


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Петрозаводский филиал ПГУПС


ОДОБРЕНО

на заседании цикловой комиссии
протокол № 6 от 16.06.2017г.
Председатель цикловой комиссии:

 (Аблаев В.В.)

УТВЕРЖДАЮ

Начальник УМО

 А.В. Калько
«16» 06 2017г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации и проведению лабораторных работ

по МДК.01.01. Устройство и техническое обслуживание
электрических подстанций

Специальность: 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Разработчик: Аблаев В.В.

2017 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по организации и проведению лабораторных работ разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.01 Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей и предназначены для выполнения лабораторных работ обучающимися.

Лабораторные работы по МДК.01.01. Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций направлены на усвоение знаний, освоение умений и формирование элементов общих компетенций, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

уметь:

- разрабатывать электрические схемы устройств электрических подстанций и сетей;
- вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств;
- обеспечивать выполнение работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;
- обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок;
- контролировать состояние воздушных и кабельных линий, организовывать и проводить работы по их техническому обслуживанию;
- использовать нормативную техническую документацию и инструкции;
- выполнять расчеты рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок и выбирать оборудование;
- оформлять отчеты о проделанной работе;

знать:

- устройство оборудования электроустановок;
- условные графические обозначения элементов электрических схем;
- логику построения схем, типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых электроустановок;
- виды работ и технологию обслуживания трансформаторов и преобразователей;
- виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств;
- эксплуатационно – технические основы линий электропередачи, виды и технологии работ по их обслуживанию;
- основные положения правил технической эксплуатации электроустановок;
- виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения.

иметь практический опыт:

- составления электрических схем устройств электрических подстанций и сетей;
- модернизации схем электрических устройств подстанций;
- технического обслуживания трансформаторов и преобразователей электрической энергии;
- обслуживания оборудования распределительных устройств электроустановок;
- эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи;
- применения инструкций и нормативных правил при составлении отчетов и разработке технологических документов.

В результате освоения междисциплинарного курса происходит поэтапное формирование элементов общих и профессиональных компетенций:

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

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

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

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Читать и составлять электрические схемы электрических подстанций и сетей.

ПК 1.2. Выполнять основные виды работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии.

ПК 1.3. Выполнять основные виды работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок, систем релейных защит и автоматизированных систем.

ПК 1.4. Выполнять основные виды работ по обслуживанию воздушных и кабельных линий электроснабжения.

ПК 1.5. Разрабатывать и оформлять технологическую и отчетную документацию.

Рабочей программой предусмотрено выполнение обучающимися практических занятий, включая, как обязательный компонент, практические задания с использованием персонального компьютера.

Распределение результатов освоения учебного материала в ходе выполнения лабораторных работ происходит в соответствии с таблицей 1.

Элемент модуля	Контрольно-оценочные мероприятия	Результаты			Поэтапно формируемые элементы общих и профессиональных компетенций
		усвоенные знания	освоенные умения	практический опыт	
Раздел 1. МДК.01.01. Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций	Лабораторные работы №1-15.	<ul style="list-style-type: none"> - устройство оборудования электроустановок; - условные графические обозначения элементов электрических схем; - логику построения схем, типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых электроустановок; - виды работ и технологию обслуживания трансформаторов и преобразователей; - виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств; - основные положения правил технической эксплуатации электроустановок; 	<ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать электрические схемы устройств электрических подстанций и сетей; - вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств; - обеспечивать выполнение работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии; - обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок; - выполнять расчеты рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок и выбирать оборудование; - оформлять отчеты о проделанной работе; 	<ul style="list-style-type: none"> - составления электрических схем устройств электрических подстанций и сетей; - модернизация схем электрических устройств подстанций; - техническое обслуживание трансформаторов и преобразователей электрической энергии; - обслуживание оборудования распределительных устройств электроустановок; 	ОК 1-9; ПК 1.1. ПК 1.2. ПК 1.3.

Раздел 2. МДК.01.01. Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций	Лабораторные работы №16-25.	<ul style="list-style-type: none"> - устройство оборудования электроустановок; - виды работ и технологию обслуживания трансформаторов и преобразователей; - виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств; - эксплуатационно – технические основы линий электропередачи, виды и технологии работ по их обслуживанию; - основные положения правил технической эксплуатации электроустановок; - виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения. 	<ul style="list-style-type: none"> - обеспечивать выполнение работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии; - обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок; - контролировать состояние воздушных и кабельных линий, организовывать и проводить работы по их техническому обслуживанию; - использовать нормативную техническую документацию и инструкции; - оформлять отчеты о проделанной работе; 	<ul style="list-style-type: none"> - техническое обслуживание трансформаторов и преобразователей электрической энергии; - обслуживание оборудования распределительных устройств электроустановок; - эксплуатация воздушных и кабельных линий электропередачи; - применения инструкций и нормативных правил при составлении отчетов и разработке технологических документов. 	ОК 1-9; ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 1.4. ПК 1.5.

Содержание практических занятий и лабораторных работ охватывает весь круг умений и компетенций, на формирование которых направлен МДК.01.01. Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

При оценке освоенных умений при выполнении практических работ применяется пятибалльная шкала оценивания.

Оценивание лабораторных работ производится в соответствии со следующими нормативными актами:

- Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся;
- Положение о планировании, организации и проведении лабораторных работ и практических занятий.

Перечень лабораторных работ

Раздел 1. Устройство электрических подстанций и составление их схем

Лабораторная работа № 1 Исследование конструкции силового трансформатора

Лабораторная работа №2 Изучение конструкции магнитных пускателей.

Лабораторная работа № 3 Изучение конструкции контактора переменного тока.

Лабораторная работа № 4 Изучение конструкции контактора постоянного тока.

Лабораторная работа № 5 Изучение конструкции автоматических выключателей.

Лабораторная работа № 6 Исследование работы автоматического выключателя.

Лабораторная работа № 7 Изучение конструкции и выбор предохранителей.

Лабораторная работа № 8 Изучение конструкции высоковольтных выключателей переменного тока.

Лабораторная работа № 9 Разборка, замер параметров и сборка высоковольтного выключателя переменного тока.

Лабораторная работа №10 Исследование работы привода высоковольтного выключателя.

Лабораторная работа № 11 Исследование схемы управления высоковольтным выключателем переменного тока.

Лабораторная работа №12 Изучение конструкции разъединителей.

Лабораторная работа № 13 Изучение конструкции разрядников и ограничителей перенапряжений.

Лабораторная работа №14 Изучение конструктивного выполнения отпаечной трансформаторной подстанции.

Лабораторная работа №15 Изучение конструктивного выполнения трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.

Раздел 2. Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций

Лабораторная работа № 16 Испытание средств защиты.

Лабораторная работа №17 Испытания трансформаторного масла.

Лабораторная работа №18 Межремонтные испытания силового трансформатора.

Лабораторная работа № 19 Проверка состояния токоведущих частей и изоляторов и оформление отчетной документации.

Лабораторная работа №20 Проверка состояния разрядников и ограничителей перенапряжений и оформление отчетной документации.

Лабораторная работа № 21 Испытания измерительного трансформатора тока и оформление отчетной документации.

Лабораторная работа № 22 Профилактические испытания высоковольтных выключателей и оформление отчетной документации.

Лабораторная работа №23 Регулировка и испытания трехполюсного разъединителя.

Лабораторная работа № 24 Испытания аккумуляторных батарей.

Лабораторная работа № 25 Испытания измерительного трансформатора напряжения и оформление отчетной документации.

Лабораторная работа №1

Исследование конструкции силового трансформатора.

Цель: изучить основные элементы, номинальные параметры, схемы соединения обмоток:

- силового маслонаполненного однофазного трансформатора (марка трансформатора задается преподавателем).
- силового маслонаполненного трехфазного трансформатора (марка трансформатора задается преподавателем).

Приборы и оборудование:

- силовой однофазный трансформатор;
- силовой трехфазный трансформатор;
- рулетка.

Краткие теоретические сведения

Силовые трансформаторы предназначены для преобразования электрической энергии одного напряжения в электрическую энергию другого напряжения.

[Трансформатором называется статическое электромагнитное устройство, предназначенное для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения при неизменной частоте. (Частоедов Л.А. "Электротехника")]

Силовой трансформатор является основным оборудованием подстанции любого типа. Работа трансформатора основана на явлении взаимной индукции.

Задание

1. Исследование конструкции силового однофазного трансформатора .

1.1 Указать назначение исследуемого трансформатора, расшифровать его маркировку

1.2 Изучить номинальные параметры трансформатора и записать их значения в таблицу 1.1

Номинальные параметры трансформатора

Таблица 1.1

№	Наименование параметра	Значение параметра
---	------------------------	--------------------

1	Номинальная мощность $S_{\text{ном}}$, кВ·А	
2	Номинальное напряжение первичной обмотки $U_{\text{ном1}}$, кВ	
3	Номинальное напряжение вторичной обмотки $U_{\text{ном2}}$, кВ	
4	Напряжение короткого замыкания $U_{\text{к}}$, %	
5	Коэффициент трансформации $K_{\text{т}}$	
6	Схемы и группа соединения обмоток	
7	Масса трансформатора, кг	
8	Масса масла, кг	

2. Исследование конструкции силового трехфазного трансформатора.

2.1 Указать назначение исследуемого трансформатора, расшифровать его маркировку.

2.2 Изучить номинальные параметры трансформатора и записать их значения в таблицу 1.2

Номинальные параметры трансформатора

Таблица 1.2

№	Наименование параметра	Значение параметра
1	Номинальная мощность $S_{\text{ном}}$, кВ·А	
2	Номинальное напряжение первичной обмотки $U_{\text{ном1}}$, кВ	
3	Номинальное напряжение вторичной обмотки $U_{\text{ном2}}$, кВ	
4	Напряжение короткого замыкания $U_{\text{к}}$, %	
5	Коэффициент трансформации $K_{\text{т}}$	
6	Схемы и группа соединения обмоток	
7	Масса трансформатора, кг	
8	Масса масла, кг	

2.3 Определить основные размеры трансформатора.

Результаты измерений записать в таблицу 1.3

Габаритные размеры трансформатора

Таблица 1.3

Обозначение габарита	Значение габарита
Высота трансформатора, мм	
Длина трансформатора, мм	
Ширина трансформатора, мм	
Расстояние между фазами первичного напряжения, мм	
Расстояние между фазами вторичного напряжения, мм	
Расстояние между катками тележки по ширине трансформатора, мм	
Расстояние между катками тележки по длине	

трансформатора, мм	
--------------------	--

Содержание отчета

1. Название и цель занятия.
2. Предназначение, тип, номинальные параметры однофазного трансформатора.
3. Предназначение, тип, схема соединения обмоток, номинальные параметры трехфазного трансформатора.
4. Габаритные размеры трехфазного трансформатора.

Контрольные вопросы

1. Назначение масла в силовом трансформаторе.
2. Укажите особенность конструктивного выполнения магнитопровода трансформатора.
3. Назначение расширительного бака трансформатора.
4. Назначение радиаторов.
5. Опишите схему соединения обмоток изучаемых трансформаторов.

Лабораторная работа №2

Изучение конструкции магнитных пускателей.

Цель: изучить конструкцию магнитного пускателя.

Оборудование: магнитный пускатель марки ПАЕ.

Краткие теоретические сведения

Магнитные пускатели предназначены для дистанционного управления электродвигателями и другими электроустановками мощностью до 75 кВт. Они обеспечивают нулевую защиту, т.е. при исчезновении напряжения или его снижении до 50-60 % от номинального катушка не удерживает магнитную систему пускателя и силовые контакты его размыкаются.

При восстановлении напряжения приемник электрической энергии остается отключенным.

Пускатели с тепловым реле защищают электродвигатели от длительных перегрузок.

Задание

1. Указать и расшифровать полную маркировку магнитного пускателя.
2. Записать номинальные параметры магнитного пускателя

Основные технические данные магнитного пускателя Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра
Величина	
Номинальный ток, А	
Номинальное напряжение коммутируемой цепи, В	
Исполнение	
Наличие тепловых реле	
Реверсивность	

3. Изучить конструкцию магнитного пускателя
На рис. 1 указать названия основных элементов

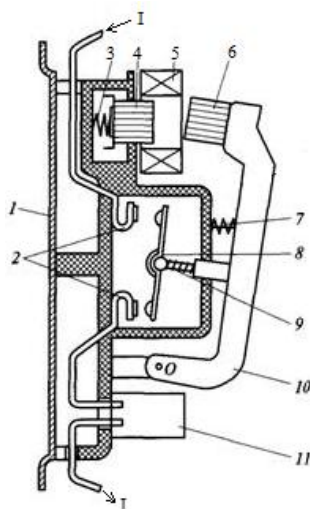


Рис. 1 Конструктивная схема магнитного пускателя

Магнитный пускатель расположен на основании 1. На противоположном конце траверсы 10 укреплен якорь 6, который притягивается электромагнитом, состоящим из магнитопровода 4 и обмотки 5. Под магнитопроводом имеется пружина сжатия 3, которая обеспечивает более плотное прилегание якоря и магнитопровода при срабатывании электромагнита и смягчает возникающий при этом удар. Последовательно с коммутируемой цепью включено тепловое защитное реле 11. При токах перегрузки тепловое реле срабатывает и своими контактами разрывает цепь питания. Траверса 10 под действием возвратной пружины 7 отходит, контакты 8 (подвижные) и 2 (неподвижные) размыкаются, и происходит отключение главной цепи.

4. Пояснить принцип работы магнитного пускателя, используя представленную в задании электрическую схему (рис. 2):

- при нажатии кнопки «Пуск»;
- при нажатии кнопки «Стоп».

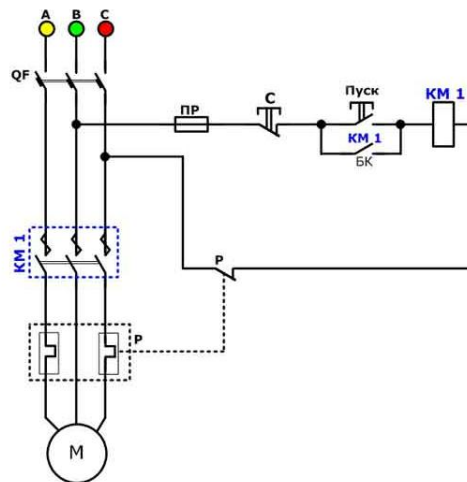


Рис.2 Электрическая схема управления магнитным пускателем серии ПАЕ

Содержание отчета

1. Название и цель занятия.
2. Назначение, расшифровка марки магнитного пускателя.
3. Таблица с номинальными параметрами магнитного пускателя.
4. Рисунок магнитного пускателя с указанием основных элементов конструкции.
5. Электрическая схема магнитного пускателя.
6. Описание принципе работы магнитного пускателя.
7. Контрольные вопросы
8. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Что значит реверсивный магнитный пускатель?
2. Почему для защиты электродвигателя от токов короткого замыкания предусмотрены предохранители, а не достаточно теплового реле?

Лабораторная работа №3

Изучение конструкции контактора переменного тока.

Цель: изучить конструкцию контактора переменного тока.

Оборудование: контактор переменного тока.

Краткие теоретические сведения

Контактор – это аппарат дистанционного действия, предназначенный для частых включений и отключений силовых электрических цепей при нормальных режимах работы.

Конструкция электромагнитных контакторов.

Контактор состоит из следующих основных узлов: главных контактов, дугогасительной системы, электромагнитной системы, вспомогательных контактов.

Главные контакты осуществляют замыкание и размыкание силовой цепи. Они должны быть рассчитаны на длительное проведение номинального тока и на производство большого числа включений и отключений при большой их частоте. Нормальным считают положение контактов, когда втягивающая катушка контактора не обтекается током и освобождены все имеющиеся механические защелки.

Дугогасительные камеры контакторов постоянного тока построены на принципе гашения электрической дуги поперечным магнитным полем в камерах с продольными щелями. Магнитное поле в подавляющем большинстве конструкций возбуждается последовательно включенной с контактами дугогасительной катушкой.

Дугогасительная система обеспечивает гашение электрической дуги, которая возникает при размыкании главных контактов. Способы гашения дуги и конструкции дугогасительных систем определяются родом тока главной цепи и режимом работы контактора.

Электромагнитная система контактора обеспечивает дистанционное управление контактором, т. е. включение и отключение. Конструкция системы определяется родом тока и цепи управления контактора и его кинематической схемой. Электромагнитная система состоит из сердечника, якоря, катушки и крепежных деталей.

Электромагнитная система контактора может рассчитываться на включение якоря и удержание его в замкнутом положении или только на включение якоря. Удержание же его в замкнутом положении в этом случае осуществляется защелкой.

Отключение контактора происходит после обесточивания катушки под действием отключающей пружины, или собственного веса подвижной системы, но чаще пружины.

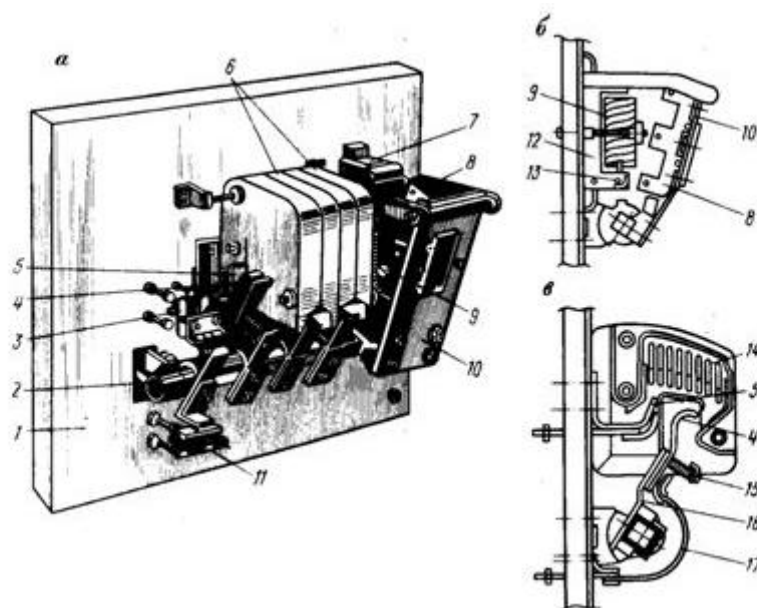


Рис. 1 Трехполюсный контактор типа КТ на ток 400 А:

а — общий вид (без дугогасительной камеры у первого полюса), б — электромагнит, в — контакты и дугогасительная камера, 1 — панель, 2 — вал подвижных контактов и якоря, 3 — блок-контакты, 4 — главный подвижный контакт, 5 — неподвижный контакт, Б - дугогасительные камеры: 7 - сердечник электромагнита, 8 — якорь, 9 — катушка электромагнита, 10 — держатель якоря, 11 — размыкающиеся блок-контакты, 12 — ярмо сердечника, 13— коротко-замкнутый виток, 14 — пластины дугогасительной камеры, 15 — контактная пружина, 16 — держатель подвижного контакта, 17 — гибкая связь.

Задание

1. Изучить конструкцию контактора переменного тока.
2. Записать номинальные параметры контактора

Основные технические данные контактора

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра
Величина	
Номинальный ток, А	
Номинальное напряжение коммутируемой цепи, В	

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Конструкция контактора типа КТ.
3. Таблица с номинальными параметрами контактора.
4. Контрольные вопросы.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. В чем отличие контактора от магнитного пускателя?
2. Что обозначает величина контактора?
3. Дайте расшифровку контактора КТ-7000.

Лабораторная работа №4

Изучение конструкции контактора постоянного тока.

Цель: изучить конструкцию контактора постоянного тока.

Оборудование: контактор постоянного тока.

Краткие теоретические сведения

Контакторы постоянного тока предназначены для коммутации цепей постоянного тока и, как правило, приводятся в действие электромагнитом постоянного тока.

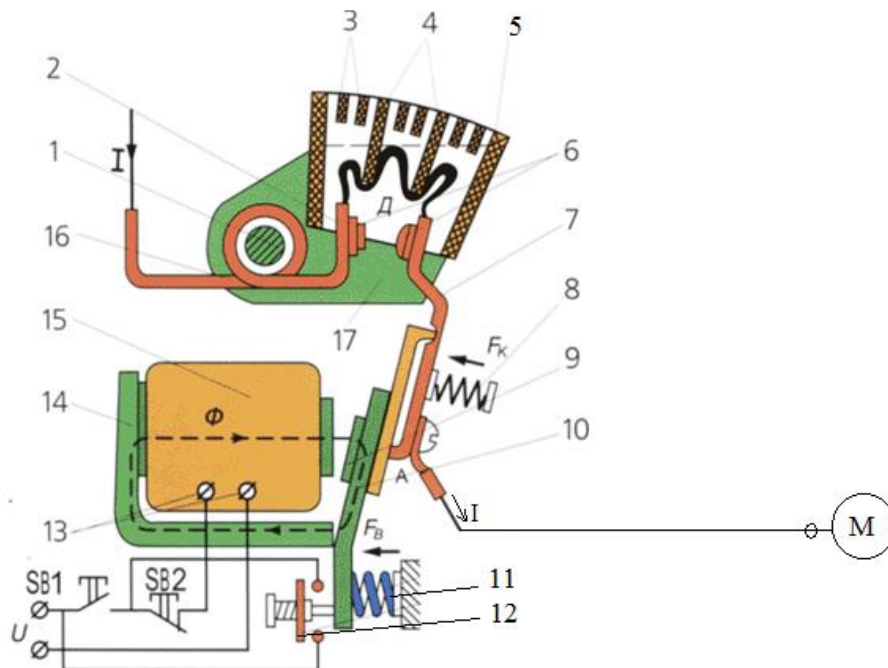


Рис. 1 Конструктивная схема контактора постоянного тока

Для управления контактором используется кнопочная станция (SB1, SB2). При нажатии кнопки SB1 («Пуск») нормально разомкнутые контакты замыкаются и напряжение подается на контактные выводы 13 катушки 15 контактора. Под действием тока в катушке создается магнитный поток

Ф. Якорь 10 притягивается к сердечнику 14 катушки 15, контакты 6 (неподвижный контакт 2 и подвижный контакт 7) замыкают цепь, по которой проходит ток I. Пружина 8 обеспечивает плотный контакт подвижного и неподвижного контактов.

Сжатая при включении пружина 11 стремится вернуть якорь в исходное положение. Для удержания якоря в притянутом к сердечнику виде по катушке должен постоянно протекать ток.

Для этого блокировочный контакт 12 шунтирует кнопку SB1, которую можно отпустить и ток в цепи катушки сохранится.

Между контактами (подвижным 7 и неподвижным 2) возникает электрическая дуга, которая силами магнитного дутья выталкивается в дугогасительную камеру 5. Магнитный поток в сердечнике дугогасительной катушки 1 создается при прохождении тока I по катушке магнитного дутья 16 и замыкается между щеками 17 магнитной системы. Дуга в камере растягивается между изоляционными перегородками 4, охлаждается. Пламегасительная решетка 3 из стальных пластин позволяет нейтрализовать электрические заряды, содержащиеся в пламени дуги.

В магнитных системах контакторов немагнитный зазор между якорем и сердечником создается магнитной прокладкой 9, предотвращающей «залипание» якоря при отключении катушки от сети.

Для отключения контактора необходимо разомкнуть цепь катушки кнопкой SB2 («Стоп»). Под действием пружины 11 якорь вернется в исходное состояние.

Задание

1. Изучить конструкцию и принцип работы контактора постоянного тока
2. Записать номинальные параметры контактора постоянного тока и расшифровку типа контактора.

Основные технические данные контактора

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра
Величина	
Номинальный ток коммутируемый ток, А	
Номинальное напряжение коммутируемой цепи, В	
Номинальное напряжение катушки, В	
Номинальный ток катушки	

Номинальные напряжения втягивающей катушки, ее номинальные токи

Номинальное напряжение катушки	Номинальный ток катушки
48	4,5
110	2
220	1

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Конструкция и принцип работы контактора постоянного тока.
3. Таблица с основными техническими данными контактора.
4. Контрольные вопросы.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. На какие номинальные токи выпускаются контакторы постоянного тока?
2. Назовите предназначение контактора постоянного тока.

Лабораторная работа №5

Изучение конструкции автоматических выключателей.

Цель: изучить конструкцию автоматических выключателей.

Оборудование и приборы:

1. Автоматический выключатель

Порядок выполнения

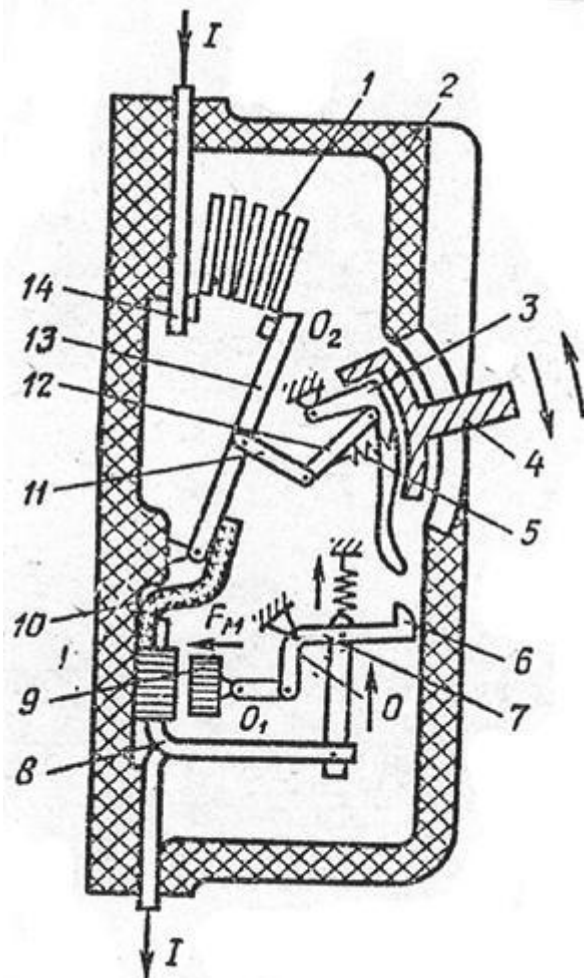
Автоматические выключатели предназначены для оперативных включений и отключений низковольтных электрических цепей и защиты их от токов КЗ и перегрузок (а некоторые автоматы и от исчезновения или понижения напряжения в электросети), т.е. являются как коммутационными, так и защитными аппаратами.

Роль защитных элементов, реагирующих на отключение той или иной контролируемой величины от своего номинального значения, выполняют расцепители.

В автоматическом выключателе (автомате) могут быть установлены следующие расцепители:

- тепловой (биметаллический), применяемый для защиты от перегрузок;
- электромагнитный (максимального тока), срабатывающий мгновенно при токе КЗ в цепи;
- комбинированный, включающий в себя электромагнитный и тепловой расцепители одновременно;
- минимального напряжения, срабатывающий в случае понижения напряжения или исчезновения напряжения;
- обратного тока, срабатывающий при изменении направления тока в цепи постоянного тока;
- независимый (ни от каких параметров электрической цепи), служащий для дистанционного отключения автомата.

1. Изучить конструкцию автоматического выключателя с комбинированными расцепителем (электромагнитным и тепловым).



Вручную включают и отключают автомат при помощи рукоятки 4. Для включения автомата рукоятку переводят вниз, при этом деталь 3 поворачивается и своим нижним концом входит в зацепление с зубом 6 удерживающего рычага 7. При этом под действием пружины 5 рычаги 11 и 12 перемещаются вверх. Автомат включается и ток течет через замкнутые контакты 13 (подвижные) и 14 (неподвижный), гибкую связь 10, катушку электромагнитного расцепителя и нагревательное устройство теплового расцепителя 8.

Автоматическое отключение при **коротком замыкании** происходит вследствие того, что якорь электромагнитного расцепителя под действием силы F_M

притягивается и зуб 6 выходит из зацепления с деталью 3. Пружина 5 поворачивает деталь 3, при этом рычаги 11 и 12 выгибаются вниз – автомат отключается.

Аналогично происходит отключение автомата при токах **перегрузки**. При этом свободный конец биметаллического расцепителя 8 перемещается вниз и зуб 6 выходит из зацепления с деталью 3.

Возникающая при размыкании контактов автомата электрическая дуга гасится в дугогасительной решетке 1. Повышение давления внутри замкнутого объема, образованного изоляционным основанием и крышкой 2, способствует гашению дуги.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Конструкция и принцип работы автоматического выключателя.
4. Контрольные вопросы.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Поясните принцип работы автоматического выключателя в аварийном режиме.
2. На что реагирует тепловой расцепитель.
3. Как подразделяются автоматические выключатели по количеству полюсов?

Лабораторная работа №6

Исследование автоматического выключателя.

Цель: изучить конструкцию теплового и электромагнитного расцепителя автоматического выключателя.

Оборудование: автоматический воздушный выключатель.

Краткие теоретические сведения

Роль защитных элементов, реагирующих на отключение той или иной контролируемой величины от своего номинального значения, выполняют расцепители.

В автоматическом выключателе (автомате) могут быть установлены следующие расцепители:

- тепловой (биметаллический), применяемый для защиты от перегрузок;
- электромагнитный (максимального тока), срабатывающий мгновенно при токе КЗ в цепи;
- комбинированный, включающий в себя электромагнитный и тепловой расцепители одновременно;
- минимального напряжения, срабатывающий в случае понижения напряжения или исчезновения напряжения;
- обратного тока, срабатывающий при изменении направления тока в цепи постоянного тока;
- независимый (ни от каких параметров электрической цепи), служащий для дистанционного отключения автомата.

1. Изучить принцип работы теплового расцепителя автоматического выключателя.

Конструктивно **тепловой расцепитель** представляет собой закрепленную в корпусе биметаллическую пластину, свободный конец которой через рычаг взаимодействует с механизмом расцепления.

При перегрузках пластина нагревается и контактирует с рычагом размыкающего механизма. По истечении периода, указанного производителем, пластина, изогнувшись до предела, нажмет на рычаг и разомкнет цепь.

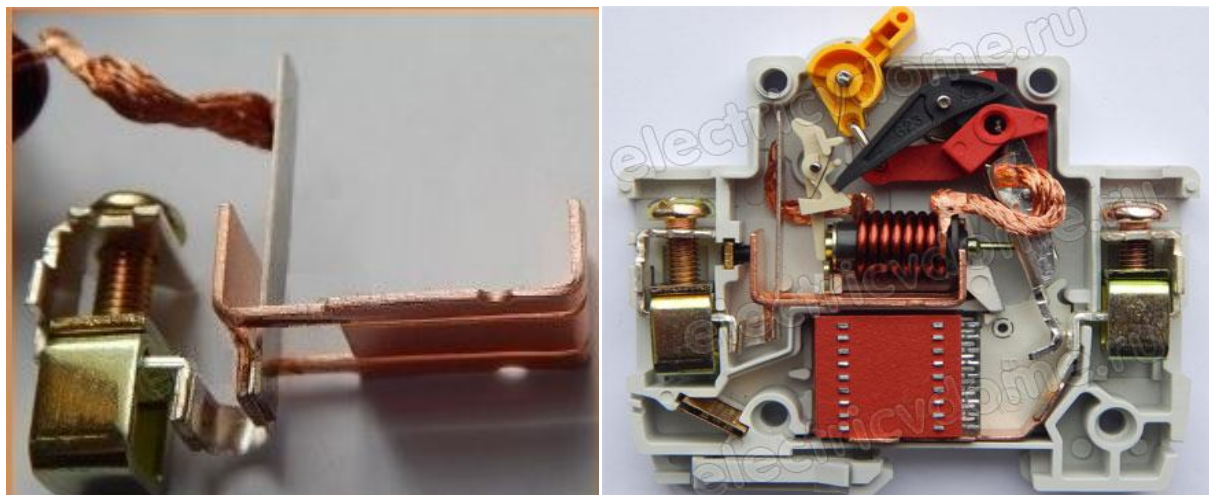


Рис. 1 Тепловой расцепитель

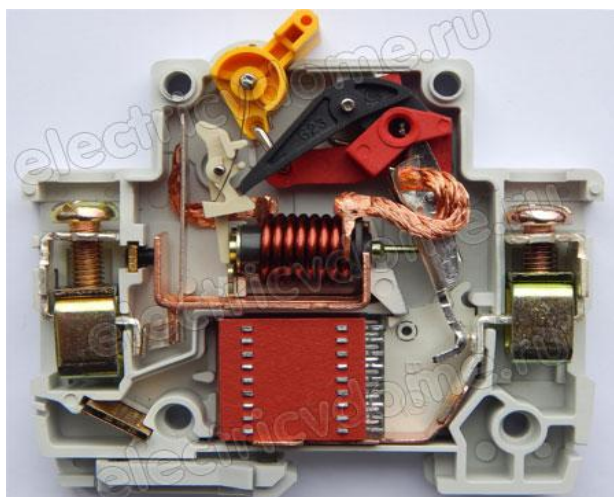
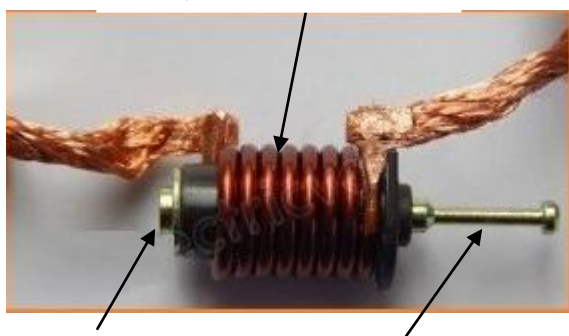
2. Изучить принцип работы электромагнитного расцепителя автоматического выключателя.

Электромагнитный расцепитель представляет собой соленоид сердечником, который связан с подвижным контактом.

В нормальном режиме работы через катушку соленоида протекает номинальный ток, соответственно, величина магнитного потока мала, поэтому сердечник не втягивается, что обеспечивает замкнутое состояние силовых контактов.

При коротком замыкании резкое увеличение тока в соленоиде приводит к увеличению магнитного потока, способного втянуть сердечник. Перемещение сердечника, соответственно, и проводника от подвижного контакта вызывает размыкание контактов и обесточивание защищаемой линии.

Катушка соленоида



*Сердечник Проводник от
 подвижного
 контакта*

Рис. 2 Электромагнитный расцепитель

3. Изобразить в виде графика процесс отключения цепи при коротком замыкании.

Общая продолжительность короткого замыкания складывается из трех слагаемых:

1. Время от начала КЗ до момента, когда ток достигает тока уставки, при котором срабатывает выключающее устройство (t_1)
2. Собственное время отключения – время от момента достижения током значения уставки до момента начала расхождения контактов (t_2).
3. Длительность процесса дугогашения (t_3).

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Принцип работы теплового расцепителя автоматического выключателя.
3. Принцип работы электромагнитного расцепителя автоматического выключателя.
4. График процесса отключения цепи при коротком замыкании.
5. Контрольные вопросы.
6. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Поясните принцип работы автоматического выключателя в нормальном режиме.
2. Поясните процесс отключения цепи автоматическим выключателем в ненормальном режиме.

Лабораторная работа №7

Изучение конструкции и выбор предохранителей.

Цель: изучить конструкцию предохранителей.

Оборудование:

1. Предохранитель типа ПР-2;
2. Предохранитель типа ПН-2;
3. Предохранитель типа ПКТ-10.

Задание:

1. Изучить конструкцию предохранителей напряжением до 1000 В;
2. Изучить конструкцию предохранителей напряжением выше 1000 В;
3. Выбрать предохранитель по заданному рабочему току защищаемой электрической цепи.

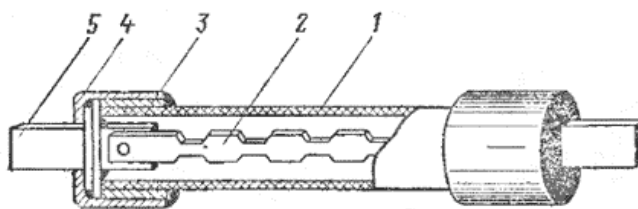
Краткие теоретические сведения

Предохранители предназначены для защиты электрических цепей от токов КЗ и перегрузок – являются защитными аппаратами.

Отключение электрической цепи предохранителем осуществляется путем расплавления («перегорания») плавкой вставки, которая нагревается протекающим через нее током защищаемой цепи, затем плавкая вставка заменяется вручную.

1. Изучить конструкцию предохранителей напряжением до 1000 В.

1.1 Предохранитель ПР-2



На рис. 1 изображен предохранитель типа ПР-2.

Рис. 1 Предохранитель типа ПР-2

1.2 Предохранитель ПН-2 .

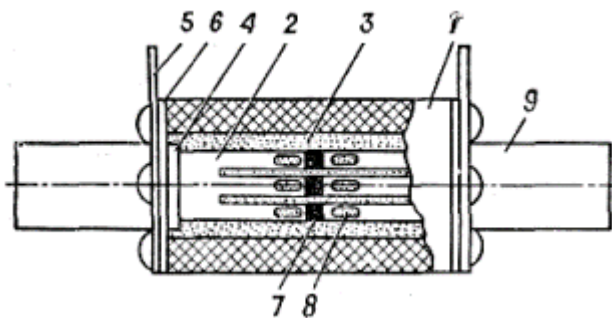


Рис. 2 Предохранитель типа ПН-2

Наполнителем в предохранителе служит кварцевый песок. Он хорошо поглощает тепло и охлаждает газы, в результате чего дуга деионизируется и гасится.

2. Изучение конструкции предохранителей напряжением выше 1000 В.

Предохранители серии ПК применяются в ЭУ напряжением до 35 кВ для защиты:

- силовых трансформаторов;
- воздушных и кабельных линий переменного тока малой мощности;
- измерительных трансформаторов напряжения

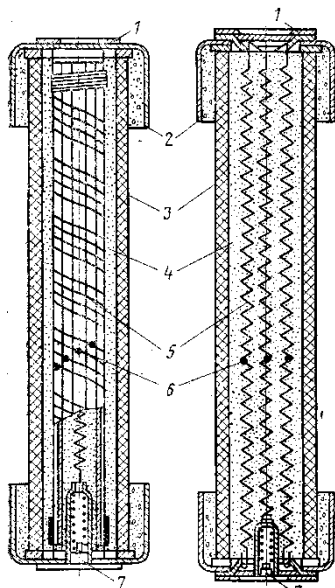


Рис. 3 Предохранитель типа ПК

Плавкие вставки состоят из медных проволок, намотанных на керамическое ребристое основание – для предохранителей на ток до 7,5 А или выполненные в виде спиралей – для предохранителей на ток выше 7,5 А.

3. Выбор плавкой вставки предохранителя по номинальному току и рабочему току защищаемой цепи.

Рабочий ток цепи $I_{\text{раб}} = 26 \text{ А}$.

Условие выбора: $I_{\text{ном.пв.}} = K_n \cdot I_{\text{раб.макс.}}$,

где

K_n – коэффициент нагрузки, зависящий от характера нагрузки (для осветительных установок $K_n = 1,1 - 1,2$);

$I_{\text{раб.макс}}$ – максимальный рабочий ток защищаемой электрической цепи, А.

Таблица 1

Наименование	Ток вставки, А
ПН2-31,5	31,5
ПН2-40	40
ПН2-50	50
ПН2-63	63
ПН2-80	80
ПН2-100	100

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Конструкция предохранителей напряжением до 1000 В.
3. Конструкция предохранителей напряжением выше 1000 В
4. Условия выбора предохранителя для рабочих токов цепи.
5. Контрольные вопросы.
6. Вывод.

Контрольные вопросы

1. На какие токи предназначены предохранители, у которых нет контактных ножей?
2. Поясните, что обозначает металлургический эффект.
3. Какой формы применяются плавкие вставки в предохранителях напряжением до 1000 В.

Лабораторная работа №8

Изучение конструкции высоковольтных выключателей переменного тока.

Цель: изучить конструкцию высоковольтных выключателей переменного тока.

Оборудование:

1. Полнос маломасляного выключателя типа ВМП-10-630/20 УЗ.
2. Вакуумный выключатель типа ВВ-10 со встроенным электромагнитным приводом.

Задание:

1. Изучить конструкцию маломасляного выключателя типа ВМП-10-630/20 УЗ. Технические характеристики выключателя занести в таблицу 1.
2. Изучить конструкцию вакуумного выключателя типа ВВ-10.
3. Изучить конструкцию элегазового выключателя типа ВГТ-110. Технические характеристики выключателя занести в таблицу 2.

Краткие теоретические сведения:

Высоковольтные выключатели предназначены для включения и отключения высоковольтных цепей переменного тока во всех режимах работы электроустановок (нормальном, ненормальном, аварийном).

По способу гашения дуги и роду дугогасящей среды выключатели подразделяются на:

- масляные,
- вакуумные,
- воздушные,
- элегазовые,
- электромагнитные.

1. Изучение конструкции маломасляного выключателя типа ВМТ-10.

Принцип гашения электрической дуги в дугогасительной камере маломасляного выключателя:

Под действием высокой температуры масло в дуговом промежутке разлагается и превращается в газ (около 70% водорода, 20% этилена, 10% метана)

Вокруг дуги образуется газовый пузырь, быстрое разложение масла приводит к повышению давления в пузыре, что способствует ее лучшему охлаждению и деионизации.

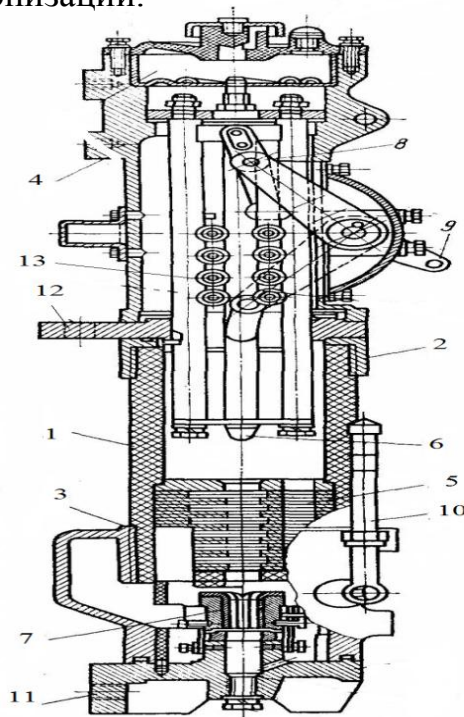


Рис. 1 Конструктивное исполнение полюса маломасляного выключателя типа ВМТ-10

Полюс выключателя с выводами состоит из прочного изоляционного влагостойкого цилиндра, на концах которого имеются металлические фланцы. На верхнем фланце укреплен корпус из алюминиевого сплава с расположенными внутри него механизмом, приводящим подвижный контакт в движение и стержнями подвижного контакта. Нажный фланец закрывается крышкой, на которой расположен розеточный контакт. Внутри цилиндра над розеточным контактом расположена дугогасительная камера. Цилиндр снабжен указателем уровня масла.

Технические характеристики выключателя ВМТ-10

Табл.1

Наименование параметров
Номинальное напряжение, кВ
Номинальный ток, А
Номинальный ток отключения, кА
Количество полюсов

2. Изучение конструкции вакуумного выключателя типа БВ-10.

Вакуумные выключатели осуществляют гашение дуги в вакуумной камере, где газ практически отсутствует. Эти выключатели по своим

качествам наиболее близки к идеальным и поэтому в настоящее время получают все более широкое распространение.

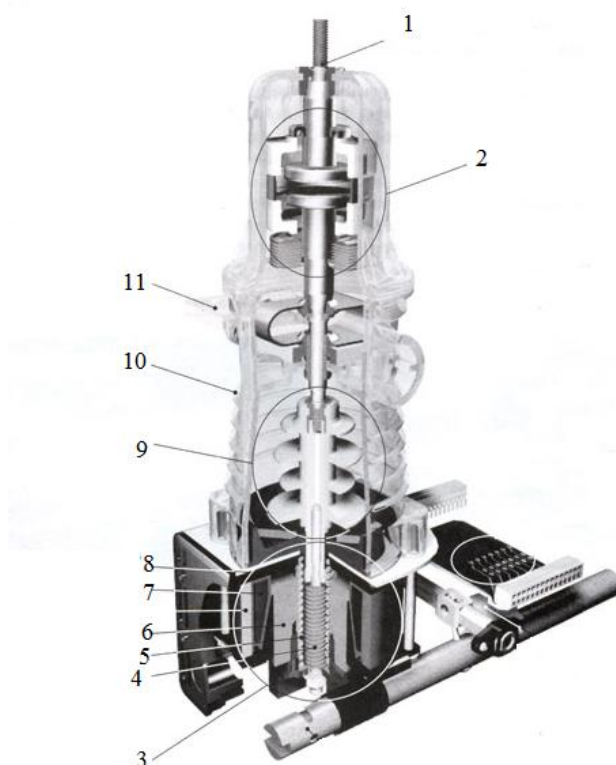


Рис. 2 Конструктивное исполнение полюса вакуумного выключателя типа БВ-10.

Ток, протекающий по катушке электромагнитного привода создает магнитное поле в зазоре между якорем и магнитопроводом. По мере роста тока в этом зазоре притяжение между якорем и магнитопроводом возрастает до величины, которая превышает силу удержания, создаваемую удерживающей катушкой. Якорь притягивается к магнитопроводу, магнитопровод в свою очередь действует на тяговый изолятор и подвижный контакт. Для плотного сжатия подвижного и неподвижного контакта используется пружина дополнительного поджатия контактов .

3. Изучение конструкции элегазового выключателя типа ВГТ-110-2500/40-У1.

На рисунке 3 выполнить соединение выключателя с трансформаторами тока на каждой фазе.

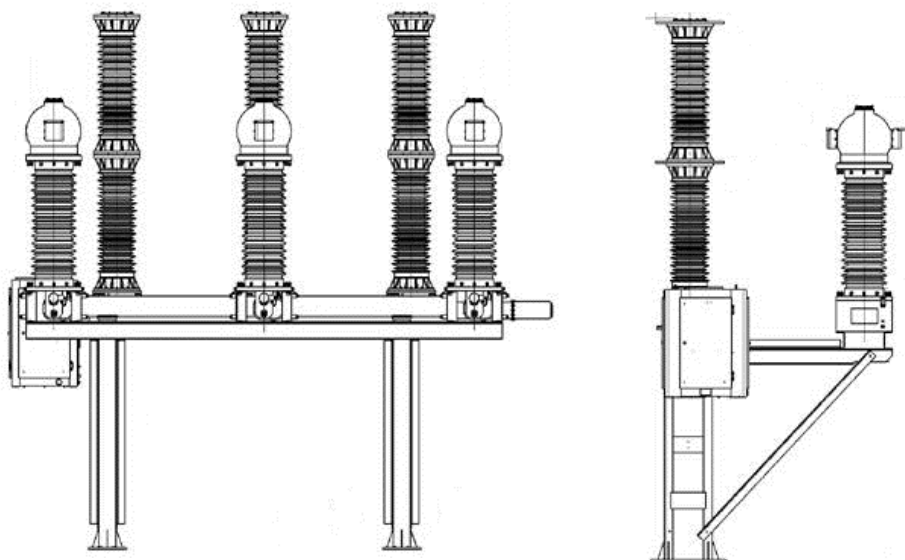


Рис. 3 Установка выключателя ВГТ-110 и трансформатора тока

Технические характеристики выключателя ВГТ-110

Табл.2

Наименование параметров
Номинальное напряжение, кВ
Номинальный ток, А
Номинальный ток отключения, кА
Количество полюсов

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Конструкция маломасляного выключателя типа ВМТ-10.
3. Конструкция вакуумного выключателя типа БВ-10.
4. Конструкция элегазового выключателя типа ВГТ-110-2500/40-У1.
5. Таблица с техническими характеристиками выключателя ВГТ-110.
5. Контрольные вопросы.
6. Вывод.

Контрольные вопросы

1. В каких режимах работы высоковольтные выключатели коммутируют электрическую цепь?
2. Назовите преимущества вакуумных выключателей перед масляными.
3. Чем маломасляный выключатель отличается от многообъемного?

Лабораторная работа №9

Разборка, замер параметров и сборка высоковольтного выключателя переменного тока.

Цель: научиться выполнять разборку и сборку высоковольтного выключателя переменного тока.

Оборудование и приборы:

1. Маломасляный выключатель типа ВМТ-10-630-20У3 (полюс);
2. Отвертка;
3. Гаечные ключи;
4. Обтирочные салфетки;

Порядок выполнения

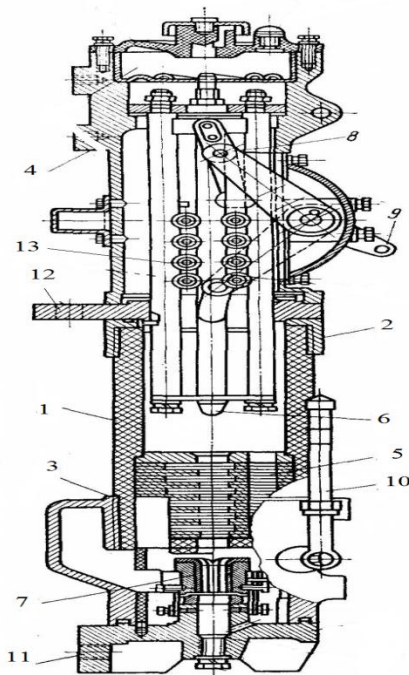


Рис. 1 Конструктивное исполнение маломасляного выключателя (полюса)

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Конструктивное исполнение маломасляного выключателя (полюса).
3. Вывод.

Лабораторная работа №10

Исследование работы привода высоковольтного выключателя.

Цель: изучить конструкцию электромагнитного привода.

Порядок выполнения

Привод выключателя предназначен для включения, удержания во
выключенном положении и отключения выключателя.

Достоинствами электромагнитных приводов являются простота конструкции и надежность работы в условиях сурового климата.

Недостатки – большой потребляемый ток и вследствие этого необходимость мощной аккумуляторной батареи (для включения выключателя МГГ-10 требуется ток 145 А, а выключателя У-220 требуется ток 500 А при напряжении 220 В), а также значительное время включения – до 1 с.

1.Изучить конструкцию электромагнитного привода.

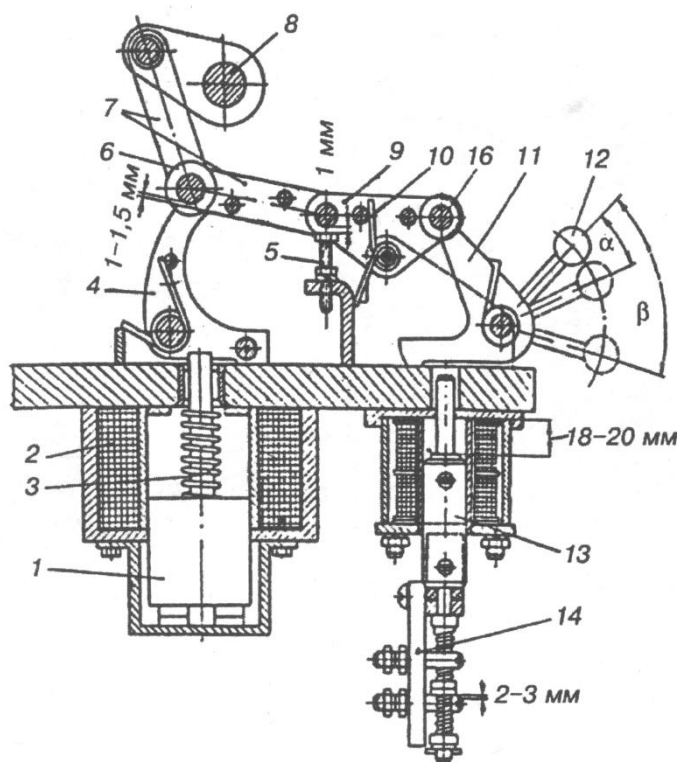


Рис.1 Механизм привода типа ПЭ

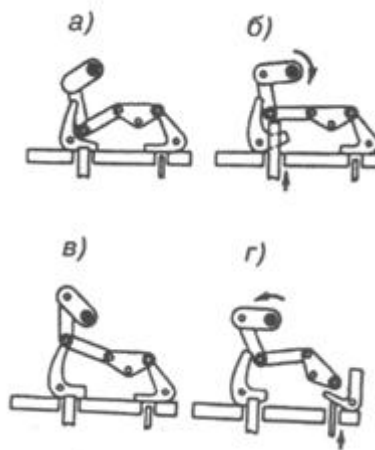


Рис. 2 Устройство привода ПЭ
а- отключенное положение привода;
б- процесс включения;
в- включенное положение привода;
г- процесс отключения привода

Содержание отчета

1. Название и цель работы
2. Конструкция электромагнитного привода выключателя.
3. Контрольные вопросы.
4. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Поясните принцип срабатывания электромагнитного привода выключателя.
2. Назовите достоинства и недостатки электромагнитного привода.

Лабораторная работа №11

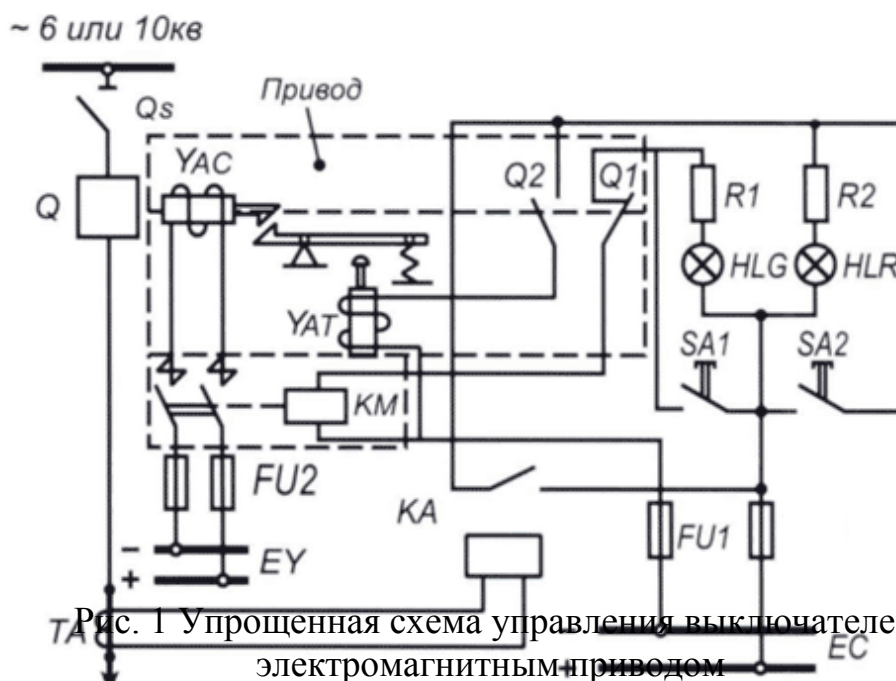
Исследование схемы управления высоковольтным выключателем переменного тока.

Цель:

1. Научиться собирать схему управления высоковольтным выключателем переменного тока.
2. Научиться производить анализ процессов, происходящих в схеме управления в различных режимах ее работы.
3. Научиться определять неисправности в схеме.

Оборудование и документация: «схема управления выключателем с электромагнитным приводом»

Порядок выполнения



Положение элементов схемы в различных режимах работы
Таблица 1

Режим работы	Элементы схемы								
	Q	SA ₁	SA ₂	KM	Q ₁	Q ₂	HLR	HLG	KA
Оперативное включение выключателя									
Оперативное отключение выключателя									
Автоматическое отключение выключателя									

Определить причины неисправностей:

1. При нажатии кнопки SA1 («Пуск») срабатывает контактор, а выключатель не включается.

2. При включении выключателя не загорается лампа «HLR».
3. При нажатии кнопки SA2 («Стоп») не срабатывает YAT.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Описание работы схемы во всех режимах.
3. Таблица положений элементов схемы в различных режимах работы.
4. Причины неисправностей в схеме.
5. Вывод.

Лабораторная работа №12

Изучение конструкции разъединителей.

Цель: практически изучить конструкцию разъединителя.

Оборудование и материалы: разъединитель (марка по заданию преподавателя), рулетка.

Порядок выполнения

1. Указать полную маркировку изучаемого разъединителя и расшифровать ее.

2. Записать номинальные параметры разъединителя в таблицу 1.

Таблица 1

Наименование параметров
Номинальное напряжение, кВ
Номинальный ток, А
Ток термической стойкости, кА
Время протекания тока термической стойкости, с
Ток электродинамической стойкости, кА
Масса разъединителя

3. Выполнить замеры параметров разъединителя. Результаты измерений занести в таблицу 2.

Измеряемый параметр
Расстояние между изоляторами фазы
Высота разъединителя вместе с рамой
Высота изолятора разъединителя с рамой
Расстояние между фазами А и В разъединителя
Расстояние между фазами В и С разъединителя
Ширина разъединителя

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Расшифровка разъединителя.
3. Таблица с номинальными параметрами разъединителя.
4. Таблица с замерами параметров разъединителя.

5. Контрольные вопросы.

6. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Укажите графически порядок операций выключателем и разъединителями при отключении цепи; при включении цепи.

2. Укажите графическое обозначение на схемах разъединителя с двумя комплектами заземляющих ножей.

Лабораторная работа №13

Изучение конструкции разрядников и ограничителей перенапряжений.

Цель: практически изучить конструкцию и номинальные параметры:

- вентильного разрядника РВП-6
- ограничителя перенапряжения ОПН-10.

Оборудование и материалы:

- вентильный разрядник РВП-6.
- ограничитель перенапряжения ОПН-10.

Порядок выполнения

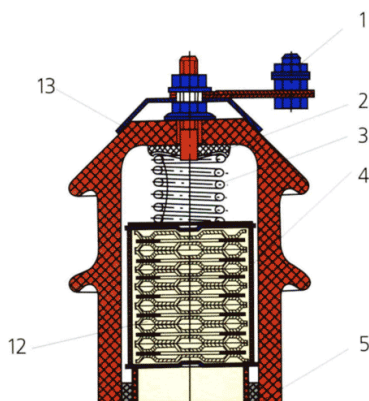
1. Записать номинальные параметры вентильного разрядника в табл.1

Основные технические данные вентильного разрядника РВП-10

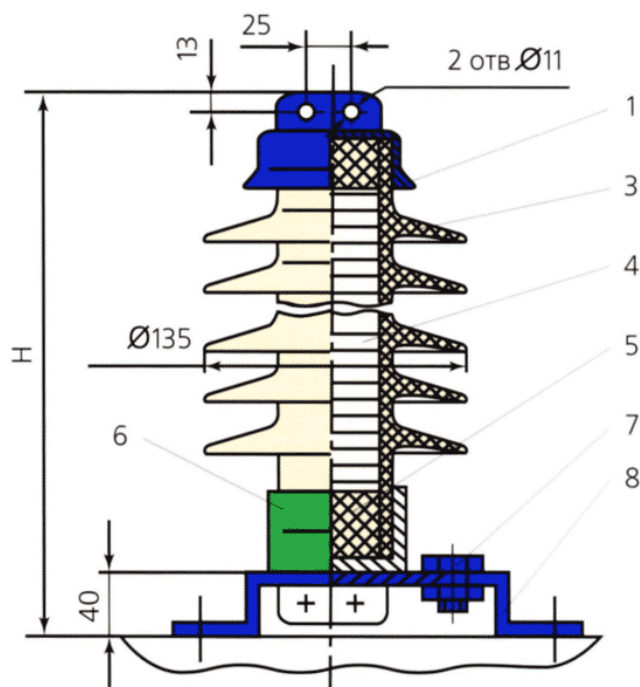
Таблица 1

Наименование параметра
Номинальное напряжение сети, кВ
Пробивное напряжение разрядника, кВ
-не менее
-не более
Масса, кг
Высота, мм
Диаметр, мм

2. Изучить конструкцию вентильного разрядника. Указать его основные элементы.



3. Изучить конструкцию ограничителей напряжения ОПН-10.



4. Записать номинальные параметры ограничителя перенапряжений в табл.2.

Основные технические данные ограничителя перенапряжений ОПН-10

Таблица 2

Наименование параметра
Номинальное напряжение сети, кВ
Остающееся напряжение при импульсном токе с амплитудой 300 А, не более, кВ
Остающееся напряжение при импульсном токе с амплитудой 1000 А, не

более, кВ
Высота, мм

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Таблица с основными техническими данными вентильного разрядника РВП-10.
3. Конструкция вентильного разрядника.
4. Конструкция ограничителя перенапряжений.
5. Таблица с основными техническими данные ОПН.
6. Контрольные вопросы.
7. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Что такое перенапряжение?
2. Назовите виды перенапряжений.
3. Укажите преимущество ОПН перед вентильными разрядниками.
4. Условное графическое обозначение разрядников в электрических схемах.

Лабораторная работа №14

Изучение конструктивного выполнения отпаечной трансформаторной подстанции.

Цель:

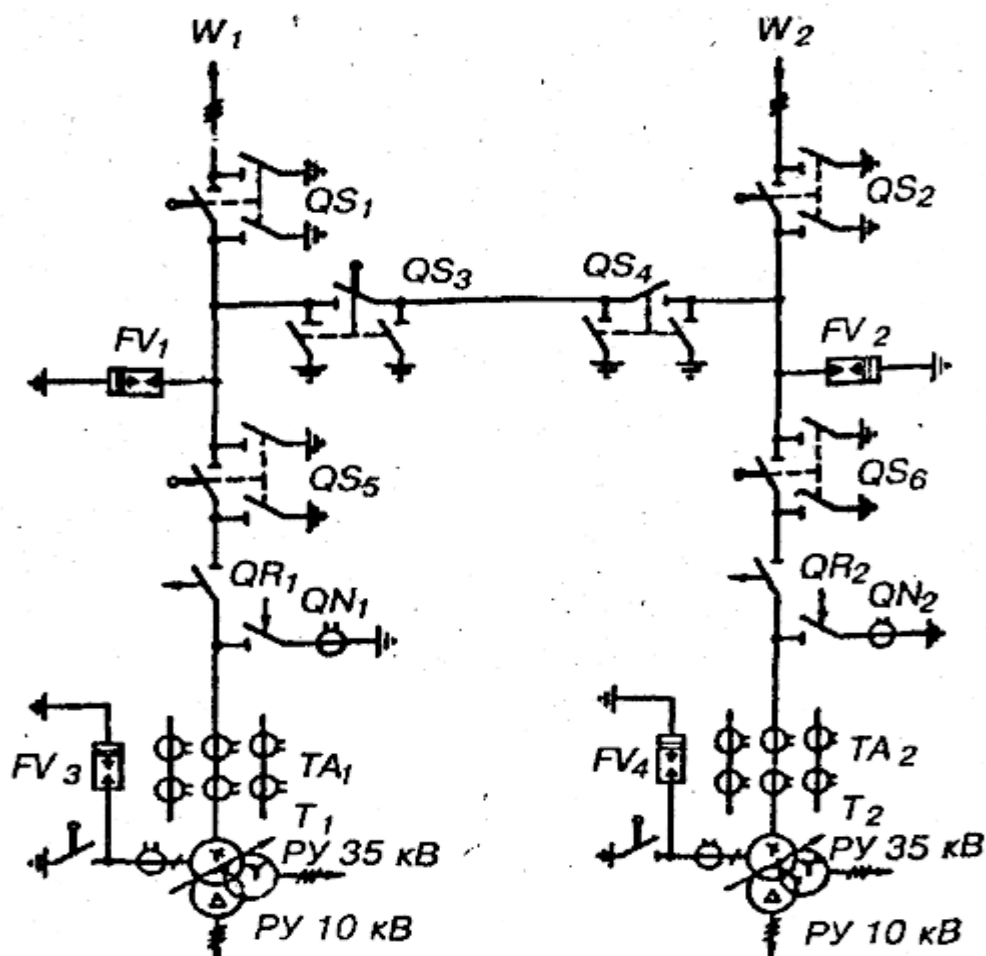
1. Изучить схему электрических соединений отпаечной трансформаторной подстанции.
2. Изучить конструктивное выполнение открытого распределительного устройства.

Оборудование и приборы:

1. Действующая отпаечная трансформаторная подстанция.
2. Схема главных электрических соединений.

Порядок выполнения

1. Изучить схему главных электрических соединений отпаечной трансформаторной подстанции.



Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Описание схемы главных электрических соединений отпаечной трансформаторной подстанции.
3. Вывод.

Лабораторная работа №15

Изучение конструктивного выполнения комплектной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.

Цель:

1. Изучить схему электрических соединений комплектной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.
2. Изучить конструкцию комплектной трансформаторной подстанции напряжением 10/0,4 кВ.

Оборудование и приборы:

1. Комплектная трансформаторная подстанция 10/0,4кВ.
2. Принципиальная электрическая схема главных электрических соединений КТП-10/0,4 кВ.

Порядок выполнения

1. Изучить схему электрических соединений комплектной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.

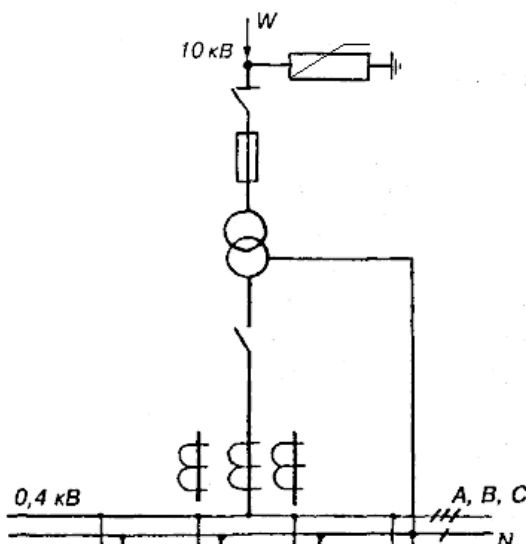


Рис. 1 Однолинейная схема главных электрических соединений КТП

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Описание схемы главных электрических соединений КТП.
3. Конструкция комплектной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.

Лабораторная работа №16

Испытание средств защиты.

Цель: изучение методов испытания диэлектрических перчаток, применяемых в электроустановках в качестве электрозащитного средства.

Оборудование и приборы:

1. Испытательная установка.
2. Испытываемые диэлектрические перчатки.
3. Испытываемая изолирующая штанга.

Порядок выполнения

1. Нормы и сроки эксплуатационных электрических испытаний средств защиты

Наименование средств защиты	Напряжение электроустановки, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Продолжительность испытания	Ток, протекающий через изделие, мА, не более	Периодичность испытания	Штамп, устанавливаемый на изделии после испытания
Штанги изолирующие						
Указатели напряжения выше 1000 В						
Перчатки диэлектрические						

2. Проведение испытания диэлектрических перчаток.

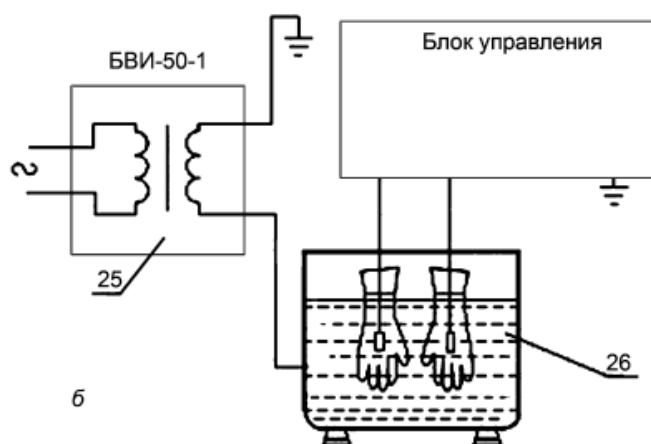
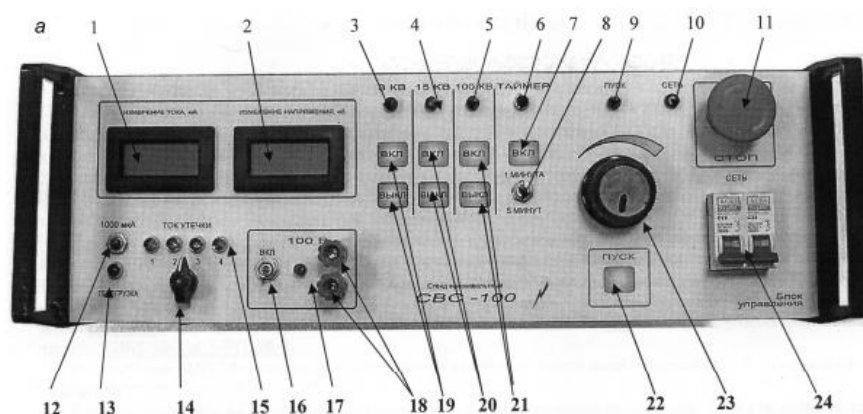


Рис. 1. Принципиальная схема испытания диэлектрических перчаток:

а) блок управления; б) схема подключения

1 – прибор измерения тока; 2 – прибор измерения напряжения; 3, 4, 5 – индикаторы режимов 3 кВ, 15 кВ и 100 кВ; 6 – индикатор включения таймера; 7 – кнопка включения таймера; 8 – переключатель таймера; 9 – индикатор высокого напряжения; 10 – индикатор напряжения сети; 11 – кнопка выключения ВН; 12 – кнопка переключения пределов измерения тока; 13 – индикатор перегрузки; 14 – переключатель электродов; 15 – индикаторы пробоя; 16, 17, 18 – блок калибровки; 19, 20, 21 – включение и отключение режимов 3 кВ, 15 кВ и 100 кВ; 22 – включение высокого напряжения; 23 – регулятор высокого напряжения; 24 – выключатель блока управления; 25 – испытательный трансформатор БВИ-50-1; 26 – ванна с водой.

3. Заполнить протокол испытаний средств защиты.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

(наименование лаборатории)

Протокол № _____

от " ____ " _____ 20 ____ г.

(наименование средств защиты)

№ _____ в количестве _____ шт.

принадлежащие _____
(наименование предприятия)

испытаны напряжением переменного тока частотой 50 Гц, постоянного тока
(нужное подчеркнуть):

изолирующие части _____ кВ в течение _____ мин.
рабочие части _____ кВ в течение _____ мин.
ток, протекающий через изделие, _____ мА

Дата следующего испытания _____ 20 ____ г.

Испытание провел _____
(подпись) (фамилия)

Начальник лаборатории _____
(подпись) (фамилия)

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Таблица норм и сроков эксплуатационных электрических испытаний средств защиты.
3. Принцип проведения испытания средств защиты.
4. Протокол испытания средств защиты.
5. Контрольные вопросы.
6. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Как часто производят испытания диэлектрических перчаток?

Лабораторная работа №17 Испытание трансформаторного масла.

Цель: научиться определять электрическую прочность трансформаторного масла.

Оборудование и приборы:

1. Испытательная установка.

2. Испытательная ванна с электродом.
3. Испытываемое трансформаторное масло.

Краткие теоретические сведения:

1. Ознакомиться с испытательной установкой.
2. Определить электрическую прочность трансформаторного масла.
3. Составить протокол по результатам испытаний трансформаторного масла.

Ход занятия:

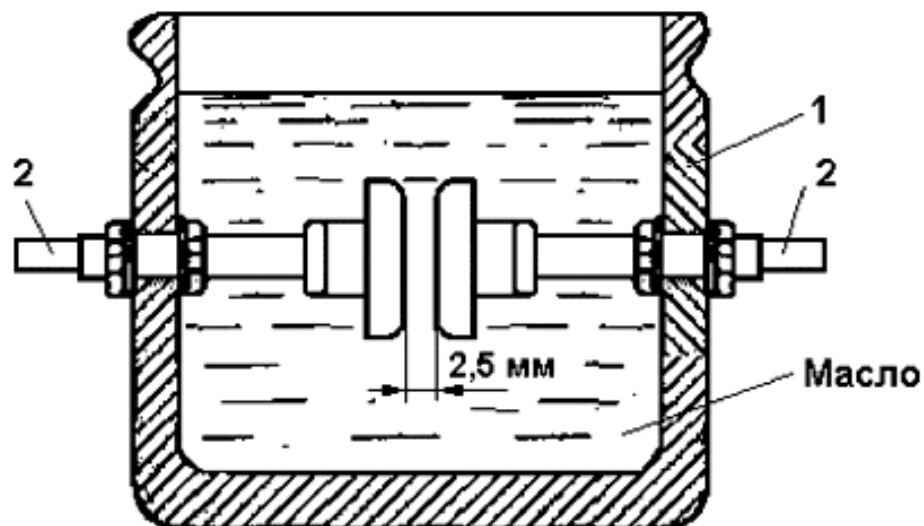


Рис. 1 Стандартный маслопробойник

Дорога _____
 Предприятие _____
 Цех _____

Форма ЭУ-97
 Утверждена ОАО «РЖД» 2004 г.

ПРОТОКОЛ № _____
 ИСПЫТАНИЯ МАСЛА

Наименование и номер аппарата _____

Мощность _____ Напряжение _____ Тип _____

Причина испытания и дата отбора масла _____

Электрическая прочность (кВ):

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____

Средняя прочность(кВ): _____

Температура масла при испытании: _____

Наличие механических примесей и воды(визуально): _____

Внешний вид масла, цвет: _____

Заключение _____

Испытание производил _____

Протокол проверил _____

« _____ » _____ 20 ____ г.

Содержание отчета

1. Название и цель работы
2. Испытание трансформаторного масла.
3. Протокол испытания трансформаторного масла.
4. Контрольные вопросы.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Для чего необходимо производить испытания трансформаторного масла?
2. Что такое электрическая прочность?

Лабораторная работа №18

Межремонтные испытания силового трансформатора.

Цель:

1. Изучить основные операции при испытании силового трансформатора.
2. Научиться измерять сопротивление изоляции обмоток силового трансформатора.

Оборудование и приборы: (марку трансформатора задает преподаватель)

Наименование оборудования	Тип	Технические характеристики

Порядок выполнения

1. Изобразить схему соединения обмоток трансформатора.
2. Записать паспортные данные трансформатора:

Заводской номер _____
Тип _____
Мощность _____
Номинальное напряжение _____
Номинальный ток _____
Соединение обмоток _____
Напряжение КЗ _____
Год выпуска _____

3. Указать основные операции при испытании силового трансформатора.
4. Измерить сопротивление изоляции обмоток трансформатора.

Содержание отчета

1. Цель и название работы.
2. Схема соединения обмоток трансформатора.
3. Паспортные данные трансформатора.
4. Основные действия при проведении испытания силового трансформатора.
5. Вывод.

Лабораторная работа №19

Проверка состояний токоведущих частей и изоляторов и оформление отчетной документации.

Цель:

1. Получить навыки по проверке состояния токоведущих частей и изоляторов.
2. Научиться оформлять отчетную документацию по проверке состояния токоведущих частей и изоляторов.

Оборудование и приборы:

1. Книга осмотров и неисправностей формы ЭУ-83.
2. Токоведущие части, опорные изоляторы.

Порядок выполнения

1. Произвести осмотр токоведущих частей и опорных изоляторов.
2. Заполнить книгу осмотров и неисправностей.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Книга осмотров и неисправностей.
3. Вывод.

Дорога _____
Предприятие _____
Цех _____

Форма ЭУ-83
0361837
Утверждена ОАО «РЖД» в 2004 г.

КНИГА ОСМОТРОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Дата и время	Место обнаружения неисправностей	Описание обнаруженных неисправностей. Отметка о необходимости выдачи предупреждения и краткое описание выполненных работ	Подпись лица, обнаружившего неисправность	Дата и время устранения неисправностей и отмены предупреждения	Подпись руководителя работ	Примечание
1	2	3	4	5	6	7

Лабораторная работа №20

Проверка состояния разрядников и ограничителей перенапряжений и оформление отчетной документации.

Цель:

1. Получить навыки по проверке состояния разрядника и ОПН.
2. Научиться составлять отчетную документацию по проверке состояния разрядников и ОПН.

Оборудование и материалы:

1. Разрядник (маркировку указывает преподаватель).
2. Ограничитель перенапряжений (маркировку указывает преподаватель).
3. Мегаомметр на напряжение 2500 В.

Порядок оформления

1. Осмотреть вентильный разрядник и ограничитель перенапряжений для определения состояния.
2. Ознакомиться с технологической картой по измерению сопротивления вентильных разрядников.
3. Измерить сопротивление разрядника мегаомметром.
4. Измерить сопротивление ОПН мегаомметром.
5. Ознакомиться с технологической картой по испытанию ОПН и разрядников.
6. Научиться заполнять протокол испытаний разрядников и ОПН.

1. Внешний осмотр разрядника/ОПН показал следующие дефекты.
2. Измерение сопротивления разрядников/ОПН.
3. Технологическая карта по испытанию ОПН и разрядников.

1. Измерение сопротивления $R_{60''}$ вентильного разрядника и ОПН.

2. Измерение тока проводимости (тока утечки) вентильных разрядников.

Измерение тока проводимости позволяет выявить увлажнение внутренних деталей разрядников и ограничителей перенапряжений при нарушении их герметичности на ранних стадиях развития дефекта.

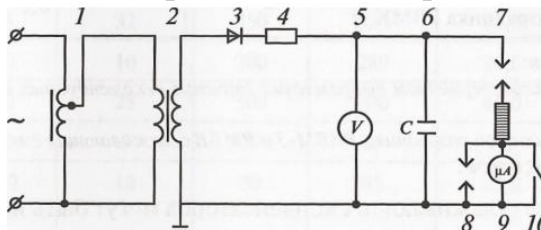


Рис. 1. Схема измерения тока проводимости вентильного разрядника:

1 - регулятор напряжения типа ЛАТР; 2 — испытательный трансформатор: $U_H = 15—50$ кВ; 3 - выпрямитель: $I_{np} = 50$ мА, $U = 30$ кВ; 4 — резистор: $R = 300$ кОм, $P_H = 150$ Вт; 5 — электростатический киловольтметр; 6 — конденсатор: $C_H = 0,1-0,4$ мкФ; 7—

испытываемый разрядник; 8 — защитный промежуток; 9- микроамперметр; 10—
выключатель

Испытательные выпрямленные напряжения, допустимые токи проводимости и пробивное напряжение вентильных разрядников

Тип разрядника или элемента	Испытательное выпрямленное напряжение, кВ	Ток проводимости разрядника при 20 °С, мкА		Действующее значение пробивного напряжения при частоте 50 Гц, кВ	
		Не менее	Не более	Не менее	Не более
РВО-6, РВН-6	6		6	16,0	19,0
РВО-10, РВП-10	10		6	26,0	30,5
РВО-35	42	70	130	78,0	98,0
РВМ-10	10	200	280	24,0	32,0
РВМ-20	28	500	700	45,0	59,0

3. Измерение пробивного напряжения при промышленной частоте вентильного разрядника.

Измерение пробивного напряжения вентильных разрядников производится с целью определения состояния их искровых промежутков и соответствия защитных характеристик требуемым нормам.

Измерения пробивных напряжений вентильных разрядников могут выполняться только при обязательном соблюдении следующих требований:

- время подъёма напряжения частотой 50 Гц до пробивного при испытании разрядников должны быть не более 0,5 с, но не менее 0,1 с.
- интервалы между отдельными измерениями должны быть не менее 10 с и не более 1 мин;
- длительность протекания тока через разрядник после пробоя его искровых промежутков не должно превышать 0,5 с;

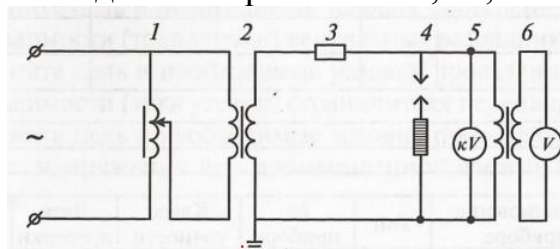


Рис. 2. Измерение пробивного напряжения на переменном токе промышленной частоты:

1 — регулятор напряжения типа ЛАТР; 2— испытательный трансформатор: $V_H = 15—50$ кВ; 3— резистор: $R \leq 1000$ кОм $\pm 10\%$; $P_H = 10$ Вт; 4— испытываемый разрядник; 5 — электростатический киловольтметр; 6 — измерительный трансформатор типа НОМ-10.

За пробивное напряжение элементов вентильных разрядников должно приниматься среднее значение не менее:

- трёх измерений для разрядников РВС;
- пяти измерений для разрядников РВРД;
- десяти измерений для разрядников РВМ, РВМГ и РВМК.

ПРОТОКОЛ № _____

Испытание вентильных разрядников и ограничителей перенапряжений

№ п/п	Фаза, опор а	Тип разрядника/ ОПН	Заводской №	Сопротивл ение разрядника	Результаты испытаний разрядника		Заклучени е
					Ток, проводимост ь, мкА	Пробивное напряжени е, кВ	

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Дефекты, обнаруженные при осмотре разрядника и ОПН.
3. Измерение сопротивления вентильного разрядника и ОПН.
4. Измерение тока проводимости (тока утечки) вентильных разрядников.
5. Протоколы испытания вентильных разрядников.

Лабораторная работа №21

Испытания измерительного трансформатора тока и оформление отчетной документации.

Цель:

1. Получить навыки по испытанию измерительного трансформатора тока.
2. Научиться оформлять отчетную документацию по испытанию трансформатора тока.

Оборудование и приборы:

1. Трансформатор тока (маркировку указывает преподаватель).
2. Мегаомметр.

Порядок выполнения

1. Произвести внешний осмотр трансформатора тока.
2. Произвести измерение сопротивления изоляции.
3. Ознакомиться со схемой определения коэффициента трансформации.

Определение коэффициента трансформации трансформатора тока:

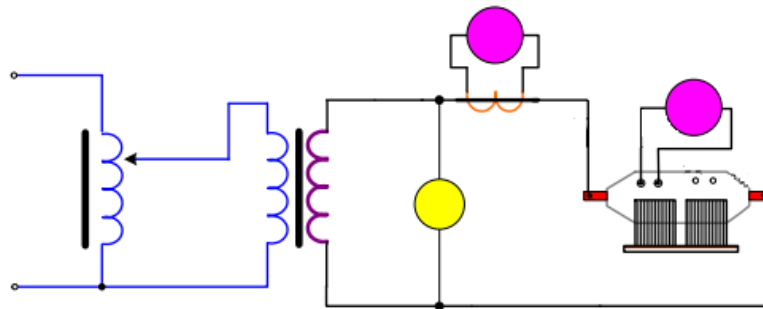


Рис. 1 Схема определения коэффициента трансформации трансформатора тока

3.1 Отклонение измеренного коэффициента от указанного в паспорте или от измеренного на исправном трансформаторе тока, однотипном с проверяемым, *не должно превышать 2%*.

3.2 Для проверки коэффициента трансформации трансформаторов тока собирают схему, представленную на рисунке 1. У встроенных трансформаторов тока коэффициент трансформации проверяется на всех ответвлениях.

3.3 Разделительный трансформатор создаёт на своей вторичной обмотке напряжение порядка 5В и ток порядка 1000А (в зависимости от испытываемого трансформатора тока).

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Дефекты, обнаруженные при осмотре трансформатора тока.
3. Измерение сопротивления изоляции.
4. Схема определения коэффициента трансформации.
5. Вывод.

Лабораторная работа №22

Профилактические испытания высоковольтных выключателей и оформление отчетной документации.

Цель:

1. Получить навыки профилактических испытаний высоковольтного выключателя.
2. Научиться оформлять отчетную документацию по профилактическим испытаниям высоковольтного выключателя.

Оборудование и приборы:

1. Высоковольтный выключатель (маркировку указывает преподаватель).
2. Мегаомметр типа ЭС0202/2-Г.

Порядок выполнения

1. Произвести внешний осмотр высоковольтного выключателя.
2. Произвести измерение сопротивления изоляции высоковольтного выключателя.
3. Ознакомиться с работами, выполняемыми при проведении профилактических испытаний.

Работы, выполняемые при проведении профилактических испытаний.

3.1 Испытание выключателя повышенным напряжением:

Производится для проверки электрической прочности изоляции выключателя.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производится в течении 1 мин.

Изоляция выключателей испытывается напряжением, значение которого зависит от номинального напряжения выключателя :

Номинальное напряжение выключателя	3	6	10
Испытательное напряжение для фарфоровой изоляции	24	32	42

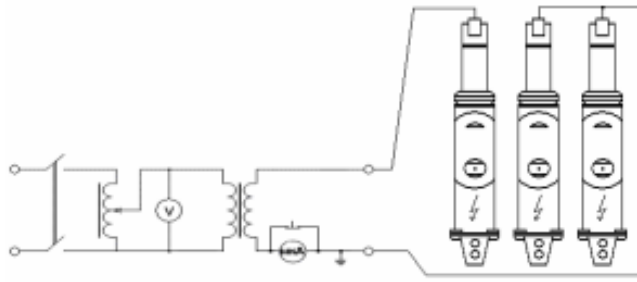


Рис. 1 Схема испытания повышенным напряжением масляного выключателя

. Высоковольтный вывод испытательной установки рис. 1 присоединен к трем закороченным выводам МВ. Масляный выключатель находится во включенном положении. Подаем на испытательную установку питание (220 В). Снимаем заземление с высоковольтного вывода испытательной установки и производим подъем напряжения до испытательного согласно таблицы 1. По достижении испытательного напряжения производим отсчет времени испытания. При испытаниях не должно быть пробоев, перекрытий изоляции и т.п.

3.2 Измерение сопротивления постоянному току.

Измерение сопротивления постоянному току контактной системы масляных выключателей производится пофазно у каждой пары рабочих контактов выключателя.

Для измерения сопротивления постоянному току контактной системы МВ применяют мост постоянного тока Ф-415. Измерение сопротивления проводится для каждой фазы отдельно при включенном положении выключателя.

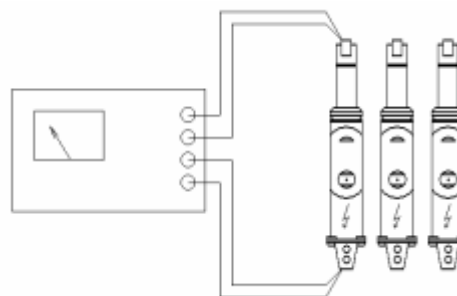


Рис. 2 Схема измерения сопротивления масляного выключателя постоянному току

4. Оформить протокол наладки и испытаний масляного выключателя.

Контрольные вопросы

1. Каким напряжением будет испытываться выключатель с фарфоровой изоляцией ВМТ-10-630-20?

2. Какое напряжение подается на испытательную установку при испытании повышенным напряжением высоковольтного выключателя?
3. В каком положении должен находиться выключатель при его испытании повышенным напряжением?
4. Какой прибор применяют для измерения сопротивления контактной системы выключателя постоянному току?

Дорога _____
 Предприятие _____
 Цех _____

ПРОТОКОЛ № _____
 НАЛАДКИ И ИСПЫТАНИЙ МАСЛЯНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

1. Основные данные

Тип	Предприятие-изготовитель	Заводской номер			Год изготовления	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА
		Фаза А	Фаза В	Фаза С				

Привод

Тип	Предп.-изготовитель	Заводской номер	Год изготовления	Ном. Напряжение электромагнитов, В

2. Результаты испытаний

Фаза	Заводской номер	Сопротивление изоляции, МОм	Тангенс угла диэлектрических потерь			Заводские данные		
			Испытательное напряжение, кВ	tgδ, %	С, пФ	Испытательное напряжение, кВ	tgδ, %	С, пФ

2.2 Испытание изоляции выключателя

2.2.1 Сопротивление изоляции подвижных и направляющих частей выключателя не менее _____ МОм

2.2.2 Изоляция выключателя испытана повышенным напряжением частоты 50 Гц _____ кВ в течении _____ мин.

3. Дополнительные испытания и проверки: _____

Закключение: _____.

Приборы

№п/п	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата проверки	Примечание

Лабораторная работа №23

Регулировка и испытания трехполюсного разъединителя.

Цель:

1. Получить навыки по выполнению регулировки и испытаний трехполюсного разъединителя.
2. Научиться оформлять отчетную документацию по испытанию разъединителя.

Оборудование и приборы:

1. Трехполюсный разъединитель (марка задается преподавателем).
2. Мегаомметр типа ЭС0202/2-Г.
3. Слесарные инструменты.

Порядок выполнения

1. Произвести внешний осмотр разъединителя.
2. Проверить состояние контактов, порядок размыкания контактов и произвести регулировку.
3. Произвести измерение сопротивления изоляции разъединителя.
Испытания разъединителей.
3.1 Испытание изоляции повышенным напряжением частотой 50 Гц

Изоляция, состоящая из многоэлементных штыревых изоляторов, подвергается испытанию напряжением 50 кВ.

Время испытания для керамических (фарфоровых) изоляторов - 1 мин, для твердой органической изоляции - 5 мин.

При наличии на одной стороне разъединителей эксплуатационного напряжения или при недостаточных конструктивных расстояниях между токоведущими частями разъединителей значение испытательного напряжения может быть снижено на 20-30 %.

3.2 Измерение сопротивления постоянному току:

контактной системы разъединителей напряжением 110 кВ и выше.

Измерение производится микроомметром, двойным мостом или методом ампервольтметра для всех главной цепи полюса.

Предельно допустимые сопротивления постоянному току должны соответствовать данным заводов-изготовителей или приведенным в табл.

1.

Таблица 1.Наибольшее допустимое сопротивление постоянному току контактной системы разъединителей.

Тип разъединителя (отделителя)	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Сопротивление, мкОм
РОНА	400-500	2000	200
РЛН	110-220	600	220
Остальные типы	110-500	600	175
		1000	120

4. Ознакомиться с технологической картой по испытаниям разъединителя.

Контрольные вопросы

1. В каком случае значение испытательного напряжения может быть снижено на 20-30 %?
2. Каким прибором производится измерение сопротивления постоянному току разъединителя?
3. Какое допустимое сопротивление постоянному току контактной системы разъединителя РДЗ-110 УХЛ1?

Лабораторная работа №24

Испытание аккумуляторных батарей.

Цель: получить навыки по испытанию аккумуляторной батареи.

Оборудование и приборы:

1. Аккумулятор СК-6.
2. Ареометр.
3. Стеклоанная трубка.
4. Нагрузочная вилка.

Порядок выполнения

1. Провести внешний осмотр батареи.
2. Измерить уровень электролита.
3. Измерить плотность электролита.

Проверка плотности и температуры электролита в каждой банке:

Плотность электролита в конце заряда должна находиться в пределах 1,2 - 1,21.

Плотность электролита в конце контрольного разряда аккумуляторной батареи должна быть не менее 1,145 в элементах С и СК.

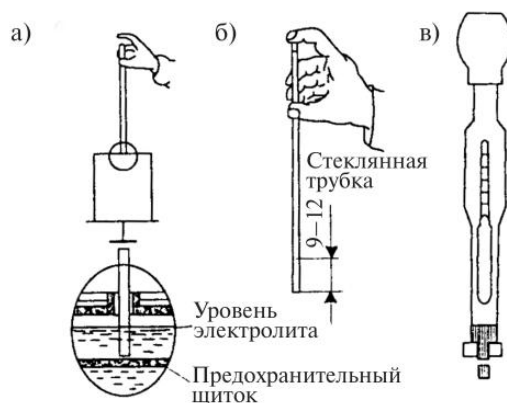


Рис. 1 Измерение уровня и плотности электролита

Проверка	Параметр	Допуск	Измерительные инструменты
Плотность			

электролита			
Потенциал + пластин элементов электролита (U)			
Потенциал - пластин элементов электролита (U)			

4. Измерить сопротивление изоляции.
5. Измерить напряжение пластин.

Лабораторная работа №25

Испытания измерительного трансформатора напряжения и оформление отчетной документации.

Цель: получить навыки по испытанию измерительного трансформатора и оформлению отчетной документации.

Оборудование и приборы:

1. Трансформатор напряжения типа (маркировка указывается преподавателем).
2. Мегаомметр типа ЭС0202/2-Г.

Порядок выполнения

1. Произвести внешний осмотр трансформатора напряжения.
2. Произвести измерение сопротивления изоляции.
3. Ознакомиться с технологической картой по испытанию трансформаторов напряжения

Технологические карты по испытаниям трансформатора напряжения.

3.1 Испытания повышенным напряжением 50 Гц.

Испытание изоляции обмотки ВН повышенным напряжением частоты 50 Гц проводятся для трансформаторов напряжения с изоляцией всех выводов обмотки ВН этих трансформаторов на номинальное напряжение.

Значение испытательного напряжения для изоляции вторичных обмоток вместе с присоединёнными к ним цепями принимается равным 1 кВ.

.Продолжительность приложения испытательного напряжения — 1 мин.

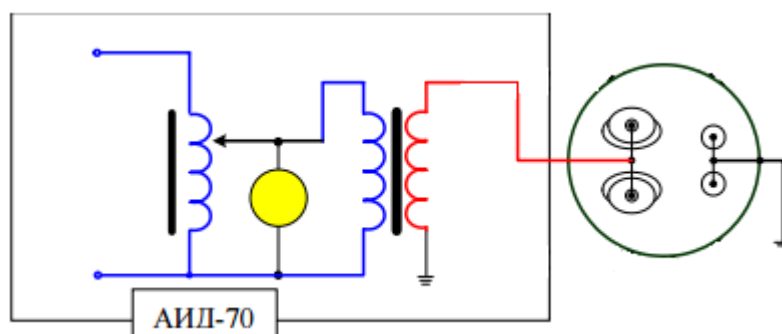


Рис. 1 Испытание первичной обмотки трансформатора напряжения повышенным напряжением промышленной частоты

Класс напряжений, кВ	Испытательное напряжение, кВ
10	38

15	50
20	59
35	86
110	180

3.2 Измерение сопротивления обмоток постоянному току.

Измерение проводится для выявления некачественных соединений, паяк и контактов в обмотке трансформаторов.

Отклонение измеренного сопротивления обмотки постоянному току от паспортного значения или от измеренного на других фазах не должно превышать 2%.

Сопротивление измеряется как на высоковольтной обмотке, так и на низковольтной.

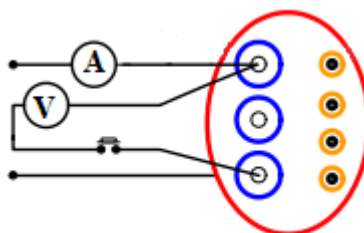


Рис. 2 Измерение сопротивления обмоток постоянному току.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Дефекты, обнаруженные при осмотре трансформатора напряжения.
3. Производство измерения сопротивления изоляции.
4. Технологическая карта по испытаниям трансформатора напряжения.
5. Вывод.