузки между параллельно работающими трансформаторами с различными напряжениями короткого замыкания осуществляют изменением их коэффициентов трансформации путем переключения ответвлений первичных обмоток. Переключение необходимо выполнять так, чтобы у недогруженных трансформаторов вторичное напряжение при холостом ходе было выше, чем у трансформаторов, работающих с перегрузкой. В виде исключения допустима параллельная работа трансформаторов с разными коэффициентами трансформации и неодинаковыми напряжениями короткого замыкания при непременном условии, чтобы ни один из трансформаторов не был перегружен сверх установленных норм.

Группа соединения трансформатора имеет важное значение для параллельной его работы с другими. Одним из основных условий допустимости параллельной работы трансформаторов является тождество групп соединения их обмоток. При отсутствии паспортных данных или при сомнениях в их достоверности группу соединений обмоток обычно проверяют до монтажа. Она должна соответствовать паспортным данным и обозначениям на щитке. Проверку группы соединений осуществляют: двумя вольтметрами, методом импульсов постоянного тока, фазометром. В практике наладочных работ широко распространены первые два метода.

Метод двух вольтметров для определения группы соединения основан на совмещении векторных диаграмм первичного и вторичного напряжений. Пользуясь полученными результатами, строят векторную диаграмму для определения значений напряжения.

Метод импульсов постоянного тока сводится к поочередному определению полярности («+» или «—») зажимов ab, bc, ca трансформатора гальванометром. При этом к выводам AB, BC, CA обмотки высшего напряжения подводят напряжение 2—12 В от гальванической батареи. В обмотке низшего напряжения индуцируется эдс определенного знака.

Полученные результаты сравнивают с данными, приведенными в специальной таблице. В качестве гальванометра используют любые гальванометры магнитоэлектрической системы, например М106, М45М, М250.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:

1. Каким образом в трансформаторе компенсируются потери на «гистерезис» и вихревые токи?
2. Что показывает коэффициент трансформации и какие значения он принимает в случае понижающего и повышающего трансформатора?
3. Что такое группа соединения и как она обозначается?
4. Перечислите условия, которые необходимо выполнять при параллельной работе трансформаторов.
5. Поясните сущность и необходимость фазировки трансформаторов.

Задания к практическому занятию:

По паспортным данным рассчитать нагрузку каждого из трех трансформаторов, включенных на параллельную работу:

Паспортные данные:

1. Общая нагрузка $S_{\text{общ}} = 5000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$
2. Номинальные мощности трансформаторов $S_{\text{ном1}} = 1000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$
 $S_{\text{ном2}} = 1800 \text{ кВ} \cdot \text{А}$

$$S_{\text{НОМ3}} = 2200 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

3. Напряжения КЗ трансформаторов $U_{\text{КЗ1}} = 6,5\%$

$$U_{\text{КЗ2}} = 6,65\%$$

$$U_{\text{КЗ3}} = 6,3\%$$

Инструкция по выполнению практического занятия:

1 Расчет нагрузки трансформаторов:

1.1 общая нагрузка всех включенных на параллельную работу трансформаторов не должна превышать суммарной номинальной мощности этих трансформаторов

$$S \leq \sum S_{\text{НОМХ}} ;$$

1.2 определяем сумму отношений номинальной мощности к напряжению КЗ

$$\sum \frac{S_{\text{НОМХ}}}{U_{\text{КЗХ}}} = \frac{S_{\text{НОМ1}}}{U_{\text{КЗ1}}} + \frac{S_{\text{НОМ2}}}{U_{\text{КЗ2}}} + \frac{S_{\text{НОМ3}}}{U_{\text{КЗ3}}} ;$$

1.3 определяем нагрузку каждого трансформатора

$$S_X = \frac{S_{\text{ОБЩ}} * S_{\text{НОМХ}}}{\left[U_{\text{КЗХ}} * \sum \left(\frac{S_{\text{НОМХ}}}{U_{\text{КЗХ}}} \right) \right]} ;$$

1.4 определяем перегруженность трансформаторов

$$\% = \frac{S_X - S_{\text{НОМХ}}}{S_{\text{НОМХ}}} * 100\% ;$$

1.5 устраняем перегрузку снижением внешней (общей) нагрузки на %

$$S'_{\text{ОБЩ}} = S_{\text{ОБЩ}} - \frac{\% S_{\text{ОБЩ}}}{100\%} ;$$

1.6 определяем КПД включенных на параллельную работу трансформаторов

$$\eta = \frac{S'_{\text{ОБЩ}}}{S_{\text{ОБЩ}}} * 100\%.$$

Порядок выполнения отчета по практическому занятию:

Отчет по практическим занятиям оформляется в тетрадях для практических занятий и должен содержать:

- необходимые таблицы, расчеты, выводы в соответствии с целью лабораторной работы.

Учитывая подготовку, выполнение практического занятия и ответы на вопросы по итогам выполнения работ, выставляются оценки в дорожной карте по каждой специальности.

Отчеты по всем выполненным работам хранятся у преподавателя в течение года. Лучшие отчеты используются в работе преподавателя.

Список использованных источников

Основные источники:

- 1.Акимова, Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования / Н.А. Акимова. – М.: Академия, 2015.
- 2.Панфилов, В.А. Электрические измерения: учебник / В.А. Панфилов. – М.: Академия, 2010. – 288с.
- 3.Сибикин, Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Академия, 2012. – 236с.
- 4.Хромовин, П.К. Электротехнические измерения: учебник / П.К. Хромовин. – М.: Форум, 2011. – 287с.

Дополнительные источники:

1. Афонин, А.М. Энергосберегающие технологии в промышленности: учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.Н. Петрова. М.: ФОРУМ, 2011. – 272с.
2. Варварин, В.К. Выбор и наладка электрооборудования: справочное пособие / В.К. Варварин. - М.: ФОРУМ, 2010. – 240с.

3. Павлович, С.Н. Ремонт и обслуживание электрооборудования: учебник для учащихся начального профессионального образования / С.Н. Павлович. - Ростов на Дону: Феникс, 2009. - 248с.
4. Сибикин, Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий: учебник для нач. проф. образования / Ю.Д. Сибикин. – М.: Академия, 2010.
5. Синдеев, Ю.Г. Электротехника с основами электроники / Ю.Г. Синдеев. – Ростов н/Д: Феникс, 2010.
6. Славинский, А.К. Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2012.
7. Хрусталева, З.А. Электрические измерения. Задачи и упражнения: учебное пособие / З.А. Хрусталева. – М.: КНОРУС, 2011.

Интернет - ресурсы:

1. «Школа для электрика» Электроэнергетика и электротехника, промышленное электрооборудование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/>
2. «Электрик» Бытовая электроника, автомобильная электроника, измерительная техника, начинающему радиолюбителю, студенту, радиолюбительские расчеты. Лекции по теории электротехники. Электротехнические форумы для электриков и энергетиков. Вопросы и ответы по электротехнике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.electrik.org>
3. «Электротехника» Лекции, практические контрольные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://model.exponenta.ru/electro/contents.htm>
4. Измерительные приборы, все о КИП и системах автоматизации. Электроизмерительные приборы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kipinfo.ru/pribori/electrical/>
5. Неисправности электрооборудования и способы их устранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ielektro.ru.
6. Ремонт электрооборудования распределительных устройств до 10 кВ [Электронный ресурс] . – Режим доступа: forca.gi
7. Школа для электрика: Эксплуатация и ремонт электрооборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ElectricalSchool.info.
8. Электрические измерения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rnbo.khb.ru/files/cor/11089.htm>
9. Электрические измерения и приборы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://edu.sernam.ru/book_elt.php?id=25

Практическое занятие №15

Тема: Изучение конструкции магнитного пускателя и контактора

Цель: ознакомиться с конструкцией и принципом работы основных узлов магнитного пускателя и контактора.

Краткие теоретические сведения

Контакторы относятся к аппаратам управления низкого напряжения (до 1000 В). Контактором называется электрический аппарат с самовозвратом для многократного дистанционного включения и отключения силовой электрической нагрузки переменного и постоянного токов, а также редких отключений токов перегрузки. Ток перегрузки составляет 7-10 кратное значение по отношению к номинальному току. Контакт – это двухпозиционный аппарат, предназначенный для частых коммутаций токов, которые не превышают токов перегрузки соответствующих электрических силовых цепей. Замыкание и размыкание контактов контактора может осуществляться двигателем, электромагнитным, пневматическим или гидравлическим приводом. Наибольшее распространение получили электромагнитные контакторы, в которых включение контактной системы осуществляется электромагнитом. Контакторы состоят из системы главных контактов, дугогасительного устройства, электромагнитной системы и вспомогательных контактов. Принцип работы контактора рассмотрим по условной схеме (рисунок 17). Как видно из электрической

системы (рисунок 17, а), главные контакты контактора К включены в цепь двигателя Д, а катушка – в цепь управления последовательно с кнопками управления *Пуск*, *Стоп* и вспомогательными контактами БК.

На конструктивной схеме (рисунок 17, б) контактор изображен в момент отключения, когда напряжение катушки 15, установленной на сердечнике 14, снято и подвижная система под действием пружины 11 пришла в нормальное положение. Дуга, возникшая между контактами 2 и 7, гасится в камере 5 с изоляционными перегородками 4. Втягивание дуги в камеру происходит за счет катушки 16, включенной последовательно в главную цепь, стального сердечника 1 и полюсных наконечников 17. На выходе из камеры установлена пламегасительная решетка 3, препятствующая выходу ионизированных газов за пределы камеры. Для включения контактора подается напряжение на зажимы катушки 13 путем нажатия кнопки *Пуск*. В катушке создается магнитный поток Φ , притягивающий якорь 10 к сердечнику. На якоре укреплен подвижный контакт 7, который после соприкосновения с неподвижным контактом 2 скользит по его поверхности, разрушая пленку окислов на поверхности контактов. Нажатие в контактах создается пружиной 8.

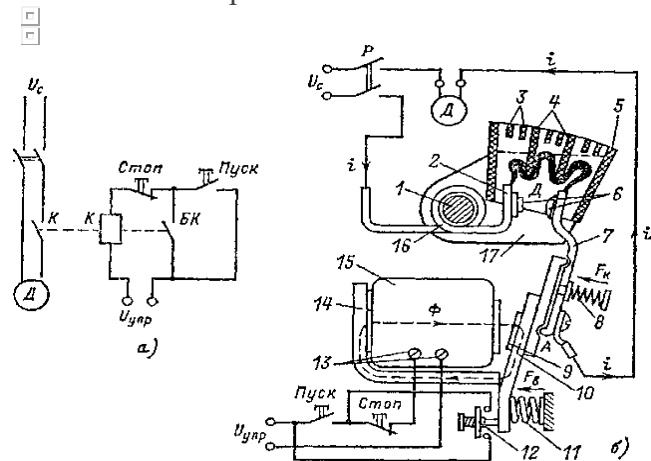


Рисунок 4.1 – Условная схема контактора
а) – электрическая схема однополюсного контактора,
б) – условная конструктивная схема.

Рисунок 17 – Условная схема контактора: а) электрическая схема однополюсного контактора; б) условная конструктивная схема

Контактные накладки 6 из серебра обеспечивают минимальное переходное сопротивление. В некоторых случаях накладки выполняются из дугостойкой металлокерамики. Контактор удерживается во включенном положении своей катушкой. После включения контактора замыкаются вспомогательные контакты 12 (БК), шунтирующие кнопку *Пуск*, поэтому размыкание пусковой кнопки не разрывает цепь катушки 15 (К). На якоре 10 предусмотрена немагнитная прокладка из латуни 9, которая уменьшает силу притяжения, обусловленную остаточной индукцией в сердечнике. Таким образом, при снятии напряжения с катушки 15 якорь не «залипает». При значительном снижении напряжения в цепи управления, а также при его исчезновении контактор автоматически отключается. В цепях постоянного тока применяются контакторы серии КПД-100 на токи до 300 А, КПВ-600 на токи до 630 А и напряжении до 600 В, а также КМ-2000 на токи до 300 А и др. В цепях переменного тока применяются контакторы серии КТВ на токи до 600 А и напряжение 500 В, КТ-6000 для тяжелых режимов на токи 600 А и напряжение 380 В, допускающие до 1200 включений в час. Современные контакторы выпускаются в закрытом пластмассовом корпусе (серия КТУ). Контакторы не защищают установку от ненормальных режимов (перегрузка, токи КЗ), поэтому в схемах автоматического управления они сочетаются со специальными реле, которые реагируют на ненормальные режимы и размыкают цепь катушки электромагнита.

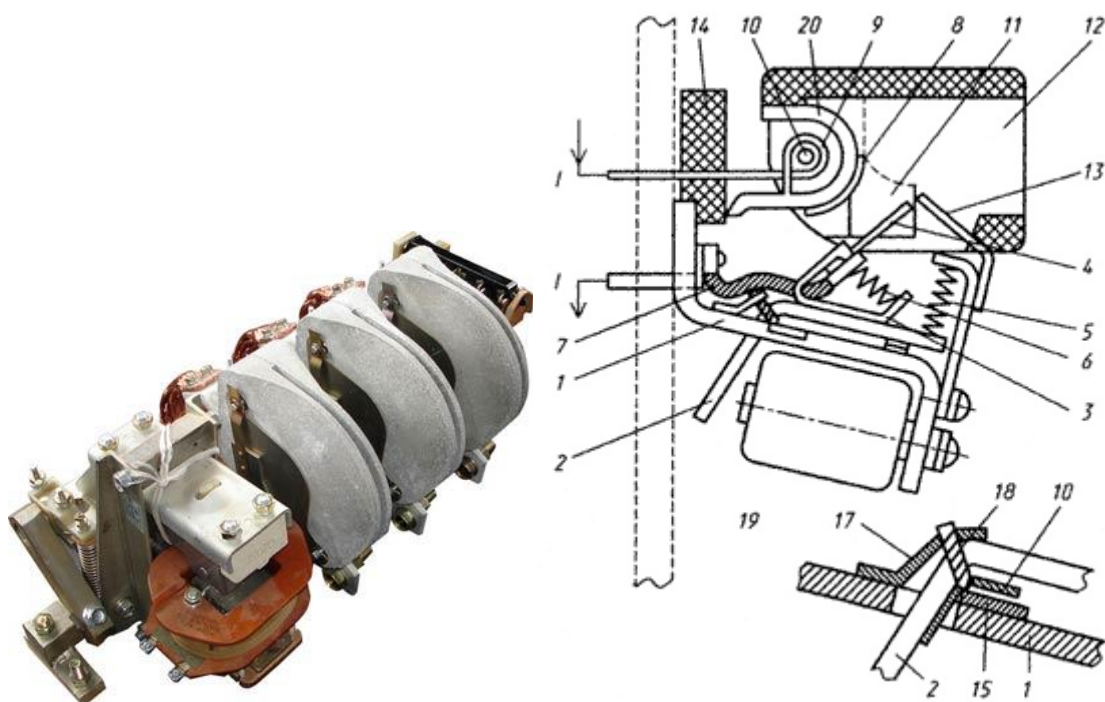


Рисунок 18 - Конструктивная схема контактора постоянного тока КПВ 600:

1 - стальная скоба-основание; 2 - якорь; 3 - скоба; 4 и 8 - подвижный и неподвижный контакты; 5 - возвратная пружина; 6 - контактная пружина; 7 - медная гибкая связь; 9 - катушка магнитного дутья (МД); 10 - сердечник системы МД; 11 - стальные полосы МД; 12 - дугогасительная камера; 13 и 20 - дугогасительные рога; 14 - изоляционное основание; 15 - вставка-призма вращения; 16 - сменная пластина; 17 - планка; 18 - пружина; 19 - включающая катушка; I - коммутируемый ток. Контакторы переменного и постоянного токов, как правило, имеют конструктивные отличия, поэтому обычно не взаимозаменяемы. Контакторы, как и другие электромагнитные аппараты, имеют магнитную систему, на которой расположена катушка управления. Подвижная часть магнитной системы (якорь) механически связан с группой подвижных контактов - силовых и вспомогательных (или блок-контактов). На рисунке 18 представлена конструкция контактора постоянного тока, а на рисунке 19 - контактора переменного тока. В контакторах не предусмотрены защиты, присущие автоматам и магнитным пускателям. Контакторы обеспечивают большое число включений и отключений (циклов) при дистанционном управлении ими. Число этих циклов для контакторов разной категории изменяются от 30 до 3600 в час. Контакторы выпускаются переменного (типа К и КТ) и постоянного (типа КП, КМ, КПД) токов. Контакторы имеют главные (силовые) контакты и вспомогательные или блок-контакты, предназначенные для организации цепей управления и блокировки. Главные контакты, как правило, снабжаются специальными дугогасительными устройствами.

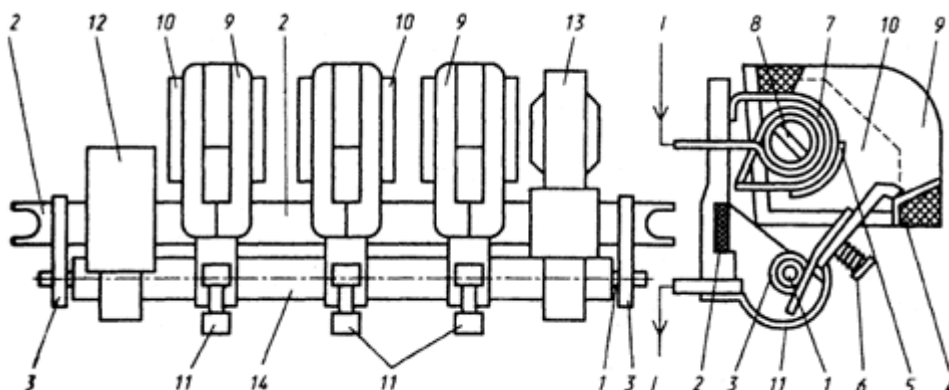


Рисунок 19 - Конструктивная схема контактора КТ6000:1 - вал; 2 - металлическая изолированная рейка; 3 - подшипники; 4 и 5 - подвижный и неподвижный контакты; 6 - контактная пружина; 7 - катушка магнитного дутья (МД); 8 - сердечник системы МД; 9 - дугогасительная камера; 10 - полосы системы МД; 11 - гибкая медная связь; 12 – узел вспомогательных контактов; 13 - электромагнит; 14 - изоляционный слой на металлическом валу; I - коммутируемый ток

Магнитный пускатель – это устройство, состоящее, как правило, из трехполюсного контактора, встроенных тепловых реле и вспомогательных контактов. Они предназначены для управления электродвигателями трехфазного тока мощностью до 75 кВт. Магнитные пускатели могут быть нереверсивными (рисунок 20) или реверсивными (рисунок 21). Главными составляющими любого магнитного пускателя является его электромагнитная система и система контактов, состоящая из групп подвижных и неподвижных контактов (*главные контакты*) и *блок-контактов*. Открутив винты и сняв крышку кожуха магнитного пускателя, можно увидеть его подвижные и неподвижные контакты. Подвижные контакты закреплены на одной изоляционной траверсе, с ней же связаны дополнительные контакты (блок-контакты), что обеспечивает одновременное замыкание или размыкание всех полюсов. Пускатели, предназначенные для коммутирования электрических цепей с большими токами, как правило, оснащены дугогасителями, располагаемыми в специальных дугогасительных камерах над главными контактами.

Принцип действия пускателя заключается в следующем: при включении пускателя по катушке проходит электрический ток, сердечник намагничивается и притягивает якорь, при этом главные контакты замыкаются, по главной цепи протекает ток. При отключении пускателя катушка обесточивается, под действием возвратной пружины якорь возвращается в исходное положение, главные контакты размыкаются. При отключении магнитного пускателя вследствие перебоев в электроснабжении размыкаются все его контакты, в том числе и вспомогательные. При появлении напряжения в сети пускатель не включается до тех пор, пока не будет нажата кнопка "Пуск". То же происходит, если напряжение в сети снижается до 50-60% номинального. Если электродвигатель включается рубильником, пакетным выключателем или контроллером, то при перебое в электроснабжении и остановке двигателя схема не нарушится, при восстановлении напряжения двигатель самопроизвольно включится в сеть. Такой самопроизвольный пуск двигателя может явиться причиной аварии или несчастного случая. При выборе магнитных пускателей прежде всего необходимо обращать внимание на наибольшую допустимую мощность электродвигателя, работой которого будет управлять пускатель. Если магнитный пускатель управляет работой двигателя большей мощности, чем указано в паспорте пускателя, то контактная система пускателя быстро выйдет из строя. Кроме того, необходимо обращать внимание на напряжение, указанное на втягивающей катушке. Если подать напряжение большее, чем номинальное напряжение катушки, то последняя сгорит при первом же включении магнитного пускателя. Магнитные пускатели переменного тока предназначены в основном для дистанционного управления асинхронными электродвигателями. Осуществляют также нулевую защиту, т.е. при исчезновении напряжения или его снижении на 40-60% от номинального магнитная система отпадает и силовые контакты размыкаются. В комплекте с тепловым реле пускатели выполняют также защиту электродвигателей от перегрузок и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз. Конструктивная и электрическая схемы пускателя ПА показаны на рисунке 4. При нажатии кнопки *Пуск* подается питание в катушку контактора К (5) через размыкающиеся контакты тепловых реле ТРП₁, ТРП₂ и кнопку *Стоп*. Пускатели выпускаются в открытом, защищенном и пылебрызгонепроницаемом исполнениях, с тепловыми реле и без них, бывают реверсивными и нереверсивными. Якорь электромагнита 6 притягивается к сердечнику 4, вращаясь вокруг оси О₁. При этом неподвижные контакты 2 замыкаются подвижным контактным мостиком 8. Нажатие в контактах обеспечивается пружиной 9. Одновременно замыкаются вспомогательные контакты БК (рисунок 42, а), которые шунтируют кнопку *Пуск*.

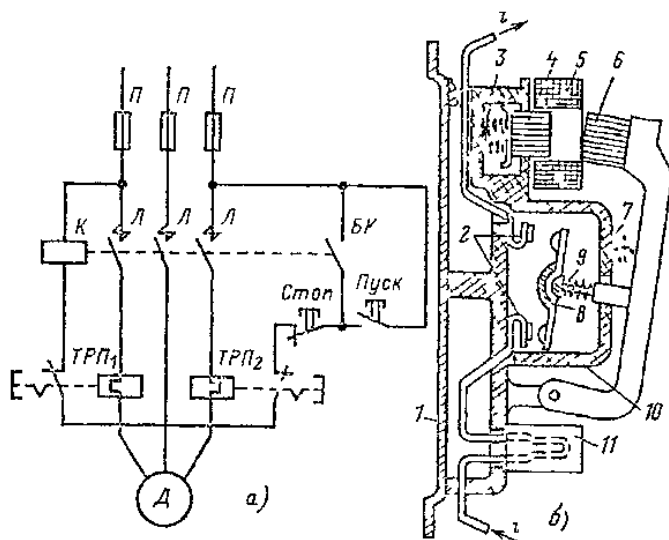


Рисунок 4 2 – Магнитный пускатель серии ПА

а) – электрическая схема

б) – конструктивная схема

При перегрузке электродвигателя срабатывают оба или одно тепловое реле 11, цепь катушки размыкается контактами ТРП₁ и ТРП₂. При этом якорь 6 больше не удерживается сердечником и под действием собственной массы и пружины 7 подвижная система переходит в отключенное положение, размыкая контакты. Двукратный разрыв в каждой фазе и закрытая камера 10 обеспечивают гашение дуги без специальных устройств. Точно так же происходит отключение пускателя при нажатии кнопки *Стоп*. Амортизирующая пружина 3 предохраняет подвижную часть от резких ударов при включении. Все детали пускателя крепятся на металлическом основании 1. Для защиты двигателя от КЗ в цепь включены предохранители П.

Схема реверсивного магнитного пускателя показана на рисунке 43.

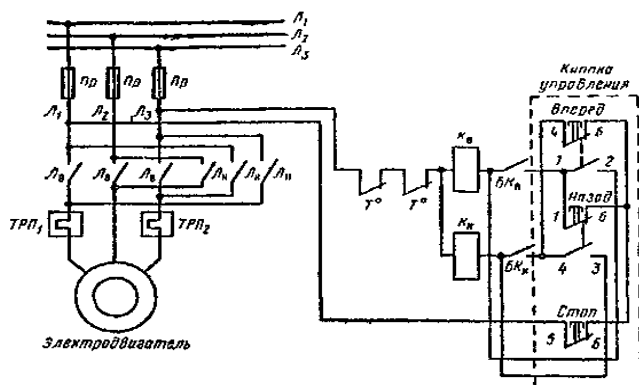


Рисунок 4 3 – Схема реверсивного магнитного пускателя

Кнопка управления *Вперед* имеет замыкающие контакты 1-2 и размыкающие контакты 4-6. Аналогичные контакты имеет кнопка пуска двигателя в обратном направлении *Назад*. Соответственно индекс «в» отнесен к элементам, участвующим при работе вперед, и индекс «н» - при работе назад. При пуске *Вперед* замыкаются контакты 1-2 этой кнопки и процесс протекает так же, как и у нереверсивного пускателя, с той лишь разницей, что цепь катушки К_в замыкается через размыкающие контакты 1-6 кнопки *Назад*. Одновременно размыкаются размыкающие контакты 4-6 кнопки *Вперед*, при этом разрывается цепь катушки К_н. При нажатии кнопки *Назад* вначале размыкаются контакты 1-6, обесточивается катушка К_в и отключается пускатель *Вперед*. Затем контактами 4-3 запускается электромагнит пускателя *Назад*. При одновременном нажатии кнопки *Вперед* и *Назад* ни один из пускателей не будет включен. Блок-контакты в настоящее время выпускаются в виде унифицированных блоков, которые могут устанавливаться в различных

пускателях. Корпус магнитного пускателя состоит из двух половин, соединенных винтами. Выкрутив эти винты, можно увидеть *магнитопровод*, состоящий из неподвижной его части - *сердечника*, закрепленного в основании нижней половины пускателя и подвижной - *якоря*, соединенный механически с контактной системой. Как видно из фото, на среднем стержне неподвижного сердечника расположена электромагнитная катушка, с помощью которой и осуществляется управление магнитным пускателем. При прохождении в ней электрического тока, возникает электромагнитное поле, притягивающее якорь к неподвижному сердечнику и осуществляющее замыкание главных и замыкание (размыкание) вспомогательных контактов.

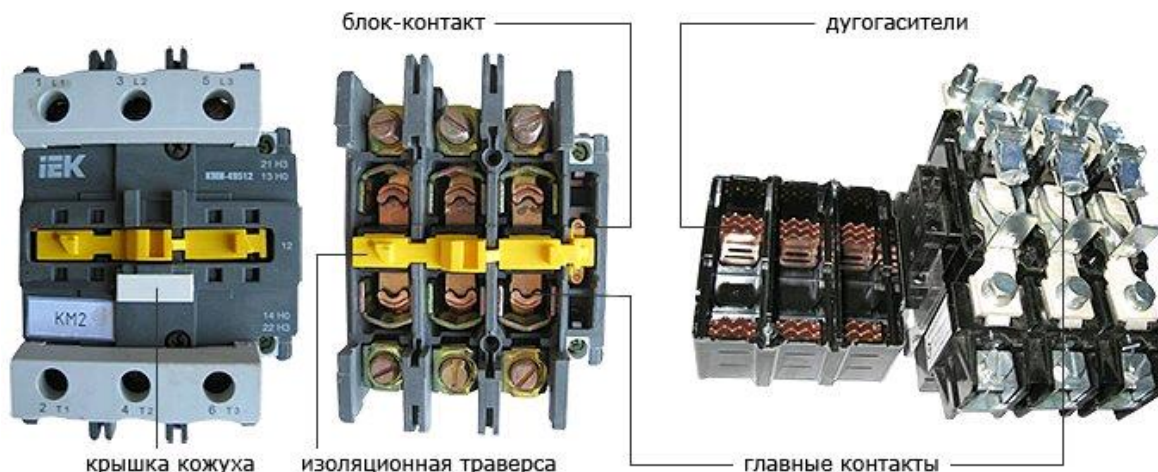


Рисунок 22 – Конструктивные элементы магнитного пускателя

При размыкании цепи катушки управления, отсутствие электромагнитной силы и действие возвратной пружины вызовет возврат якоря в исходное положение, что приведет к размыканию контактов магнитного пускателя. Рабочее напряжения катушки управления магнитного пускателя, обычно указывается на корпусе. Так стандартный ряд значений $U_{кат}$: 12, 24, 110, 220 и 380 В.



Рисунок 23 - Конструктивные элементы магнитного пускателя

Блок-контакты. Очень важная часть устройства магнитного пускателя. В отличие от главных силовых контактов, блок-контакты предназначены для коммутации цепи управления. Их замыкание и размыкание происходит одновременно с замыканием и размыканием главных контактов, т. к. они расположены на одной изоляционной траверсе. При срабатывании магнитного пускателя эти дополнительные контакты замыкают либо размыкают цепь катушки управления В зависимости от состояния контактов в нормальном положении (когда пускатель отключен, т. е., его катушка находится не под напряжением) различают блок-контакты NC и NO.



Рисунок 24 – Блок-контакты магнитного пускателя

Первые (NC - NormalClose) - нормально закрытые, в нормальном положении пускателя замкнуты, вторые (NO - NormalClose) - наоборот, разомкнуты в нормальном положении и замыкаются при срабатывании магнитного пускателя. На фото справа показаны блок-контакты NC и NO, находящиеся в одном корпусе.

Тепловое реле. Наличие этого устройства в магнитном пускателе, позволяет реализовать защиту электродвигателей от перегрузок по току недопустимой длительности. Они состоят из биметаллических пластин, отдельных для каждого полюса ("фазы"), системы рычагов, спусковой механизм и NC-контакта.

Принцип действия теплового реле, вкратце можно описать следующим образом: ток, превышающий номинальный, проходя через биметаллические пластины вызывает их нагревание, отчего пластины деформируются и выгибаясь, воздействуют на систему рычагов реле, приводя в свою очередь, в действие систему рычагов, которая и размыкает NC-контакт.

Размыкаемый нормально закрытый контакт включается в цепь электромагнитной катушки последовательно и при его размыкании размыкается цепь управления. Происходит возврат якоря с силовыми контактами в исходное положение, таким образом, двигатель обесточивается, что и уберезет от преждевременного выхода его из строя.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией, принципом работы и компоновкой основных узлов МП. Составить эскиз кинематических связей подвижных элементов контактов, входящих в

Состав реверсивного МП.

2 Используя одну из двух двухкнопочных станций (рис. 7а), собрать схему управления нереверсивного двигателя (рис. 6), и опробовать ее в работе (рис. 6).

3 Определить величину тока, потребляемого обмоткой контактора, рассчитать потребляемую мощность.

4 Ознакомившись с принципом работы нереверсивной схемы управления работой двигателя, самостоятельно разработать и собрать многопостовую схему управления работой двигателя, используя две двухкнопочные станции. Проверить ее в работе.

5 Используя трехкнопочную станцию управления (рис. 1.2, б), собрать реверсивную схему управления работой двигателя (рис. 1.3). Опробовать ее в работе. Объяснить работу электрической блокировки, предотвращающей одновременное срабатывание двух контакторов МП.

Примечание: изменение направления вращения двигателя производить только после полной его остановки.

6 Ознакомиться с конструкцией и принципом работы контакторов.

7 Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1 Устройство и принцип работы магнитных пускателей и контакторов.

2 Как осуществляется защита потребителя от перегрузок и коротких замыканий с помощью магнитных пускателей и контакторов?

3. Объясните принцип работы реверсивной и нереверсивной схемы управления МП.

4. Принцип работы электрической блокировки от одновременного срабатывания двух контакторов МП.

5 Способы гашения дуги в магнитных пускателях и контакторов.

6 Выбор магнитных пускателей и контакторов.

7 Поясните принцип действия контакторов.

Практическое занятие 16

Тема: Изучение конструкции и выбор предохранителей

Цель: изучение конструкций и принципа действия основных типов предохранителей до 1000 В и выше 1000 В.

Краткие теоретические сведения

Плавкий предохранитель представляет собой однополюсный коммутационный аппарат, предназначенный для защиты электрических цепей от сверхтоков (токи перегрузки и токи КЗ). Действие его основано на плавлении током металлической вставки небольшого сечения и гашении образовавшейся дуги. В защищаемую цепь предохранитель включается последовательно.

Достоинства предохранителей:

- а) простота устройства и низкая стоимость;
- б) быстрое отключение цепи при КЗ;
- в) способность некоторых предохранителей ограничивать ток КЗ.

Основными параметрами предохранителей являются номинальные значения напряжения и токов. Номинальный ток предохранителя должен соответствовать наибольшему току плавкой вставки, которая может быть в нем установлена.

Под номинальным током предохранителя следует понимать ток, на который рассчитаны его токоведущие части, а под номинальным током плавкой вставки - ток, на который рассчитана сама вставка. Он может отличаться от номинального тока предохранителя. Номинальный

Ток предохранителя равен наибольшему из номинальных токов плавких вставок, предназначенных для данной конструкции предохранителя. Протекание тока, превышающего наименьший испытательный ток, приводит к перегоранию плавкой вставки.

Наименьший испытательный ток превышает ток плавкой вставки в 1,3...1,5 раза.

По характерным признакам предохранители делятся:

- 1) по способности ограничивать ток при отключении – на токоограничивающие и не токоограничивающие;
- 2) по способу гашения дуги - на обеспечивающие гашение дуги за счет ее тесного соприкосновения с мелкозернистым наполнителем и на обеспечивающие гашение дуги за счет генерирования газов при воздействии дуги на твердый материал корпуса и последующего выхлопа этих газов;
- 3) по диапазону токов отключения:
 - класс 1 - от одночасового тока плавления до номинального тока отключения (предохранители общего значения);
 - класс 2 - от нормированного тока отключения, превышающего одночасовой ток плавления, до номинального тока отключения (предохранители для работы совместно с коммутационными аппаратами).

При токах, превышающих ток срабатывания предохранителя, плавкая вставка должна перегореть в кратчайшее время. Чтобы достигнуть резкого сокращения времени плавления вставки с увеличением тока, применяют следующие способы:

- 1) придают плавкой вставке специальную форму (выполняют в виде пластинки с вырезами, уменьшающими ее сечение на отдельных участках);
- 2) используют металлургический эффект (напаивают небольшие оловянные шарики на плавкую вставку, выполненную в виде проволоки).

Рассмотренные способы ускорения перегорания вставки при токах перегрузки и КЗ приводят к существенному достоинству плавких предохранителей - токоограничивающему действию. Плавкая вставка перегорает значительно раньше, чем ток цепи при КЗ успевает достигнуть установившегося

значения (штриховая линия). Таким образом, величина тока КЗ ограничивается в $2 \div 5$ раз и тем самым снижается разрушительное действие электродинамических сил.

Наибольший ток, который предохранитель может отключить без каких-либо повреждений или деформаций, препятствующий его дальнейшей работе вставки, называют предельным током отключения предохранителя.

Предохранители до 1000 В

В установке переменного и постоянного тока с напряжением до 1 кВ плавкие предохранители применяют для защиты линий, электродвигателей и других приемников электроэнергии от действия токов КЗ и перегрузки.

Предохранители с закрытыми разборными патронами типа ПР-2 изготавливаются на номинальные токи $15 \div 1000$ А. Предельный ток отключения зависит от номинального тока предохранителя и лежит в пределах 1,2 - 1,5 кА.

Плавкая вставка 2 (Рисунок 4) изготавливается из цинка путем штамповки.

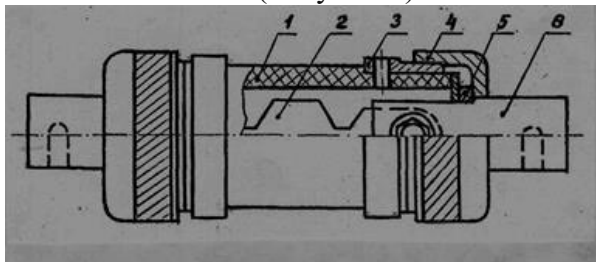


Рисунок 4. – Конструкция предохранителя типа ПР-2

Применение легкоплавкого металла - цинка, стойкого против коррозии, и фигурная форма плавкой вставки позволяют получить благоприятную защитную характеристику. Патрон предохранителя ПР-2 выполнен из толстостенной фибровой трубки 1, на которой с обеих сторон плотно насажены латунные втулки 3, предотвращающие разрыв трубки. На втулки навинчиваются колпачки 4, которые закрепляют плавкую вставку 2, привинченную к контактным ножам 6, до установки ее в патрон. Для предотвращения поворота контактных ножей предусмотрена шайба 5, имеющая паз для контактного ножа. После перегорания плавкой вставки возникает дуга, под действием которой фибра выделяет газ, содержащий около 40 % водорода. Происходит диссоциация молекул водорода с поглощением тепла. Температура дуги снижается, что приводит к усилению процесса деионизации дугового пространства и погашению дуги. Кроме снижения температуры повышается до нескольких атмосфер давление газа в патроне. Высокое давление способствует сужению, деионизации и гашению дуги. При коротких замыканиях суженный участок плавкой вставки начинает плавиться раньше, чем ток короткого замыкания достигнет своего установившегося значения в цепи постоянного тока или ударного тока в цепи переменного тока (рисунок 5). Величина тока короткого замыкания в цепи при этом ограничивается в несколько раз.

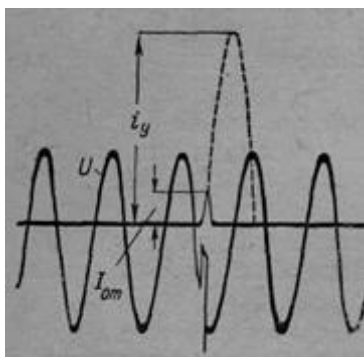


Рисунок 5.- Осциллограмма отключения тока КЗ предохранителем

Такие предохранители называются токоограничивающими. Цепи, защищенные токоограничивающими предохранителями, обычно не проверяют на термическое и динамическое

действие токов короткого замыкания. Достоинством предохранителей ПР-2 является простота их перезарядки, недостатком - несколько большие размеры, чем у насыпных предохранителей типа ПН-2

Предохранители серии ПН-2(рис. 5) предназначены для защиты силовых цепей до 500 В переменного тока и 440 В постоянного тока, выполняются на номинальные токи 100, 250, 400 и 630 А, обладают токоограничивающим действием и высокой разрывной способностью. Корпус 1 представляет собой глазурованную квадратную снаружи, круглую внутри фарфоровую трубку с четырьмя резьбовыми отверстиями с каждого торца. В трубку введен узел с плавкой вставкой 2, приваренной электроконтактной точечной сваркой к шайбам врубных контактных выводов 3. Контактный узел с каждого торца трубки крепится к крышке 4 винтами. Крышка с асбестовыми прокладками 5 привинчивается к корпусу и герметически закрывает его.

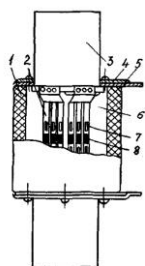


Рис. 5. Предохранитель серии ПН-2

Внутренняя полость трубки наполняется чистым и сухим кварцевым песком 6, полностью охватывающим рабочую длину вставки. Применяется песок с содержанием кварца не менее 98 %, с диаметром зерен $0,2 \div 0,3$ мм, обработанный двухпроцентным раствором соляной кислоты, промытый и прокаленный при температуре $120 \div 180$ °С. Герметизация корпуса предохраняет песок от увлажнения. Плавкая вставка выполняется из одной или нескольких медных ленточек толщиной $0,15 \div 0,35$ мм и шириной до 4 мм с просечками 7, уменьшающими на длине не менее 6 мм сечение вставки в два раза. Применение тонких параллельных ленточек позволяет снизить сечение плавкой вставки для данного номинального тока, а, следовательно, и количество паров металла в дуге. Последнее обстоятельство облегчает гашение дуги. Возникновение нескольких дуг в параллельных каналах позволяет участвовать в рассеянии энергии дуги большему объёму наполнителя, чем также облегчается гашение дуги.

Предохранитель серии ПК (рис. 6) состоит из контактных стоек 1, укрепленных через соответствующие изоляторы 2 на стальном основании 3, и патрона 4. Патрон состоит из изоляционного корпуса 8, армированного по концам латунными колпаками 13 и закрытого герметично с обеих сторон крышками 5. Внутри патрона размещаются плавкие вставки 7. Весь объём заполнен кварцевым песком 6. Перегорание предохранителя сигнализируется якорем 14, который после перегорания удерживающей его стальной указательной вставки 11 выталкивается пружиной 12.

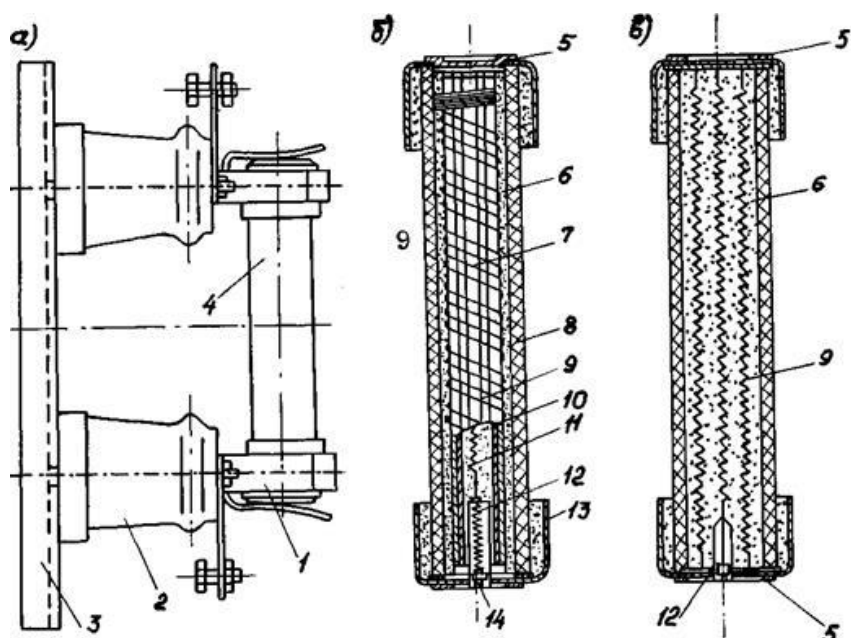


Рис. 6. Предохранители серии ПК: а – общий вид; б – патрон плавкой вставкой на керамическом сердечнике; в – патрон со спиральной плавкой вставкой

На малые токи плавкая вставка выполняется в виде намотки из тонких проволок 9 на керамическом сердечнике 10. На большие токи плавкие вставки выполняются в виде отдельных спирально свитых проволок 9 (рис. 6). Проволоки медные, посеребрённые либо константановые. Такая форма вставок обусловлена стремлением разместить достаточно длинную вставку в патроне ограниченной длины. Для снижения температуры предохранителя при небольших перегрузках на места скрутки плавких вставок напаяны оловянные шарики. Для ограничения перенапряжений при токах 7,5 А и ниже вставки имеют переменное сечение. Разное время перегорания отдельных участков приводит к снижению перенапряжений при отключении.

Предохранители стреляющие серии ПСН-35 предназначены для наружной установки в сетях напряжением 35 кВ и выше. В корпусе патрона 1 (рис. 7) установлены трубки из винипласта 2 и 3, соединённые между собой стальным корпусом 4 с предохранительным клапаном 6. Гибкий проводник 7 с наконечником 8 находится в натянутом положении за счёт пружины контактного ножа и удерживается в этом положении плавкой вставкой 5. При перегорании плавкой вставки контактный нож освобождается и, откидываясь под действием пружины, вытягивает за собой гибкий проводник. Выбросу гибкого проводника способствуют газы, образующиеся при разложении винипластовой трубки электрической дугой. Дуга тянется за гибким проводником и гасится потоком газа, вытекающего из отверстия трубки. После отключения между ножом и концом трубки образуется воздушный промежуток, обеспечивающий нужный уровень изоляции отключенной цепи. Время горения дуги в таком предохранителе существенно зависит от отключаемого тока, возрастая от 0,04 с при больших отключаемых токах, которые для стреляющих предохранителей находятся на уровне 3÷5 кА, до 0,3 с при отключаемых токах в сотни ампер.

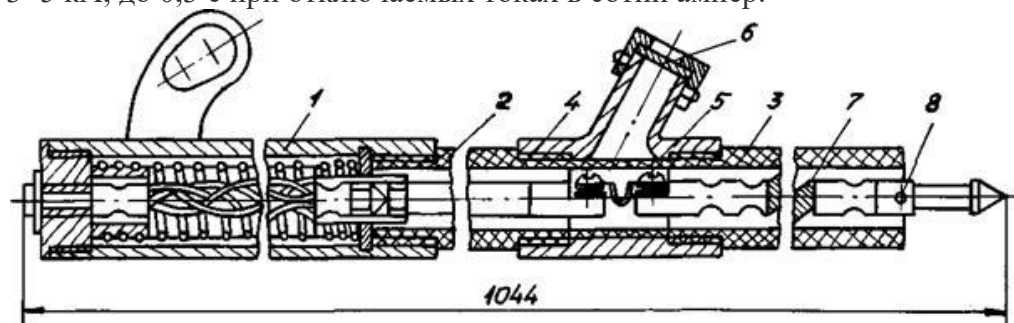


Рис. 7. Стреляющий предохранитель ПСН-35

Плавкая вставка состоит из нихромовой проволоки-держателя, воспринимающего механическую нагрузку откидывающегося ножа, и медных проволок или пластинок, количество и сечение которых устанавливается в зависимости от номинального тока вставки.

Порядок выполнения работы

1 Изучить конструкцию и принцип действия предохранителей до 1000 В и выше 1000 В (рис. 2.1-2.4).

2 Заполнить таблицу:

Таблица 2.1

Тип	Конструктивные особенности предохранителя	Принцип действия предохранителя
Предохранители до 1000 В		
ПР-2		
ПН-2		
Предохранители выше 1000 В		
ПК-10		
ПСН-35		

3 Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1 Для чего предназначены предохранители?

2 Достоинства предохранителей.

3 Основные параметры предохранителей.

4 Классификация предохранителей.

5 В чем отличие в конструкции предохранителей до и выше 1000В?

6 Как осуществляется выбор предохранителей?

Критерии оценки практических заданий:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

Отчет по проделанной работе является техническим документом, и поэтому должен быть оформлен в соответствии со стандартом предприятия по оформлению учебной документации курсовых и дипломных проектов и отвечать следующим требованиям: - отчеты по практическим занятиям оформляются на отдельных тетрадных листах в клетку (формат А-4). Пример выполнения титульного листа для папки с отчетами занятий представлен в приложении А, пример выполнения первого листа с основной надписью представлен в приложении Б, пример выполнения второго и последующих листов отчета представлен в приложении В. - графическая часть работы (графики, схемы) оформляются карандашом. Наклейка сканированных рисунков не допускается; - обнаруженные опечатки, опiski и графические неточности в незначительном количестве допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской; - отчет пишется от руки черными, синими или фиолетовыми чернилами. Высота букв и цифр должна быть не менее 2.5 мм; - расстояние от боковой внутренней рамки до границ текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней внутренней рамки документа должно быть не менее 10 мм. Абзацы в тексте начинаются отступом, равным 15-17 мм.

Приложение А Пример выполнения титульного листа для отчетов по практическим занятиям

ОТЧЕТ

по практическим занятиям профессионального модуля

ПМ.03 Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей.

Выполнил студент группы	_____	_____
	подпись	фамилия, инициалы

Проверил преподаватель	_____	_____
	подпись	фамилия, инициалы

Нижнекамск, 202__ г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РТ
ГАПОУ «НИЖНЕКАМСКИЙ МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по НМР

_____ В.П. Кузиева

«_____» _____ 202_г.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УПР

_____ Р.М. Сабитов

«_____» _____ 202_г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к самостоятельным работам

ПМ.03 Монтаж распределительных устройств и вторичных цепей

Профессия СПО 08.01.18

«Электромонтажник электрических сетей и
электрооборудования»

на базе основного общего образования

Форма обучения - очная

Срок обучения –2 года 10месяцев

Квалификация:

-Электромонтажник по освещению и осветительным сетям;

-Электромонтажник по распределительным устройствам и
вторичным цепям.

Нижнекамск, 202____г.

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении самостоятельной работы по профессии **08.01.18 Электромонтажник электрических сетей и электрооборудования**

Организация-разработчик:

ГАПОУ «Нижекамский многопрофильный колледж»

Разработчики:

Зинкин А.В. – преподаватель дисциплин профессионального цикла, первой квалификационной категории.

Рассмотрена и рекомендована на заседании методической цикловой комиссии ГАПОУ «Нижекамский многопрофильный колледж».

Председатель методической цикловой комиссии

_____ **Г.З.Малых**

Протокол заседания МЦК № ____ от « ____ » _____ 202__ г.

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся самостоятельно овладеть профессиональными знаниями и умениями, опытом творческой деятельности при решении проблем учебного и профессионального уровня и направлены на формирование следующих компетенций:

Перечень профессиональных компетенций.

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ПК.3.1.	Производить подготовительные работы
ПК.3.2.	Выполнять различные типы соединительных электропроводок.
ПК.3.3.	Устанавливать и подключать распределительные устройства.
ПК.3.4.	Устанавливать и подключать приборы и аппараты вторичных цепей.
ПК.3.5.	Проверять качество надёжность монтажа распределительных устройств и ных цепей.
ПК.3.6.	Производить ремонт распределительных устройств и вторичных цепей

Код	Наименование общих компетенций
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
ОК 02.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 04.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 06.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК 07.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 09.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Использовать профессиональную документацию на государственном и иностранном языках.
ОК 11	Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

В результате выполнения самостоятельных работ по междисциплинарному курсу обучающиеся должны:

иметь практический опыт: выполнения внутри- и межблочных соединительных электропроводок различных типов; участия в установке и подключении щитов, шкафов, ящиков, вводных и осветительных коробок для шинопроводов и другого аналогичного оборудования; установки и подключения приборов и аппаратов дистанционного, автоматического управления, устройств сигнализации, релейной защиты и автоматики, электроизмерительных приборов, приборов и аппаратов регулирования и контроля; участия в приемо-сдаточных испытаниях монтажа вторичных устройств, измерении параметров и оценке качества монтажа работ и надежности контактных соединений; демонтажа и несложного ремонта распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей;

уметь: использовать техническую документацию на подготовку и производство электромонтажных работ; производить работы по монтажу электропроводок вторичных цепей различными способами;

пользоваться проектной документацией составлять простые электрические принципиальные и монтажные схемы; использовать промышленные методы монтажа вторичных цепей; пользоваться инструментом для электромонтажных работ; использовать при монтаже электрические принципиальные и монтажные схемы, другую проектную документацию; использовать при монтаже инструменты, механизмы и приспособления; производить настройку и регулировку устройств защиты и автоматики; оценивать качество электромонтажных работ и надежность контактных соединений; производить приемо-сдаточные испытания монтажа вторичных цепей и распределительных устройств; пользоваться приборами для измерения параметров электрических цепей; устанавливать причину неисправности распределительных устройств и вторичных цепей; производить демонтаж неисправных участков цепей, оборудования, приборов и аппаратов; производить несложный ремонт элементов распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей; пользоваться при ремонте электрическими принципиальными и монтажными схемами;

знать: состав и содержание технической документации на производство электромонтажных работ; типы проводов и кабелей, используемых при монтаже вторичных цепей, технологию выполнения монтажа электропроводок вторичных цепей различными способами; требования к выполнению монтажа вторичных цепей; типы и конструкцию, технологию монтажа распределительных устройств, техническую документацию для производства электромонтажных работ; условные обозначения элементов вторичных цепей на электрических принципиальных и монтажных схемах; общие требования к установке приборов и аппаратов вторичных цепей; типы, устройство и принцип действия приборов и аппаратов вторичных цепей, технологию монтажа приборов и аппаратов вторичных цепей; методику настройки и регулировки устройств защиты и автоматики; критерии оценки качества электромонтажных работ; порядок сдачи-приемки распределительных устройств и вторичных цепей; объем и нормы приемо-сдаточных испытаний; состав и оформление приемо-сдаточных документов; типовые неисправности электрических проводок, распределительных устройств, приборов и аппаратов вторичных цепей; методы обнаружения неисправных приборов и аппаратов; типы и методику применения контрольно-измерительных приборов; правила чтения электрических принципиальных и монтажных схем; правила техники безопасности при монтаже распределительных устройств и вторичных цепей

Перечень видов самостоятельной работы

№ темы		Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Форма контроля
Тема 3.1 Устройства для приема и распределения электрической энергии	№ 1	Измерение сопротивления изоляции мегаомметром М1101	2	Просмотр работы, оценка
	№ 2	Ревизия магнитных пускателей.	2	Просмотр работы, оценка
Тема 3.5 Релейная защита	№ 3	Выбор аппаратов защиты.	2	Просмотр работы, оценка
Тема 3.6 Комплектные трансформаторные подстанции	№ 4	Монтаж распределительных устройств в две стадии.	2	Просмотр работы, оценка
	№ 5	Конструкция рубильников и переключателей.	2	Просмотр работы, оценка

Общие рекомендации по выполнению внеаудиторных самостоятельных работ

- 1) Внимательно выслушайте или прочитайте тему и цели самостоятельной работы.
- 2) Обсудите текст задания с преподавателем и группой, задавайте вопросы – нельзя оставлять невыясненными или непонятыми ни одного слова или вопроса.
- 3) Внимательно прослушайте рекомендации преподавателя по выполнению самостоятельной работы.
- 4) Ознакомьтесь с графиком самостоятельных работ обучающихся по МДК, если требуется, уточните время, отводимое на выполнение задания, сроки сдачи и форму отчета у преподавателя.
- 5) Внимательно изучите методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы («методичку»).
- 6) Ознакомьтесь со списком литературы и источников по заданной теме самостоятельной работы.
- 7) Прочтите памятку по поиску информации в сети Интернет (приложение 1)
- 8) Повторите весь теоретический материал по конспектам и другим источникам, предшествовавший самостоятельной работе, ответьте на вопросы самоконтроля по изученному материалу.
- 9) Подготовьте все необходимое для выполнения задания, рационально (удобно и правильно) расположите на рабочем месте.
- 10) Продумайте ход выполнения работы, составьте план, если это необходимо.
- 11) Если вы делаете сообщение или доклад, то обязательно прочтите текст медленно вслух, обращая особое внимание на произношение новых терминов и стараясь запомнить информацию.
- 12) Если ваша работа связана с использованием ИКТ, проверьте наличие и работоспособность программного обеспечения, необходимого для выполнения задания.
- 13) Если при выполнении самостоятельной работы применяется групповое или коллективное выполнение задания, старайтесь поддерживать в коллективе нормальный психологический климат, грамотно распределить роли и обязанности. Вместе проводите анализ и самоконтроль организации самостоятельной работы микрогруппы.
- 14) В процессе выполнения самостоятельной работы обращайтесь за консультациями к преподавателю, чтобы вовремя скорректировать свою деятельность, проверить правильность выполнения задания.
- 15) По окончании выполнения самостоятельной работы составьте письменный или устный отчет в соответствии с теми методическими указаниями по оформлению отчета, которые вы получили от преподавателя или в методических указаниях.
- 16) Сдайте готовую работу преподавателю для проверки точно в срок.
- 17) Участвуйте в обсуждении и оценке полученных результатов самостоятельной работы (общегрупповом или в микрогруппах).
- 18) Участвуйте в обсуждении полученных результатов работы.

Самостоятельная работа № 1

Тема: Измерение сопротивления изоляции мегаомметром М1101

Цель работы: расширение, углубление, систематизация профессиональных знаний; формирование умений самостоятельно интерпретировать, анализировать, обобщать и структурировать информацию по заданной теме в форме таблицы

Задание: Изучить теоретический материал. Составить конспект.

Измерение сопротивления изоляции мегаомметром М1101 На судах для измерения сопротивления изоляции обесточенного СЭО применяют специальные электроизмерительные приборы - переносные мегаомметры типов М1101, М1102, БМ-1 и БМ-2. Принцип действия этих приборов заключается в искусственном создании и последующем измерении тока утечки, значение которого зависит от сопротивления изоляции. Поэтому мегаомметры имеют источник утечки (источник питания) и измерительное устройство со шкалой, проградуированной в килоомах или мегаомах. Индукторный мегаомметр типа М1101 изображен на рис. 6.7

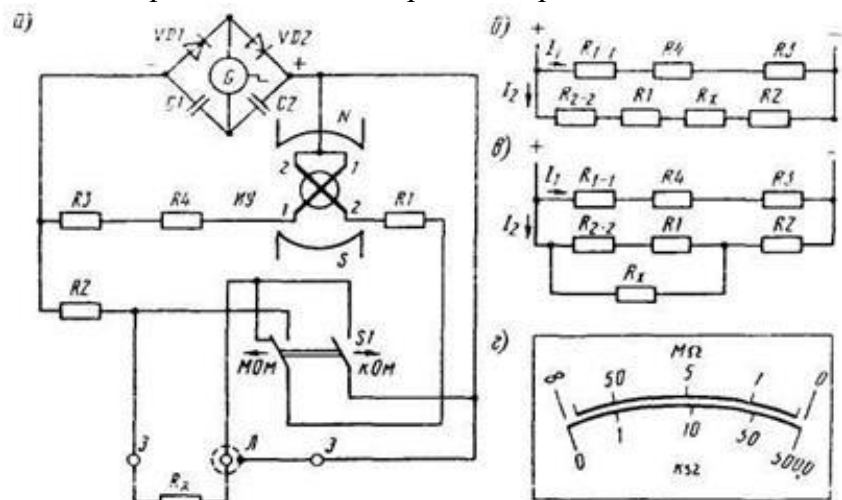


Рис. 6.7. Индукторный мегаомметр М1101:

а - принципиальная схема; б, в - схемы замещения при измерении сопротивления изоляции в положениях соответственно "МОм" и "КОм"; г - шкала Индукторный мегаомметр типа М1101 (рис. 6.7, а) снабжен встроенным генератором (индуктором) переменного тока G с ручным приводом. Напряжение генератора, выпрямляемое несимметричной мостовой схемой на диодах $VD1$, $VD2$, конденсаторах $C1$, $C2$, подается на измерительное устройство ИУ логометрического типа с рабочей 1-1 и противодействующей 2-2 рамками. Обе рамки и укрепленная с ними на одной оси стрелка образуют подвижную систему, поворачивающуюся внутри поля постоянного магнита $N-S$. Вращающиеся моменты обеих рамок направлены противоположно, причем по часовой стрелке у противодействующей рамки. На лицевой части прибора имеются зажимы $З$ (земля), $Л$ (линия), $Э$ (экран) и переключатель $S1$ с двумя положениями: «МОм» и «КОм». Провод, идущий изнутри прибора к зажиму $Л$, экранирован, причем экранирующая оболочка соединена с зажимом $Э$. На схеме переключатель $S1$ находится в положении «МОм». При вращении рукоятки генератора G образуются 2 параллельные ветви (рис. 6.7, б) с токами $I = U / (R + R + R)$ и $I = U / (R + R + R + R)$ (6.19), где R и R - сопротивления соответственно измерительной и противодействующей рамок. В ветви с током I сопротивления R и R соединены последовательно. Из соотношений, приведенных для токов I и I , следует, что с уменьшением R ток I не изменяется, а ток I увеличивается. Поэтому угол поворота подвижной части прибора $\alpha = k I / I$ увеличивается и при $R = 0$ становится наибольшим, а стрелка прибора устанавливается в крайнее правое положение напротив отметки "0" верхней шкалы (рис. 6.7, г). Если переключатель $S1$ перевести в положение «КОм», измеряемое сопротивление R относительно участка цепи с измерительной рамкой 2-2 подключается параллельно (рис. 6.7, в) и при $R = 0$ замыкает рамку накоротко. Вращающий момент измерительной рамки уменьшается до нуля, стрелка прибора под действием вращающего момента рабочей рамки поворачивается против часовой стрелки и устанавливается напротив отметки "0" нижней шкалы.

Самостоятельная работа № 2

Тема: Ревизия магнитных пускателей

Цель работы: расширение и углубление, систематизация профессиональных знаний; формирование умений самостоятельно интерпретировать, анализировать, обобщать и структурировать информацию по заданной теме в форме таблицы

Задание. Изучить теоретический материал. Составить конспект.

Ревизия магнитных пускателей Магнитные пускатели, как это следует из названия, задумывались как коммутационное устройство для пуска электродвигателей. Поэтому и количество силовых полюсов у этих аппаратов почти всегда равно трем – по числу фаз сети. Пускатели зачастую комплектуются тепловыми реле перегрузки и корпусом с кнопками «пуск» и «стоп». Но пускатель получился очень удобной и функциональной вещью. Широкий спектр номинальных токов, малые габариты и возможность автономной установки вне всякого распределительного устройства или защита привели к тому, что магнитные пускатели стали широко применять в быту для включения в сеть различных мощных электроприемников, например, нагревательных котлов. Как и любое другое электротехническое устройство, магнитный пускатель периодически тоже нуждается в ремонте и техническом обслуживании.

Как устроен магнитный пускатель? В общем случае, это, как минимум, катушка из тонкого провода в лаковой изоляции, размещенная в одном пластиковом корпусе с контактами. Контакты, как это водится, делятся на подвижные, соединенные механически с подпружиненным сердечником катушки, и неподвижные, стационарно размещенные в верхней части корпуса. При этом для пускателей, рассчитанных на ток от 20 ампер можно явно различить силовые пары контактов в количестве три пары, и пары контактов вспомогательных цепей управления, рассчитанных на слабые токи. Количество слаботочных контактов практически неограниченно, тем более, что для многих пускателей возможно приобрести дополнительные контактные приставки, позволяющие собирать на пускателях очень сложные схемы. Подобная конструкция обеспечивает пускателью не особенно высокую степень защиты от внешних воздействий – на уровне IP00-IP30. При необходимости добиться большей степени защиты придется воспользоваться пускателями в дополнительном защитном кожухе, зачастую оборудованном собственными кнопками для пуска, останова и возврата теплового реле при наличии такового.

Магнитные пускатели

Устройства, которые предназначены (основное их назначение) для автоматического включения и отключения трехфазных электрических двигателей от сети, а также их реверсирования называют магнитными пускателями. Как правило, они используются для управления асинхронными электродвигателями с напряжением питания до 600 В. Пускатели могут быть реверсивные и не реверсивные. Кроме того, в них довольно часто встраивается тепловое реле для защиты электрических машин от перегрузки по току в длительном режиме. Магнитные пускатели могут выпускаться в различных исполнениях:

Реверсивные и нереверсивные;

- Защищенного типа – устанавливаются в помещениях, где в окружающей среде не содержится большого количества пыли;
- Пыленепроницаемые – устанавливаются в местах, где они не будут подвергаться прямому воздействию на них солнца, дождя, снега (при наружном размещении располагаются под навесом);
- Открытого типа – предназначены для установки в местах, защищенных от попаданий посторонних предметов а также пыли (шкафы электрические и прочее оборудование)

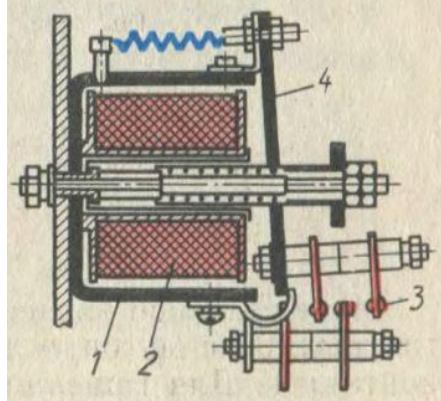


Устройство магнитного пускателя

Устройство магнитного пускателя довольно простое. Он состоит из сердечника, на котором помещена втягивающая катушка, якоря, пластмассового корпуса, механических индикаторов включения, а также основных и вспомогательных блок – контактов.

Принцип работы магнитного пускателя

Давайте рассмотрим на примере, показанном ниже:



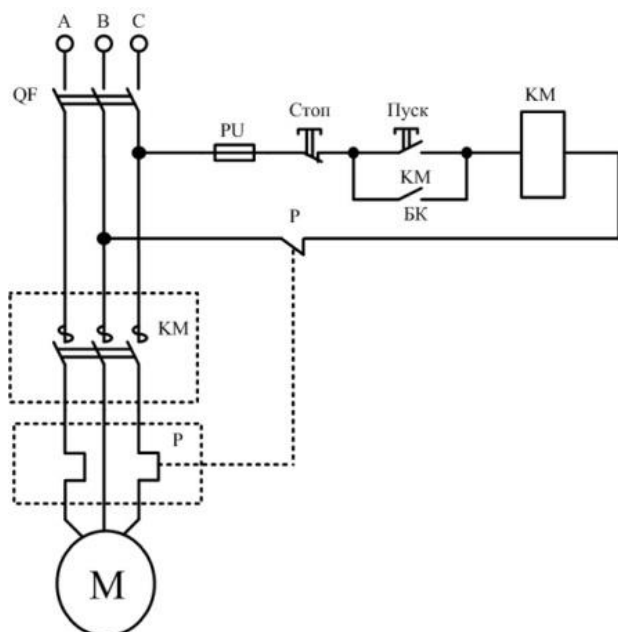
При подаче напряжения на катушку пускателя 2, протекающий в ней ток притянет якорь 4 к сердечнику 1, следствием чего станет замыкание силовых контактов 3, а также замыкание (или размыкание в зависимости от исполнения) вспомогательных блок контактов, которые в свою очередь, сигнализируют в систему управления о включении или отключении устройства. При снятии напряжения с катушки магнитного пускателя под действием возвратной пружины контакты разомкнутся, то есть вернутся в свое начальное положение.

Принцип работы реверсивных магнитных пускателей такой же как и не реверсивных. Отличие заключается в чередовании фаз, которые подключает к пускателям (А – В – С одно устройство, С – В – А другое устройство). Это условие необходимо для выполнения реверса двигателя переменного тока. Также при реверсивном включении магнитных пускателей предусматривается блокировка одновременного включения устройств, чтоб избежать короткого замыкания.



Схемы включения магнитных пускателей

Одна из простейших схем подключения магнитного пускателя показана ниже



Принцип работы данной схемы довольно прост: при замыкании автоматического выключателя QF собирается схема питания катушки магнитного пускателя. Предохранитель PU обеспечивает защиту схемы управления от коротких замыканий. При нормальных условиях контакт тепловых реле Р замкнут. Итак, для запуска асинхронника нажимаем кнопку «Пуск», цепь замыкается, через катушку магнитного пускателя КМ начинает протекать ток, сердечник втягивается, тем самым замыкая силовые контакты КМ, а также блок контакт БК. Блок контакт БК нужен для того, чтоб замкнуть цепь управления, поскольку кнопка после того как ее отпустят, вернется в исходное положение. Для остановки этой электродвигателя достаточно нажать кнопку «Стоп», которая разберет схему управления.

При длительном токе перегрузке сработает тепловой датчик Р, который разомкнет контакт Р, и это тоже приведет к остановке машины.

При схеме включения приведенной выше следует учесть напряжение номинальное катушки. Если напряжение катушки 220 В, а двигателя (при соединении в звезду) 380 В, то данную схему употреблять нельзя, а можно применить с нейтральным проводником, а если в обмотки двигателя соединены треугольником (220 В), то данная система вполне жизнеспособна.

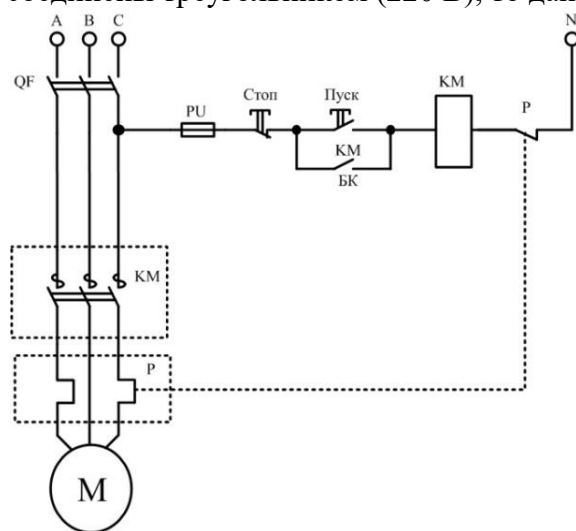
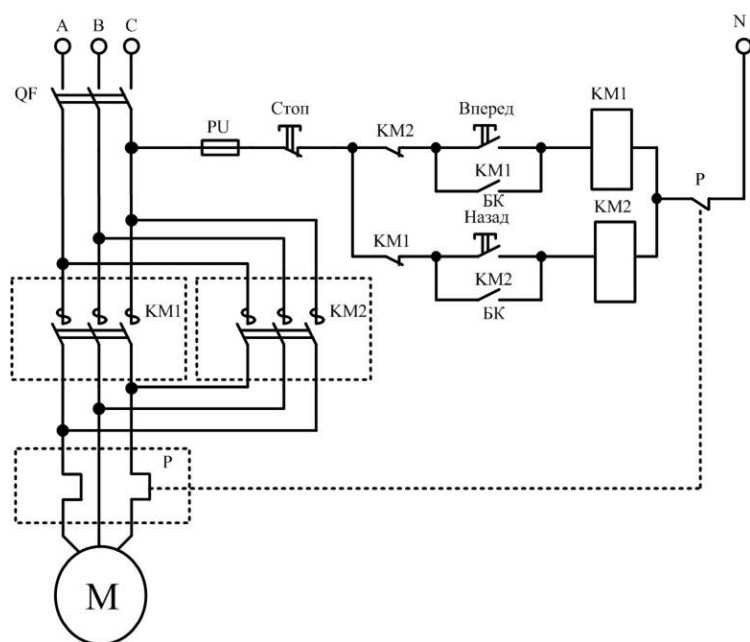


Схема с нейтральным проводником

Единственное отличие этих схем включения, что в первом случае питание системы управления подключено к двум фазам, а во втором к фазе и нейтральному проводнику. При автоматическом управлении системой пуска вместо кнопки «Пуск» может включаться контакт из системы управления. Реверсивная схема включения показана ниже:



Программа технического обслуживания магнитных пускателей проста и включает в себя следующие пункты:

1. Внешний осмотр на предмет повреждений и сколов корпуса, а также удаление загрязнений (причем не только с поверхности корпуса, но и с поверхности сердечника электромагнита). Сколы и повреждения корпуса возникают не только вследствие ударов и падений, но и по причине длительного воздействия вибраций, обусловленных работой изношенной сети переменного тока и браком в монтаже пускателя, а также его собственными дефектами. Если повреждения корпуса привели к тому, что пускатель невозможно надежно закрепить, или его контакты не могут свободно замыкаться/размыкаться, то иного выхода, чем замена корпуса или пускателя, просто не остается. Отдельное внимание следует уделить проверке наличия всех деталей и частей пускателя. Например, подвижная контактная пластина вместе со своей поджимающей пружинкой может запросто «потеряться» - потребуется новая.
2. Ревизия механической части. Проверке подвергается рабочая пружина, обеспечивающая разрыв контактов. Она должна быть достаточно жесткой, витки не должны сблизиться. Проверяется ход якоря пускателя относительно корпуса: необходимо, чтобы отсутствовали всякие заклинивания и затруднения при движении. Проверка хода осуществляется замыканием контактов «от руки». При наличии механических заклиниваний можно прибегнуть к смазке или шлифовке трущихся частей.
3. Зачистка контактов – мера, от которой лучше воздержаться при проведении технического обслуживания исправных магнитных пускателей. Высокопроводящий слой подвижных и неподвижных контактов относительно тонок, поэтому, если при каждом обслуживании тереть по нему надфилем, то пускатель очень скоро выйдет из строя. Напильничек потребуется лишь в том случае, если на контактах имеются явные следы нагара или оплавления. А наждачная бумага для зачистки контактов исключается категорически. При замыкании все контакты пускателя должны прилегать друг другу плотно по всей поверхности, без смещений и наклонов, наличие которых говорит о необходимости регулировки механической части.
4. Если пускатель содержит в составе корпуса металлические детали, или находится в металлическом кожухе, то необходимо убедиться в отсутствии цепи между этими частями, подлежащими заземлению, и силовыми контактами. Для всех пускателей в целом необходимо проверить отсутствие замыканий между отдельными силовыми полюсами. На бытовом уровне для этих целей достаточно воспользоваться обычным мультиметром. На производстве используется мегомметр, а сопротивление изоляции нормируется – не менее 0,5 Мом.
5. Тщательному осмотру подвергается катушка пускателя. Трещины на каркасе, повреждения, нагар и оплавление изоляции – все это верные признаки существенных проблем. Катушку с такими признаками лучше заменить. Конечно, обычно определить межвитковое короткое замыкание в катушке можно только в процессе эксплуатации по косвенным признакам, таким как повышенный гул при работе пускателя. Тем не менее, если систематически проверять активное сопротивление провода катушки, можно заметить существенное и резкое его уменьшение. Этот признак достаточно красноречиво говорит о неисправности катушки, которую теоретически можно перемотать, а на практике проще заменить.
6. Однако повышенный гул при работе пускателя может быть вызван и некоторыми другими причинами помимо дефектов самой катушки. Например, может возникнуть перекос при ее установке, возможен недостаточный уровень напряжения в сети, бывает подобрана слишком сильная возвратная пружина. Все эти факторы приводят к тому, что якорь при замыкании недостаточно плотно прилегает к сердечнику. Следствием будет больший ток катушки из-за меньшего ее индуктивного сопротивления (отсюда и гул), а также подгорание силовых контактов. Проверить плотность прилегания поверхностей магнитопроводов сердечника и якоря можно при помощи обыкновенного тонкого чистого листка бумаги, прокладываемого между этими деталями. Соприкасаться должно не менее 70 процентов поверхности – тогда контакт будет надежным.
7. При наличии теплового реле перегрузки должна проверяться его уставка. На промышленных предприятиях это делают с помощью специальных испытательных стендов. К сожалению, на бытовом уровне прогрузить и проверить реле практически невозможно. Для этого можно сдать реле в специальную лабораторию, или, в крайнем случае, испытать его при помощи известной нагрузки

большого номинала. Ремонт магнитного пускателя производится по результатам технического обслуживания и сводится, обычно, к замене деталей и узлов, не подлежащих восстановлению и регулировке. Таковыми запчастями могут быть: катушка, отдельные контакты и даже контактная группа в целом, детали корпуса, пружины, винты и зажимные пластины.

Ревизия магнитных пускателей Магнитные пускатели, как это следует из названия, задумывались как коммутационное устройство для пуска электродвигателей. Поэтому и количество силовых полюсов у этих аппаратов почти всегда равно трем – по числу фаз сети. Пускатели зачастую комплектуются тепловыми реле перегрузки и корпусом с кнопками «пуск» и «стоп». Но пускатель получился очень удобной и функциональной вещью. Широкий спектр номинальных токов, малые габариты и возможность автономной установки вне всякого распределительного устройства или щита привели к тому, что магнитные пускатели стали широко применять в быту для включения в сеть различных мощных электроприемников, например, нагревательных котлов. Как и любое другое электротехническое устройство, магнитный пускатель периодически тоже нуждается в ремонте и техническом обслуживании. Как устроен магнитный пускатель? В общем случае, это, как минимум, катушка из тонкого провода в лаковой изоляции, размещенная в одном пластиковом корпусе с контактами. Контакты, как это водится, делятся на подвижные, соединенные механически с подпружиненным сердечником катушки, и неподвижные, стационарно размещенные в верхней части корпуса. При этом для пускателей, рассчитанных на ток от 20 ампер можно явно различить силовые пары контактов в количестве три пары, и пары контактов вспомогательных цепей управления, рассчитанных на слабые токи. Количество слаботочных контактов практически неограниченно, тем более, что для многих пускателей возможно приобрести дополнительные контактные приставки, позволяющие собирать на пускателях очень сложные схемы. Подобная конструкция обеспечивает пускателю не особенно высокую степень защиты от внешних воздействий – на уровне IP00-IP30. При необходимости добиться большей степени защиты придется воспользоваться пускателями в дополнительном защитном кожухе, зачастую оборудованном собственными кнопками для пуска, останова и возврата теплового реле при наличии такового.

Самостоятельная работа № 3

Тема: Выбор аппаратов защиты

Цель работы: расширение, углубление, систематизация профессиональных знаний; формирование умений самостоятельно интерпретировать, анализировать, обобщать и структурировать информацию по заданной теме в форме таблицы

Задание. Изучить теоретический материал. Составить конспект.

Выбор аппаратов защиты Неправильное определение проектом аппаратов защиты и сечения проводов (кабелей) электрической сети зданий приводит впоследствии к пожару или к взрыву во взрывоопасных помещениях и гибели людей. Защита электрических сетей напряжением до 1000В в жилых и общественных зданиях должна выполняться в соответствии с гл. 3.1; 1.7; 7.1; разделом 6 ПУЭ и СП 31-110-2003 .

Аппараты защиты (автоматические выключатели и предохранители) в сетях с глухозаземленной нейтралью напряжением 380/220В должны:

☐ согласно ПУЭ по своей отключающей способности соответствовать максимальному значению тока КЗ (и обеспечивать надежное отключение одно- и многофазных замыканий);

☐ быть выбраны по расчетному току сети (номинальному току и с учетом пускового тока проводников от наибольшего значения допускаемой температуры в нормальном режиме до предельно допустимой температуры (см. ПУЭ изд.6 п.1.4.16) подсчитывается по формуле:

$$t=KxS/I$$

где t - продолжительность, с; S - сечение мм²;

I - действующее значение тока КЗ, А;

$K = 115$ - для медных проводников с ПВХ изоляцией;

$K = 135$ - для медных проводников с резиновой изоляцией и изоляцией из сшитого полиэтилена; $K =$

74 – для алюминиевых проводников с ПВХ изоляцией;

$K = 87$ – для алюминиевых проводников с резиновой изоляцией и изоляцией из сшитого полиэтилена.

При КЗ, когда значение тока недостаточно для срабатывания максимальной токовой защиты, возникает опасность возникновения пожара. Значения сконцентрированной тепловой мощности порядка 60 Вт и более считаются пожароопасными. УЗО с током срабатывания до 300мА обеспечивает надежную защиту от пожара (см. ПУЭ изд.7 п.7.1.84 и ТСН ПТ-99 МО). По каталожным и информационным материалам заводов-изготовителей аппараты защиты характеризуются:

1. Условие. Для предохранителей предельным током отключения ($I_{пто}$), номинальным током (наибольший ток, на который рассчитаны токоведущие части предохранителей), номинальным током плавкой вставки (наибольший ток, при котором плавкая вставка работает неопределенное время без расплавления);

2. Условие. Для автоматических выключателей током предельной коммутационной способности (I одноразовой предельной коммутационной способности ($I_{опкс}$), а также номинальным током автоматического выключателя (пропускная способность его контактных частей или номинальный ток наибольшего теплового расцепителя); номинальным током теплового расцепителя, током, который он выдерживает неограниченно долго; уставкой номинального тока теплового расцепителя - настройка его на выбранное значение тока трогания; наименьшим током или током трогания - током срабатывания, при котором отключается автоматический выключатель; уставкой тока электромагнитного расцепителя – отсечка (мгновенное срабатывание).

Пример: на вводе здания (в ВРУ) предусматриваются предохранители типа ПН после предохранителей устанавливаются автоматические выключатели типа ВА током $I_n=100A$ и номинальным током расцепителя $I_p=50A$ с $I_{пкс}=6kA$, ($I_{опкс}$ расчетным данным ток КЗ=5кА. Предохранители и автоматические выключатели удовлетворяют требованиям ПУЭ (каждый $I_{пто}$ и $I_{пк}$ больше или равен $I_{КЗ}$). Необходимо отметить, что практически ток КЗ снижается по сравнению с расчетными данными из-за переходных сопротивлений контактов, поэтому допустимо выбор автоматических выключателей производить по $I_{опкс}$ выполнять коммутационную операцию один раз без пожара или выхода из строя электроустановки, даже, если после этого потребуются ремонт аппарата.

Аппараты защиты, последовательно включенные в сеть, должны отключать участки сети селективно (избирательно). При больших значениях токов КЗ возможны неселективные срабатывания защиты. Поэтому необходимо при проектировании решать вопрос, что важнее: добиваться быстроты отключения или соблюдать селективность (особенно это относится к зданиям с большим количеством людей: торговые центры, школы, больницы, музеи, театры, кинотеатры и т.п.), при этом приоритет необходимо отдавать быстрому отключению сети. Во внутренних сетях жилых и общественных зданий, как правило, следует **применять автоматические выключатели скомбинированными расцепителями (СП 31 110-2003 п.11.3)**. Согласно вышеперечисленным требованиям расчетные формулы для выбора аппаратов защиты осветительных и силовых сетей указаны в таблице №1.

таблица №1.

I_z – защитный аппарат (номинальный ток плавкой вставки предохранителя или уст тока теплового расцепителя автоматического выключателя), А;
$I_{у.эр.}$ – номинальное значение тока уставки электромагнитного расцепителя мгновенного действия (отсечки), А;
I_p - расчетный ток нагрузки А;
$I_{p.гр.эл.}$ - расчетный ток нагрузки группы эл.приемников, А;
I_n – номинальный ток электроприемника, А;
$I_{п}$ – пусковой ток электроприемника, А;
$I_{пр}$ – расчетный ток остальных электроприемников в данной группе (без расчетного тока наибольшего электроприемника), А;
$I_{пп}$ - наибольший пусковой ток одного электроприемника в данной группе (при одновременном запуске группы электродвигателей – суммарный пусковой ток этой группы), А;
α - коэффициент, зависящий от условий и длительности пускового периода электродвигателя (электродвигателей), равный – 2,5 (за исключением линий с длительностью пускового периода более 2 2,5сек. - крупные вентиляторы с большими маховыми массами, лифты

У автоматических выключателей на линиях к силовым электроприемникам, не оборудованным электродвигателями, коэффициенты не учитываются. Номинальные токи комбинированных расцепителей автоматических выключателей или плавких вставок предохранителей для защиты групповых линий и вводов квартир, включая линии к электроплитам, должны выбираться в соответствии с расчетными нагрузками СП31-110-2003 п.11.5.

Для определения номинальных токов следующих электроприемников необходимо знать их расчетные нагрузки. Как известно:

1. для электродвигателей при длительном режиме работы и продолжительности включения в относительных единицах $PB=1$ фактически потребляемая активная мощность $P_{Рп}$ – паспортная активная мощность, η - коэффициент полезного действия;

2. для электродвигателей повторно-кратковременного режима работы (электрические краны, тельферы, лифты, пожарные насосы и т.п.) (кВт), $P_n = P_{Рп} PB$

где P_n , PB - номинальная (паспортная) продолжительность включения, выраженная в долях единицы;

3. для трансформаторов электропечей $P_n = S_n \cos \phi$ (кВт), где S_n - трансформатора (кВА);

4. для трансформаторов сварочных машин и аппаратов и сварочных трансформаторов ручной сварки $P_n = S_n x \cos \phi PB$ (кВт), при этом номинальный ток $I_z > 1,2 I_n$ св.ап. PB плавкой вставки для защиты сварочного аппарата ;

5. для защиты линии, питающей компенсационную конденсаторную установку, плавкой вставки , где Q_{re} - мощность компенсационной конденсаторной установки (квар), U_n - номинальное линейное напряжение (В).

Необходимо отметить, что в некоторых случаях возможно включение электроприемников (мощных металлогалогенных ламп, рентгеновских аппаратов, прожекторов и т.п.) на линейное напряжение, при существенной неравномерности нагрузки необходимо определить линейные токи и сечения проводников отдельно для каждой фазы: при прямом следовании фаз А фазы А:

Необходима защита сетей также от перегрузки согласно ПУЭ изд.6 п.3.1.10

3 условие: проверка на: допустимую потерю напряжения сети, отклонение напряжения на зажимах электроприемников, снижение напряжения, вызванное включением электродвигателей;

4 условие: в зданиях (см. ПУЭ изд.7, глава 7.1) следует применять кабели и провода с медными жилами (сечением от 10мм² и ниже), при этом однофазные 2-х и 3-х проводные линии, а также 3 фазные 4-х и 5-ти проводные линии при питании однофазных нагрузок, должны иметь сечен рабочих (N) проводников, равное сечению фазных проводников.

Пример для определения выбора защиты и сечения проводника к электродвигателю

Данные: асинхронный электродвигатель марки 4А180S2У3, $P_{ном.}=22$ кВт; $I 43A=322,5A$; температура в помещении составляет 25°C; линия подлежит защите от КЗ; условия пуска легкие.

Решение:

1) по длительно допустимому току провода, прокладываемому в трубе: $I_{д.табл.}=47A > 43A$ и провод АПВ-4(1х10)мм² (3 фазы + РЕ) ПУЭ изд.7 п.7.1.45.

2) при защите предохранителями по 2-м условиям: $I_z \geq I_n$; $I_z \geq I_{п/а}$ $I_z=63A$ и $I_{п.}=322,5A/2,5=129A$; принимаем предохранитель ПН-2-250 с номинальным током плавкой вставки $I_z=160A$.

3) проверяем принятое сечение: $I_{д.табл.} \geq I_{зКЗ}=0,33 \times 160A=52,8A$ усло выполняется для провода АПВ-4(1х10)мм². Принимаем сечение провода АПВ $I_{д.табл.}=80A \geq I_z=63A$.

4) при защите автоматическим выключателем серии АЕ-20: принимаем номинальный ток теплового расцепителя регулируемого автоматического выключателя по 2-м условиям (см. таблицу № 1): $I_z \geq 1,25 I_n=1,25 \times 43=53,75A$; $I_{у.эр} \geq 1,2 I_{п}=1,2 \times 322,5=387A$. Принимаем 3-х полюсный автоматический выключатель типа АЕ-2050М на номинальный ток 100А, с номинальным током теплового расцепителя $I_{у.н.т.р}=63A$ и уставкой номинального тока расцепителя (защита): $I_{уст}=0,9 I_{у.н.т.р}=0,9 \times 63=56,7A$.

Ток уставки электромагнитного расцепителя мгновенного действия по току срабатывания в зоне КЗ (ток отсечки) для всех выключателей серии АЕ-20 равен 12-ти кратному номинальному току тепловрасцепителя, т.е. $I_{у.эр}=12 \times 63=756A$, тогда $I_{у.эр} \geq 1,2 I_{п}$ или $756A > 387A$. Проверяем принятое сечение на соответствие защитному аппарату, определив при этом ток срабатывания, который выполняется по формуле $I_{ср.}=1,25 \times I_{уст}$, т.е. $I_{ср.}=1,25 \times$

Согласно таблице № 2 (соответствие защитному аппарату) при защите от тока КЗ допустимый ток проводника $I_{д.табл} \geq 0,8 I_{ср} = 0,8 \times 70,9 = 56,7 \text{ А}$. Таким образом, $I_{д.табл} \geq 56,7 \text{ А}$, т.е. ближайший допустимый ток нагревания проводника по ПУЭ составляет $I_{д.табл} = 60 \text{ А}$ при сечении провода марки АПВ –4(1х16). Определяющим является значение сечения, выбранное по таблице №2.

Наименьшие значения коэффициента Кз при защите сетей предохранителями и автоматическими выключателями.

Таблица 2

Характеристика сети	Аппараты			
	Предохранители	Автоматические выключатели, имеющие расцепители		
		Тепловой или комбинированный с нерегулируемой обратнoзависимой от тока характеристикой	Тепловой или комбинированный с регулируемой обратнoзависимой от тока характеристикой	Эл.магнитный мгновенного действия
Сети, защищаемые только от коротких замыканий (КЗ)	0,33	1,00	0,80	0,22

Примечания:

1. у автоматических выключателей, имеющих одновременно тепловой и электромагнитный расцепители, Кз проверяется только для теплового расцепителя;
2. сечения проводов и кабелей для ответвлений к короткозамкнутым электродвигателям в сетях, проложенных во невзрывоопасных помещениях и защищаемых от перегрузки, выбираются по номинальным токам электродвигателей (во взрывоопасных: $I_{д.табл.} \geq 1,25 I_{н.}$);
3. если требуемая допустимая токовая нагрузка проводника, определяемая по данной таблице № 2 не совпадает $I_{д. табл}$ по ПУЭ, то допускается применение проводника ближайшего меньшего сечения, при этом допустимый ток проводника не должен быть меньше расчетного тока линии.

Самостоятельная работа № 4

Тема: Монтаж распределительных устройств в две стадии

Цель работы: расширение, углубление, систематизация профессиональных знаний; формирование умений самостоятельно интерпретировать, анализировать, обобщать и структурировать информацию по заданной теме в форме таблицы

Задание. Изучить теоретический материал. Составить конспект.

Монтаж распределительных устройств в две стадии Полнооборный монтаж подстанций и распределительных устройств, как и монтаж других электроустановок, производится в две стадии. На первой стадии выполняются подготовительные и заготовительные работы непосредственно на объекте монтажа и в монтажных мастерских. Подготовительные работы на монтируемом объекте складываются из разметки и выполнения отверстий, гнезд и проемов для крепления конструкций, аппаратов и проводок, установки крепежных деталей и опорных конструкций, прокладки труб для кабелей, подготовки трасс для освещения и заземления. Исходными для электромонтажников являются отметки чистого пола, наносимые строителями с помощью гидростатического уровня или нивелира в нескольких местах здания РУ. После этого намечают основные оси (вертикальные и горизонтальные) туго натянутым шнуром, натертым мелом, углем и т. п. Для разметки отверстий, гнезд и проемов применяют простые разметочные шаблоны, например деревянный щит со всеми необходимыми для крепления отверстиями. При монтаже современных комплектных РУ и подстанций объем разметочных работ резко сокращен. По окончании разметки пробивают отверстия, гнезда и проемы (если их не сделали в процессе строительных работ) вручную (с помощью зубила, скарпеля, шлямбура, молотка, кувалды) или с помощью механизмов. Ручную пробивку из-за малой

производительности применяют редко — на небольших объектах с незначительным объемом пробивных работ. Механизированную пробивку выполняют пневматическими или электрическими молотками и электросверлильными машинами. При использовании пневматического молотка увеличивается производительность пробивных работ, но необходим передвижной компрессор или подводка сжатого воздуха от компрессорной станции. Электромолоток позволяет выполнять работы наиболее доступным для электромонтажников способом. Электросверлильные машины, применяемые для выполнения отверстий в кирпичных и бетонных стенах, обеспечивают хорошее качество пробивных работ. В них используют специальные сверла с напайками из твердосплавных пластин, поэтому отверстия получаются чистыми и ровными, а материалы стен и перегородок не разрушаются. При правильной организации строительно-монтажных работ крепежные детали и конструкции или закладные детали монтируют в строительные элементы зданий при их сооружении, что исключает трудоемкие пробивные работы. В этом случае гнезда, отверстия и проемы пробивают только для крепежных деталей, не установленных во время строительных работ. Заделку в стенах, перегородках и прочих основаниях крепежных деталей (болтов, штырей, скоб) производят цементным раствором при температуре в помещении не ниже 5 °С. Поверхность стен, перегородок, потолков вокруг крепежных деталей необходимо затереть. На бетонных стенах конструкции крепят на сквозных болтах, если в проекте нет указаний о другом способе установки. Если конструкцию крепят по обе стороны перегородки или стены одним сквозным болтом, то во избежание провертывания и выпадения болта к нему приваривают прямоугольные шайбы. Дюбель для бетона может быть сделан из металла, пластмассы. Металл гарантирует прочность и жесткость, отличается большей несущей способностью. Пластмассовые крепежи не подвержены коррозии, обладают большей эластичностью и вязкостью, поэтому легко деформируются и даже при таких воздействиях крепеж не разрушается. Все пластмассовые нагели горят даже после того, как источник пламени удален. Поэтому на пожароопасных объектах данный тип крепежа не используется.

Пластмассовые дюбели для бетона



Полиэтиленовые — стойкие к кислотам, легкие, обеспечивают прекрасную вязкость, не боятся деформации, выступают диэлектриком. Со временем материал может стареть, растрескиваться. Холодостойкий — крепежи можно использовать при морозе до -40 °С. Полипропиленовые — к холоду менее стойкие, но дают большую износостойчивость и твердость. Материал стойкий к нагреву — деформируется лишь при температуре от +140 °С. Тоже может растрескиваться. Полиамидовые (нейлоновые) дюбели по бетону — прочные, жесткие, вязкие, стойкие к вибрациям, не боятся механических повреждений, обладают хорошей износостойкостью. Такие дюбели считаются наиболее надежными и прочными, но обладают одним недостатком — гигроскопичностью, поэтому исключают возможность монтажа в мороз и при высокой влажности. Дюбели металлические для бетона по строению и форме мало чем отличаются от крепежей из пластика, но представлены в меньшем ассортименте. Металл отличается жесткостью и прочностью, но вязкость и упругость у него меньше, поэтому при деформациях теряет свойства. Металлические дюбель-гвозди по бетону: Оцинкованная и нержавеющая сталь — не боятся коррозии, обеспечивают надежное жесткое соединение. Специальные сплавы с хромом, титаном, бронзой, латунью — долговечны, отличаются особой стойкостью к коррозии, стоят дорого, поэтому актуальны лишь для отдельных случаев, особо важных крепежей.

Более производительным является метод крепления конструкций безвмазочным способом с помощью дюбелей, что обеспечивает большую производительность труда по сравнению с заделкой цементным раствором и позволяет выполнять работы в неотапливаемых помещениях в зимнее время. Часто монтажные детали и конструкции закрепляют дюбелями, встраиваемыми строительно-

монтажным пистолетом. Несъемные конструкции крепят дюбелями- гвоздями через лапки, выштампованные в конструкциях или приваренные к ним (форма лапок должна соответствовать форме шаблонов, используемых для безопасного встреливания), а также непосредственно к рабочим плоскостям без лапок. Съемные конструкции закрепляют дюбелями-винтами. Применяют также комбинированное крепление: дюбелями-гвоздями закрепляют основания в виде перфорированных реек с закладными гайками, на которых устанавливают аппараты и приборы. Чаще всего используют пластмассовые дюбеля (из полиэтилена и капрона), обладающие стойкостью против динамических нагрузок и вибраций, а также коррозии. Корпус дюбеля разделен на две половины продольной щелью, что облегчает его расклинивание при ввертывании шурупа. На наружной поверхности дюбеля имеются ребра, которые обеспечивают плотную посадку его в гнезде, улучшают сцепление с поверхностью гнезда и препятствуют проворачиванию при ввертывании шурупов. При сооружении помещений ЗРУ и подстанций выполняют следующие электромонтажные работы первой стадии: установку закладных деталей и конструкций для монтажа осветительных щитков, отдельно стоящих панелей защиты и аппаратов, предусмотренных проектом; монтаж кабельных конструкций в кабельных каналах; монтаж внутренней сети заземления с присоединением вводов от заземлителей к закладным конструкциям для установки камер, шкафов и трансформаторов; монтаж сети общего освещения помещений с подводом питания от постоянного источника либо по постоянной схеме от временного источника.

При выполнении многих ремонтных работ часто возникает необходимость в применении дюбелей. При забивании этой детали в поверхность стены возникает надежный крепежный узел, который способен выдерживать большие нагрузки. Правильно забитый дюбель практически невозможно вынуть из тела материала, в котором он зафиксирован. Дюбелей существует множество видов. Для каждого конкретного случая подбираются разные – все зависит от поставленной задачи. Все дюбели разделяются на две большие группы: универсальные и распорные.

Существует несколько разновидностей дюбелей, в зависимости от заданных



условий может выбираться тот или иной из них.



Это самый распространенный тип дюбелей, который оптимален для решения большинства домашних проблем. Нейлон подходит для любых оснований. Для его крепления в стене просверливают отверстие, подходящее по диаметру к размерам дюбеля. Крепеж удерживается в отверстии направленными назад усиками, а во время расклинивания шурупом прочно вклинивается в стенки отверстия зубьями.



При установке на пустотелую основу такие дюбели «определяют» полое пространство. Дюбель выпучивается в полости, тем самым фиксируясь в ней. Если же основа сплошная (например, бетон), он разжимается и плотно контактирует со стенками отверстия.



Этот тип позволяет закрепить рейки обрешетки под обшивку на расстоянии от стены. С помощью таких дюбелей можно регулировать положение реек обрешетки относительно основы в ходе монтажа (за счет того, что дюбель и шуруп раз Этот тип позволяет закрепить рейки обрешетки под обшивку на расстоянии от стены. С помощью таких дюбелей можно регулировать положение

реек обрешетки относительно основы в ходе монтажа (за счет того, что дюбель и шуруп разделяются на две части, одна из которых служит для основы, а другая — для рейки).



Дюбели для бетона подходят также для кирпичных оснований и могут выдерживать нагрузки до нескольких тонн. Их изготавливают из металла и снабжают резьбовыми болтами. Такое решение оптимально для крепления гаражных ворот, солнцезащитной маркизы, грузоподъемной тали. Часто прочные металлические дюбели используют при монтаже подвесных потолков, поскольку в случае пожара они позволяют избежать обрушения.



Для крепления предметов к подшивным потолкам подойдут дюбели с подпружиненными планками. Например, это лучший вариант, если вам нужно подвесить люстру. Планки через отверстие проходят в пространство за обшивкой, где раскрываются под действием пружины, упираясь во внутреннюю часть обшивки.



Рамные дюбели бывают двух видов: для твердых основ и для мягких (либо пустотелых). Благодаря удлиненной распорной части дюбель зацепляется сразу за несколько перемычек. Такие дюбели часто используют для крепления дверных и оконных коробок.



Это идеальный вариант для газобетонных поверхностей. В просверленное отверстие дюбель загоняют молотком, после чего он закрепляется в основе за счет своих спиралевидных ребер и расклинивается под воздействием шурупа.



Гвоздевые дюбели помогают быстро закрепить плинтуса либо рейки обрешетки под обшивку. Дюбель, укомплектованный гвоздем, вставляется в отверстие через закрепляемую рейку, после чего гвоздь забивается молотком.



Металлические дюбели, предназначенные для тонкостенных пустотелых конструкций, могут выдерживать значительные нагрузки. Когда винт вкручивается, пластинки дюбеля раскрываются в разные стороны, прижимаясь к внутренней опорной поверхности.



Пластмассовые дюбели предназначены для мягких материалов, таких, например, как гипсокартон. Их можно устанавливать без предварительного проделывания отверстий, поскольку дюбель имеет острие в виде перового сверла, благодаря чему легко ввинчивается с помощью отвертки.



К распорным дюбелям относятся крепежные детали, корпус которых при монтаже подвергается расширению. Верхняя часть детали, как правило, производится из плотной пластмассы, в то время как сердечник, который вкручивается во втулку, изготавливается из пластика или металла. Такие дюбели преимущественно забиваются в твердые стены со сплошным наполнителем.



Универсальные дюбели можно закрепить в стене, которая отличается пустотелостью. Материал верхней части такого дюбеля под действием вращающейся силы сердечника скручивается и образует нейлоновую поверхность, которая плотно прилегает к поверхности отверстия, сделанного в стене. Для фиксации утеплителей применяют дюбели с широкими шляпками.



Длина дюбелей колеблется в широких пределах – от 20 до 120 мм. Это же касается и диаметра деталей – от 4 до 20 мм. Одними из наиболее популярных крепежных изделий являются пластиковые распорные дюбели. Корпус в таких деталях производится из нейлона, полипропилена или других идентичных материалов. Втулка такого дюбеля выглядит фигурно – на ней просматриваются множество острых выступов и усиков, благодаря которым деталь крепко «сидит» в стене. Распорный пластиковый дюбель оснащен металлическим сердечником, который длиннее внешнего основания. На сердечнике нарезана резьба или имеются конусообразные образования. Благодаря им внутренняя часть дюбеля при вкрученном состоянии крепко удерживается в пластиковой втулке и, соответственно, в стене. При строительстве и ремонте наиболее востребован дюбель с саморезом или дюбель-гвоздь, их можно крепить в разных материалах. Чтобы правильно зафиксировать их в стене, обеспечив качественное крепление необходимо соблюдать определенные условия.



В стене перфоратором проделывается отверстие, при этом диаметр сверла должен совпадать с размером втулки дюбеля в сечении. Важно, чтобы глубина отверстия была на 0,5 см больше длины дюбеля.

- После того как проделано отверстие, его необходимо прочистить подручным длинным предметом. Чтобы избавиться от пыли, отверстие можно продуть воздухом или, например, прочистить пылесосом.
- Затем в отверстие необходимо вставить корпус дюбеля и забить его молотком до того момента, когда край детали станет совпадать с поверхностью стены.

При выполнении наружного контура заземления: ввертывают электроды, прокладывают и сваривают полосы. При выполнении наружного контура заземления целесообразно закладывать углубленные заземлители вместе с фундаментами зданий, но это должно быть предусмотрено в проекте. При сооружении подстанций закладывают стальные трубы для ввода кабелей снаружи в каналы РУ и вывода их от щита к электроприемникам. Работы первой стадии выполняют после определенной строительной подготовки помещений и конструктивных элементов. Установку закладных деталей и конструкций производят при кладке стен, устройстве перекрытий и черных полов. Монтаж внутренней сети заземления выполняют по окончании штукатурных работ в помещениях, установки конструкций для крепления комплектного оборудования и устройства черных полов. Кабельные конструкции устанавливают после размещения в кабельных каналах закладных деталей и обрамлений, штукатурки (затирки) стен и удаления строительного мусора. Монтаж сети общего освещения осуществляют по окончании штукатурных работ (стен и перекрытий). Если в отдельных помещениях предусмотрена скрытая проводка, ее укладывают до начала штукатурных работ. Законченные здания и сооружения принимаются от строительных организаций по акту для производства электромонтажных работ второй стадии. До начала работ второй стадии должны быть закончены строительные и отделочные работы в помещениях сборных распределительных устройств, щитов станций управления, камерах трансформаторов, машинных залах и их подвалах и других электротехнических помещениях. Монтаж трансформаторов допускается после сдачи фундаментов, закрытых маслосборных ям, заполненных гравием, установки в трансформаторных камерах дверей, нижних и верхних вентиляционных жалюзи, побелки камер и сдачи железнодорожных путей к местам установки трансформаторов (если они предусмотрены проектом). Установка сборных и комплектных распределительных устройств, ртутных выпрямителей, щитов, пультов, шкафов, сборок, магнитных станций и пускателей, аккумуляторных батарей и конденсаторов допускается только после окончания отделки помещений, монтажа и испытания отопления, вентиляции и других смежных работ. Монтаж кабельных линий в траншеях следует выполнять после сдачи заказчику траншей, включая их геодезическую съемку с установлением вертикальных отметок, кабельных линий в блочной канализации — после сдачи заказчику блоков и колодцев, кабельных линий в кабельных полуэтажах и тоннелях — после окончания побелки стен и перекрытий.

К первой стадии монтажа относят также работы в МЭЗ. В них до начала монтажа РУ и подстанций выполняют ревизию аппаратов, комплектование в укрупненные блоки электрооборудования и электроконструкций, заготовку узлов ошиновки, заземления и освещения, заготовку и сборку труб и трубных блоков, заготовку нестандартных конструкций и крепежных деталей или комплектование стандартных изделий заводского изготовления. Одиночные шины, узлы ошиновки и комплектные шинные устройства заготавливают и собирают в мастерских по чертежам проекта или по снятым с натуры замерам. Узлы ошиновки собирают вместе с опорными конструкциями, изоляторами, шинодержателями и другими деталями. Комплектные шинные устройства, например ошиновка трансформаторов, состоят из смонтированных на каркасе разъединителей с приводом, ошиновки на опорных изоляторах и проходной плиты. Примерами других комплектных шинных устройств могут служить шинные мосты, ошиновки короткой сети электрических печей, тяжелые шины электролизных цехов и ртутно-преобразовательных подстанций, которые заготавливают крупными блоками и транспортируют к месту установки. Открытые шинные магистрали для канализации электроэнергии от внутрицеховых подстанций до распределительных пунктов цеха заготавливают в мастерских, сваривают в рулоны, наматывают на кассеты и транспортируют на монтаж в комплекте с натяжными устройствами, компенсаторами и другими деталями. Электрооборудование должно передаваться в исправном, пригодном для монтажа состоянии. В мастерских устраняют только мелкие дефекты комплектуемых изделий, например, восстанавливают армировку, заменяют фарфоровые или другие изоляционные части, подгоняют резьбу отверстий, гаек, болтов, шплинтов, наращивают валы разъединителей. Обнаруженные дефекты в контактной системе (раковины,

вмятины, ржавчина, окалина) устраняют при шлифовке и опиливанием, покрывают трущиеся части тонким слоем технического вазелина. Фарфоровые детали обертывают бумагой. Металлоконструкции, изготавливаемые в мастерских, выпускают в комплекте с крепежными деталями, полностью подготовленными к установке. Болты, гайки и шайбы поступают из мастерских с противокоррозионным покрытием, пригнанной и смазанной резьбой. Заготовительные и сборочные работы в мастерских выполняют на механизированных поточных технологических линиях. Механизмы на линиях связаны между собой устройствами горизонтального транспорта (роликами, рольгангами, передвижными тележками, монорельсами) для облегчения межоперационной транспортировки обрабатываемых деталей. Все элементы технологической линии располагают так, чтобы подача материалов и заготовленных деталей, прошедших обработку на линии, не создавала встречных потоков.

На второй стадии монтажа устанавливают крупноблочные элементы электрооборудования и электроконструкций, укрупненных узлов и заготовки, прокладывают по подготовленным трассам провода и кабели и все предусмотренные проектом подсоединения.

Самостоятельная работа №5

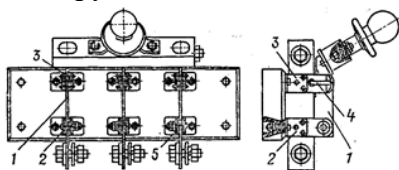
Тема: Конструкция рубильников и переключателей.

Цель работы: расширение, углубление, систематизация профессиональных знаний; формирование умений самостоятельно интерпретировать, анализировать, обобщать и структурировать информацию по заданной теме в форме таблицы

Задание. Изучить теоретический материал. Составить конспект.

Общие сведения

Рубильник предназначен для ручного включения и отключения электрических цепей с постоянным напряжением до 440 и переменным до 500 В. Переключатель в отличие от рубильника имеет две системы неподвижных контактов и три коммутационных положения. В среднем положении ножей цепи разомкнуты. Специальное устройство фиксирует ножи в этом положении. Пакетные выключатели и переключатели являются малогабаритными коммутационными аппаратами с ручным приводом, которые служат для одновременного управления большим числом цепей. Пакетные выключатели и переключатели используются для нечастых коммутаций в цепях с небольшой мощностью (токи до 400 А, постоянное напряжение 220 и переменное 380 В). Пакетные переключатели и выключатели применяются как аппараты расщепления и в цепях автоматики. Они используются также для пуска и реверса двигателей, а также для переключения схемы соединения обмоток двигателя со звезды на треугольник. В трехфазном рубильнике с центральной рукояткой (рисунк. 1.1) подвижный контакт- нож 1 вращается в шарнирной стойке 2. При размыкании цепи между ножом и неподвижным контактом стойки 3 загорается дуга. Гашение дуги постоянного тока при токе до 75 А происходит за счет механического удлинения дугидвигающимся ножом. Чем больше скорость движения контакта, тем больше скорость растяжения дуги и меньше время ее горения. При отключении больших токов решающим фактором является электродинамическая сила. Эта сила, действующая на единицу длины дуги, примерно обратно пропорциональна длине ножа. Для безопасности ремонта расстояние между контактными стойками 3 делается не менее 0,05 м. На процесс гашения дуги влияют также тепловые потоки воздуха, создаваемые дугой. Дуга гасится более интенсивно, если ее растяжение за счет конвективного движения воздуха совпадает с направлением действия электродинамических сил (рубильник устанавливается так, что кривизна дуги обращена вверх). При отключении переменного тока дуга гасится за счет возникновения электрической прочности 200- 220 В около каждого катода рубильника. В однофазной цепи двухполюсный рубильник позволяет легко гасить дугу с номинальным током при напряжении до



380 В.

Рисунок 1.1 Трехфазный рубильник с центральной рукояткой

. Однополюсный рубильник с одним разрывом надежно работает в цепи с напряжением до 220 В. Рубильники и переключатели с центральной рукояткой (рисунок 1.1) разрешается применять только для отключения обесточенной цепи. При отключении цепей под нагрузкой дуга не должна воздействовать на руку (рукоятка находится сбоку или применяется рычажный привод, см. рисунок 1.2). Как правило, наиболее тяжело отключаемый ток (критическое значение) меньше его номинального значения.

Для рубильников и переключателей с боковой рукояткой или рычажным приводом отношение отключаемого тока к номинальному составляет 0,2 при постоянном напряжении 220 В и 0,3 при переменном напряжении 380 В. При постоянном напряжении 440 и переменном 500 В указанные аппараты используются только для отключения обесточенных цепей. Для увеличения отключающей способности рубильник снабжается дугогасительной решеткой. При этом отключающая способность рубильников увеличивается до $0,5 I_{ном}$ при постоянном напряжении 440 и переменном 500 В, и до $I_{ном}$ в цепях с постоянным напряжением 220 и переменным 380 В.

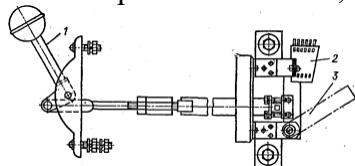


Рисунок 1.2 Рубильник с рычажным приводом и дугогасительной камерой

КОНСТРУКЦИЯ РУБИЛЬНИКОВ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Рубильники выпускаются в одно-, двух- и трехполюсных исполнениях. На рисунке 1.2 изображен трехполюсный рубильник с центральным рычажным приводом 1 и дугогасительной камерой 2. Ножи 3 всех трех полюсов соединены изоляционным валиком, на который действует тяга рычажного привода. Рукоятка привода монтируется на лицевой стенке шкафа распределительного устройства. Такая конструкция обеспечивает безопасность обслуживающего персонала. Качество рубильников и переключателей в значительной степени определяется контактным соединением ножа и контактных стоек. В современных аппаратах преимущественно применяется линейный контакт, обладающий меньшим переходным сопротивлением, чем плоский. Контактное нажатие обеспечивается с помощью стальных пружин. В рубильнике на рисунке 1.1 нажатие в стойке 3 создается с помощью пружины в виде разрезанного кольца 4, концы которого действуют на эластичные губки. Нажатие губок в шарнирной стойке 2 осуществляется пружинами в виде выпуклых шайб 5. При токе, большем 100 А, устанавливается несколько параллельных контактных пар. В пакетном выключателе или переключателе каждый коммутируемый полюс конструктивно оформлен в виде отдельного элемента-пакета. На рисунке 1.3 аппарат имеет три полюса (три пакета), а на рисунке 1.4 два полюса. Число пакетов в выключателе серии ПКВ может достигать 8. Пакетный выключатель ПВМ (рисунок 1.3) состоит из отдельных связанных вместе пакетов 5 и приводного механизма 4. Каждый полюс имеет два разрыва. Неподвижные контакты 1 выполнены в виде массивных пластин из латуни. Подвижный контакт 2 насажен на квадратный изолированный вал выключателя и имеет вращательное движение. Нажатие контактов создается за счет упругих свойств губок подвижного контакта 2. К подвижному контакту прикреплены две щетки 3 из фибровых пластин. Расстояние между щетками несколько больше толщины неподвижного контакта, что позволяет подвижному контакту свободно вращаться внутри пакета. Подвижный контакт перемещается с помощью приводного механизма. При вращении рукоятки сначала заводится пружина, а затем эта пружина сообщает необходимую скорость контакту. Такой привод работает недостаточно надежно.

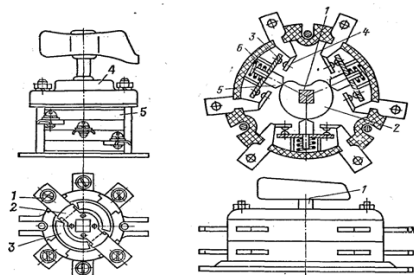


Рисунок 1.4 Пакетный кулачковый выключатель серии ПВМ выключатель серии ПКВ При расхождении контактов дуга загорается в двух разрывах, что обеспечивает надежное гашение дуги переменного тока за счет около катодной электрической прочности. Дуга гаснет при первом прохождении переменного тока через нуль. Гашение дуги постоянного тока обеспечивается за счет ее горения в пространстве между фибровыми щечками. При соприкосновении дуги с фибровыми стенками из них выделяется газ. Поскольку внутренняя полость пакета достаточно герметична, внутри пакета повышается давление. Это ведет к подъему вольтамперной характеристики и гашению дуги. Однофазные цепи должны отключаться двухполюсным выключателем. Недостатками выключателя ПВМ являются невысокая износостойкость (до $20 \cdot 10^3$ циклов) и недостаточная надежность механизма привода. Более совершенен пакетный кулачковый выключатель серии ПКВ (рисунок 1.4). На валу 1 укреплены кулачки 2 (по одному на пакет). Каждая цепь имеет два разрыва, образуемые мостиками 3 и контактами 4. При вращении вала кулачок поворачивается и в его углубление попадает шток 5. При этом цепь замыкается. Нажатие контактов создается стальной пружиной 6. Для повышения износостойкости используются металлокерамические контакты. Вместо малонадежного привода ПВМ используется такой же фиксатор положения, как в командоконтроллерах. Наибольший ток выключателей серии ПКВ составляет 160 А. Электрическая износостойкость достигает $2 \cdot 10^5$ циклов. Все пакетные выключатели используются для коммутации токов, равных номинальному. Пакетные выключатели и переключатели по сравнению с рубильниками имеют меньшие габариты, удобнее в монтаже. Дуга гасится в замкнутом объеме, без выброса пламени и газов. Контактная система позволяет управлять одновременно большим количеством цепей. Эти выключатели коммутируют номинальные токи, имеют высокую вибро- и ударостойкость.

Критерии оценки практических заданий:

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

Информационное обеспечение обучения

1. Основные источники:

1. Нестеренко В.М. Технология электромонтажных работ - М.: Издательский центр «Академия», 2017.
2. Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования - М.: Издательский центр «Академия», 2014.
3. Сибикин Ю.Д. ТО, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий - М.: Издательский центр «Академия», 2013г.
4. Хромоин П.К. Электротехнические измерения - М.: ИД «Форум», 2015.

2. Дополнительные источники:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) – Новосибирск: Норматика, 2014.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок: потребителей (ПТЭ) – Новосибирск: Норматика, 2014.

3. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (МПОТ) – Новосибирск: Норматика, 2014.

4. Гальперин М.В. Электротехника и электроника – М.: ИД «Форум»: ИНФРА – М, 2013.

Электронный ресурс «Электромонтаж»
Форма доступа:

<http://www.Shneider-elektric.ru>