

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. Ф. Белей

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ для студентов бакалавриата
по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

Рецензент

доктор технических наук, профессор кафедры энергетики ФГБОУ ВО
«Калининградский государственный технический университет»
В. И. Гнатюк

Белей, В. Ф.

Электрические станции и подстанции: учеб.-метод. пособие по выполнению лабораторных работ для студентов бакалавриата по напр. подгот. 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / В. Ф. Белей. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 106 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ представлены материалы по устройству и принципу действия в области электрооборудования станций и подстанций, указания по проведению экспериментальных исследований. Лабораторные работы предназначены для практического закрепления теоретического материала в области электрооборудования станций и подстанций.

Рис. – 60, табл. –16.

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией Института морских технологий, энергетики и строительства 30.09.2022 г., протокол № 01

УДК 621.365

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Белей В. Ф., 2022 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
Правила техники безопасности при проведении работ	5
1. Общие требования охраны труда	5
2. Требования охраны труда перед началом работы	6
3. Требования охраны труда во время работы	6
4. Требования охраны труда по окончанию работы.....	7
5. Требования охраны труда в аварийных ситуациях.....	7
Лабораторные работы	8
Лабораторная работа № 1. «РАЗЪЕДИНИТЕЛИ»	8
Лабораторная работа № 2. «МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ».....	18
Лабораторная работа № 3. «ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»	28
Лабораторная работа № 4. «ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»	41
Лабораторная работа № 5. «ВАКУУМНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ»	52
Лабораторная работа № 6. «Изучение тренажера для электростанций и подстанций – МОДУС».....	65
Лабораторная работа № 7. «Тренажер-МОДУС. Аварийное отключение выключателя 10 кВ ат-1 4сек. Кз на отходящем фидере»	77
Лабораторная работа № 8. «Тренажер-МОДУС. Отключение и заземление линии 110 кВ для проведения на ней ремонтных работ»	79
Лабораторная работа № 9. «Тренажер-МОДУС. Оперативные переключения при аварийном отключении линии 110 кВ на ТЭС (неуспешное дистанционное включение)»	82
Лабораторная работа № 10. «КРУЭ. Ячейка комплектного распределительного устройства серии Флюэйр-100/200»	89

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» является базовой дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность к использованию системы знаний в области устройства электрооборудования и электрических схем соединений электростанций и подстанций, умений и навыков в выборе условий их работы в составе электроэнергетической системы.

Целью освоения дисциплины является формирование обучающихся знаний, умений и навыков в области основного электрооборудования электрических станций и подстанций.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление обучающихся с назначением, основными параметрами, конструкцией и принципами работы электротехнического оборудования электростанций и подстанций;
- изучение схем электрических соединений электрических станций и подстанций, распределительных устройств, систем собственных нужд электроустановок;
- овладение методом расчета электрооборудования электростанций и подстанций и проверки на термическую и электродинамическую стойкость.

По завершении изучения дисциплины «Электрические станции и подстанции» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

знать: структуру и основные показатели электрических станций и подстанций; схемы и основное электротехническое и коммуникационное оборудование электрических станций и подстанций; основные режимы работы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций;

уметь: применять и эксплуатировать электрооборудование электрических станций и подстанций; анализировать техническую информацию по электрооборудованию, схемам электрических соединений электрических станций и подстанций; работать над проектами электрических станций и подстанций; графически отображать схемы распределительных устройств;

владеть: методами расчета и выбора основного электротехнического и коммутационного оборудования электрических станций и подстанций.

Выполнение обучающимся лабораторных работ проводится с целью развития знаний, умений и навыков в области принципа действия, структуры электрооборудования электрических станций и подстанций.

Задачами освоения лабораторного практикума являются:

- изучение конструкции, принципа действия и основных параметров электрооборудования электрических станций и подстанций;
- ознакомление с основным электрооборудованием электрооборудования электрических станций и подстанций и особенностями его эксплуатации;

- исследование эксплуатационных характеристик и режимов работы электрооборудования электрических станций и подстанций.
- освоение методов управления и контроля электрооборудования электрических станций и подстанций;
- приобретение навыков задания режимов работы электрооборудования электрических станций и подстанций путем программирования средств контроля и управления.

Правила техники безопасности при проведении работ

1. Общие требования охраны труда

Безопасность жизнедеятельности при проведении лабораторных работ в лабораториях кафедры энергетики обязательна для профессорско-преподавательского состава, учебно-вспомогательного персонала и студентов.

К проведению лабораторных работ допускаются лица, прошедшие инструктаж с росписью в журнале. Инженер, обслуживающий лабораторию, должен иметь группу допуска с ежегодной проверкой. В лаборатории должна быть медицинская аптечка с набором медикаментов первой медицинской помощи, а также лаборатория должна быть укомплектована средствами пожаротушения. На видном месте должна висеть инструкция по противопожарной технике безопасности.

Во время проведения занятий запрещено находиться в лаборатории в верхней одежде, либо размещать верхнюю одежду в помещении лаборатории. Перед проведением лабораторных занятий студенты обязаны изучить лабораторную работу. Перед началом работы инженер или преподаватель проверяет исправность стендов. Без разрешения преподавателя проведение лабораторных работ запрещается. Запрещается изменять схему лабораторной работы. При проведении лабораторных работ на столах не должно быть ничего из посторонних предметов. Всякие работы по устранению неисправностей под напряжение категорически запрещаются. При сборке схемы применяют только стандартные провода с наконечниками. При возникновении неисправностей стенд должен быть немедленно отключен от сети.

Запрещается оставлять без присмотра работающие стенды. При появлении запаха гари немедленно отключить стенд. В случае поражения электрическим током немедленно обесточить стенд и приступить к оказанию первой помощи пострадавшему.

Ответственный за проведение лабораторных работ уходит последним из лаборатории, убедившись, что рабочее место убрано, а стенды отключены.

При эксплуатации действующих электроустановок запрещается использовать оборудование в условиях, не соответствующих требованиям инструкции организации-изготовителей, или оборудование, имеющее

неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать провода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией; пользоваться повреждёнными розетками, рубильниками, другими электроустановочными изделиями.

2. Требования охраны труда перед началом работы

- Осмотреть состояние помещения: достаточна ли освещенность, работает ли вентиляция проветривания помещения, позволяет ли температура в помещении комфортно проводить работы без верхней одежды, не загромождено ли место проведения занятий посторонними предметами.

- Осмотреть состояние электрических соединений, рубильников, автоматов и прочих переключающих средств.

- Проверить наличие средств защиты.

- Убрать все посторонние предметы, которые могли бы создавать неудобство в сборке схемы лабораторной работы.

- Если необходимо, вывесить предупреждающие плакаты.

- Лабораторная работа проводится только с исправными приборами.

- Руководитель перед началом работы проводит инструктаж по технике безопасности и контролирует весь процесс работы.

- К моменту проведения работ все стенды должны быть проверены и готовы.

- Все студенты должны расписаться в контрольном листе.

- Студенты должны внимательно изучить описание работы, при необходимости выяснить неясные моменты.

3. Требования охраны труда во время работы

- Лабораторная работа проводится только в присутствии преподавателя.

- На проведение лабораторной работы разрешение дает лично руководитель занятий после проверки правильно собранной схемы.

- Руководитель должен следить, чтобы в схеме не было открытых оголенных проводов. При обнаружении недостатков такая работа должна быть немедленно приостановлена.

- Во время проведения лабораторной работы все проходы должны быть освобождены, доступ к стендам должен быть свободным.

- Во время проведения лабораторной работы запрещается оставлять включенный стенд без присмотра.

- При выявлении запаха гари следует немедленно обесточить стенд и доложить руководителю.

4. Требования охраны труда по окончанию работы

- По окончанию лабораторной работы стенд обесточивается, все приборы и соединительные провода отсоединяются и убираются.
- О выявленных неисправностях доложить руководителю занятий.
- Выключить освещение лаборатории, закрыть помещение на замок

5. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

1) При возникновении неисправностей во время проведения лабораторной работы необходимо немедленно обесточить стенд.

2) При обнаружении пожара необходимо:

- прекратить работу, оповестить окружающих о пожаре;
- сообщить о пожаре на вахту, сообщить о возгорании в пожарную охрану по тел. **01** или по тел. **101 (112)** мобильной связи, сообщить при этом точное место пожара, что горит, свою фамилию;
- принять меры по эвакуации людей и спасению оборудования.
- отключить от сети электрооборудование;
- приступить к тушению пожара своими силами с помощью имеющихся подручных средств пожаротушения;
- если погасить очаг горения не представляется возможным, необходимо плотно закрыть окно, дверь не запирая замок и покинуть опасную зону;

3) При поражении электрическим током немедленно обесточить стенд и приступить к оказанию первой помощи пострадавшему. При необходимости вызвать скорую помощь по тел. **03.** или по тел. **103 (112)** мобильной связи.

Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1 «РАЗЪЕДИНИТЕЛИ»

Задание на лабораторную работу

1. Общие сведения.

Разъединитель – коммутационный аппарат напряжением выше 1 кВ, предназначенный для создания видимого разрыва и изоляции части электроустановки, отдельных аппаратов от смежных частей, находящихся под напряжением, для безопасного ремонта. Помимо своего основного назначения разъединители используются:

- для отключения и включения ненагруженных силовых трансформаторов небольшой мощности и линий небольшой длины;
- для переключения присоединений распределительных устройств с одной системы сборных шин на другую без перерыва питания;
- для заземления отключенных и изолированных участков системы с помощью вспомогательных ножей, предусмотренных для этой цели.

2. Задание на предварительную работу.

- ознакомиться с материалами лабораторной работы и требованиями к её выполнению;
- ознакомиться с материалами лекций и литературных источников по теме лабораторной работы (см. пункт 6);
- распечатать и заполнить типовой отчет по лабораторной работе для чего в соответствующих разделах типового отчета сформулировать цель работы, указать область применения, назначение, преимущества и недостатки, дать классификацию современных разъединителей различных типов, оформить выводы по работе.

3. Лабораторное оборудование

В лаборатории представлены натурные образцы и чертежи разъединителя внутренней установки среднего напряжения, каталоги и чертежи разъединителей высокого напряжения наружной установки.

4. Порядок выполнения работы.

- устно пояснить область применения, назначение, преимущества и недостатки современных разъединителей различных типов, дать их классификацию;
- по рисунку 1.1. и 1.2 типового отчета пояснить конструкцию и принцип действия разъединителя внутренней установки среднего напряжения РВ-10/1000;

- ознакомиться с представленным в лаборатории разъединителем внутренней установки среднего напряжения и пояснить расположение указанных на рисунке 1.1 и 1.2 типового отчета его элементов;
- по таблице 1.1 типового отчета пояснить технические характеристики разъединителей внутренней установки среднего напряжения, дать определения указанных в таблице параметров;
- по рисунку 1.2 типового отчета пояснить принцип работы ручного привода разъединителя ПР-2 и червячного привода разъединителя ПЧ;
- по рисунку 2.1 и 2.2 типового отчета пояснить конструкцию и принцип действия разъединителя наружной установки высокого напряжения;
- по рисунку 2.2 типового отчета пояснить конструкцию и принцип действия разъемного контакта разъединителя РНДЗ;
- по таблице 2.1 типового отчета пояснить технические характеристики разъединителей наружной установки высокого напряжения, дать определения указанных в таблице параметров;
- по рисунку 2.3 типового отчета пояснить устройство универсального моторного привода разъединителя УМП-II к разъединителям высокого напряжения и принцип работы его схемы управления;
- заполнить таблицу 2.2 типового отчета указав условия выбора и проверки высоковольтных разъединителей по соответствующим параметрам и дать характеристику этих параметров.

5. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Какие операции производятся разъединителями, какие при этом должны быть соблюдены условия?
2. Каких типов и на какие номинальные напряжения выпускаются разъединители?
3. Чем обусловлены конструктивные различия главных ножей разъединителей РВ-10/1000 и РВРЗ-2-10/2000?
4. Что такое магнитный замок, его принцип действия?
5. Какими блокировками снабжаются современные разъединители, их назначение?
6. Какие части разъединителей воспринимают электродинамические силы, возникающие при коротких замыканиях?
7. Почему недопустимо отключение разъединителей и отделителей под нагрузкой?
8. Как должен действовать оперативный персонал при выполнении операций включения и отключения разъединителей?

6. Список литературных источников для подготовки к лабораторной работе

1. Васильев, А. А. Электрическая часть станций и подстанций: учеб. для вузов / А. А. Васильев, И. П. Крючков, М. Н. Околович; под ред. А. А.

Васильева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.

2. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учеб. для сред. проф. образования / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. М. Чиркова. - Москва: Изд. центр «Академия», 2004. - 448 с.

3. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок: учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - Москва: Изд-во МЭИ, 2004.

4. Гайсаров, Р. В. Выбор электрических аппаратов и проводников: учеб. пособие / Р. В. Гайсаров. - Челябинск: ЮУрГУ. - 58 с.

Лабораторная работа №1 «РАЗЪЕДИНИТЕЛИ»

Выполнил: _____ (ФИО студента)
студент группы _____ (шифр группы)
Проверил: _____ (ФИО преподавателя)

Замечания по работе: _____

Работа зачтена: _____ (дата)

Типовой отчет

Цель работы: _____

Назначение разъединителей: _____

Область применения разъединителей: _____

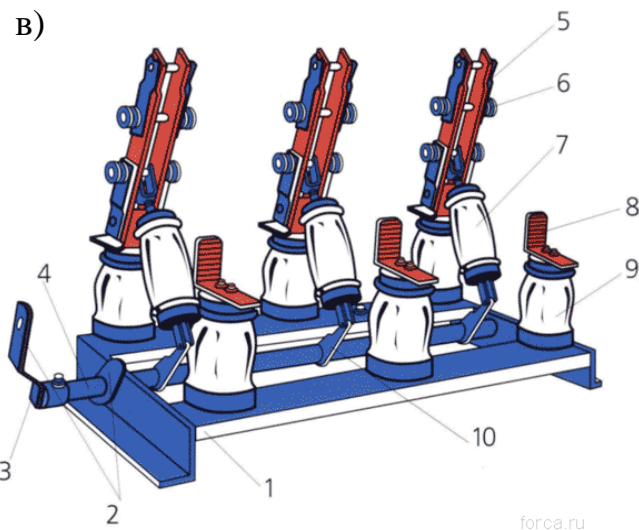
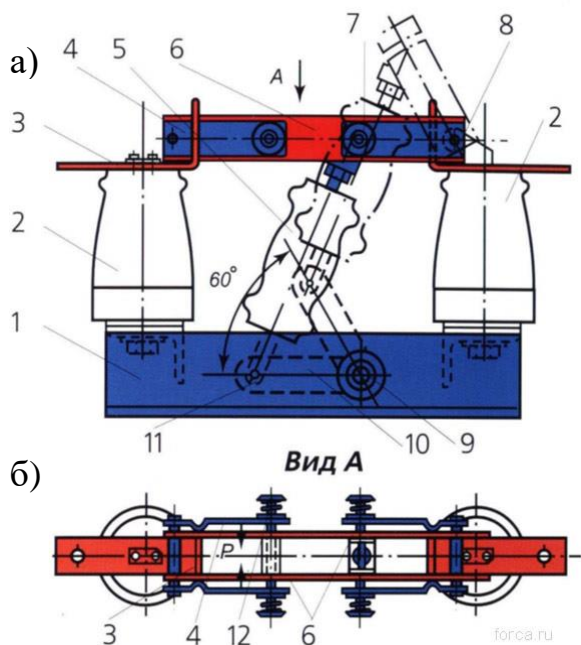
Ряд номинальных напряжений: _____

Ряд номинальных токов: _____

Классификация разъединителей: _____

1. Разъединители для внутренней установки.

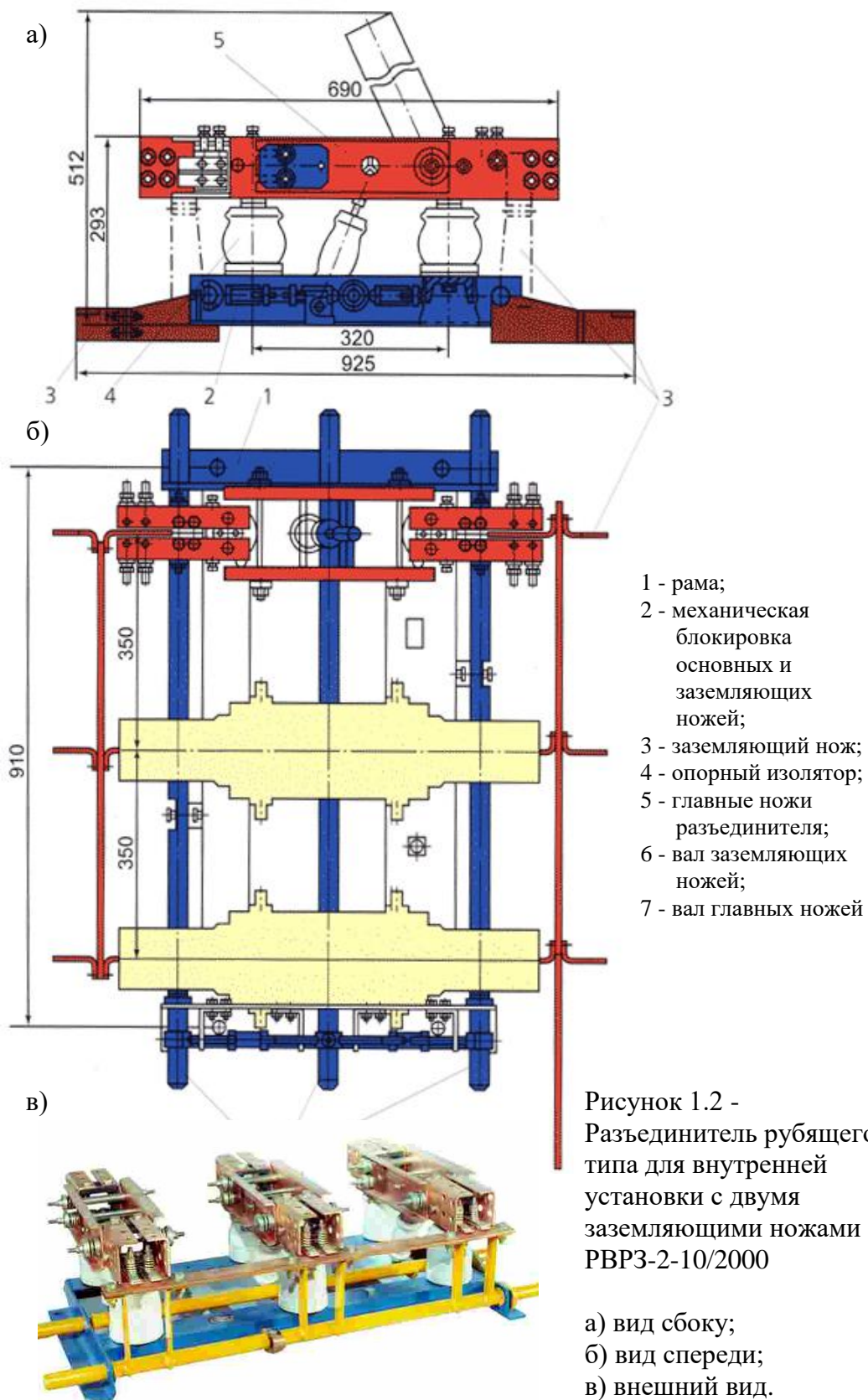
1.1 Конструкция.



1 - рама; 2 - опорный изолятор; 3 - неподвижный контакт; 4 - стальная пластина; 5 - фарфоровая тяга; 6 - контактный нож; 7, 8, 11 - оси; 9 - вал; 10 - рычаг, 12 - пружина.

1 - рама; 2 - упор ограничения поворота вала; 3 - рычаг; 4 - вал; 5 - подвижный контакт; 6 - пружина; 7 - фарфоровая тяга; 8 - неподвижный контакт; 9 - опорный изолятор; 10 - рычаг.

Рисунок 1.1 - Разъединитель типа РВ-10/1000, вид сбоку (а), контактная система (б) и внешний вид в отключенном состоянии (в)

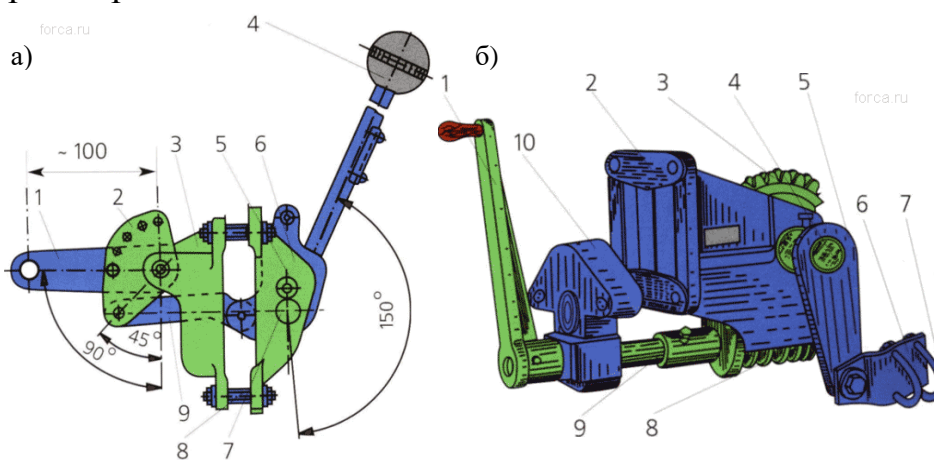


1. 2 Технические характеристики

Таблица 1.1 – Технические характеристики ряда разъединителей внутренней установки.

Серия разъединителя	Напряжение, кВ		Номинальный ток, А	Нормированные параметры сквозного тока КЗ, кА		
	Номинальное	Наибольшее рабочее		Ток электродинамической стойкости	Ток термической стойкости в течение	
					4 с для главных ножей	1 с для заземляющих ножей
РВЗ	10	12	400	40	16	16
			630	50	20	20
			1000	80	31,5	31,5
РВФЗ			630	50	20	20
			1000	80	31,5	31,5
РВ, РВО РВФ			400	40	16	—
	630	50	20	—		
	1000	100	40	—		

1.3 Привод разъединителя.



Ручной привод разъединителя ПР-2:
 1 - рычаг; 2 - сектор;
 3 - задний подшипник; 4 - рукоятка;
 5 - фиксирующая защелка;
 6 - передний подшипник; 7 - ось;
 8 - стяжная шпилька; 9 - тяга привода

Червячный привод разъединителя ПЧ:
 1 - рукоятка; 2 - задний подшипник;
 3 - шестерня; 4, 9 - валы; 5 - рычаг;
 6 - планка; 7 - хомут; 8 - червяк;
 9 - корпус

Рисунок 1.3 - Общий вид ручного привода разъединителя ПР-2 (а) и червячного привода разъединителя ПЧ (б).

2. Разъединители для наружной установки.

2.1 Конструкция.

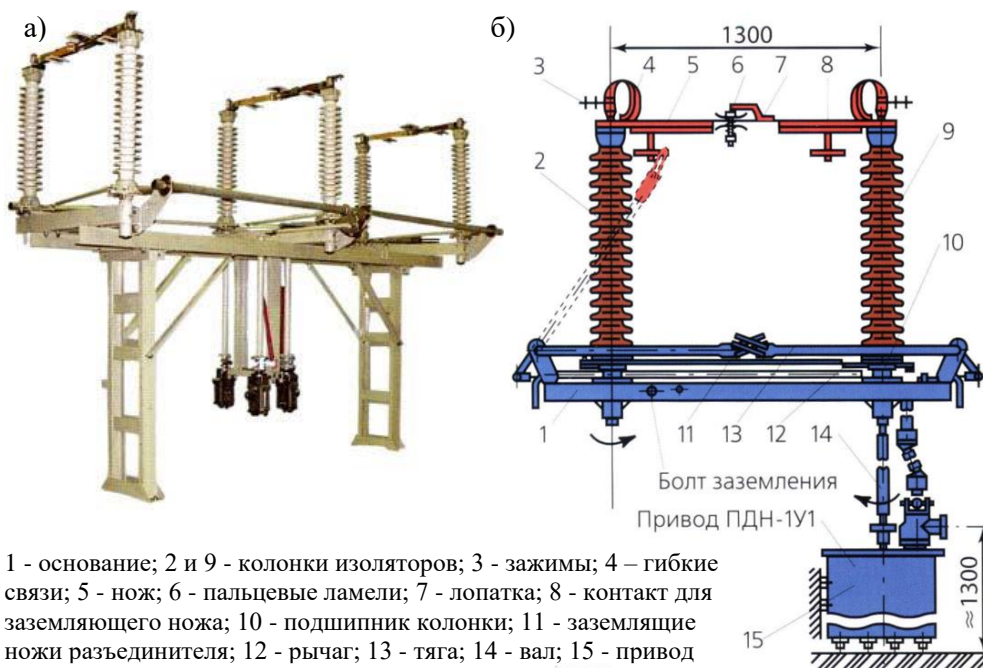


Рисунок 2.1 – Внешний вид (а) и конструкция (б) трехполюсного разъединителя типа РНДЗ

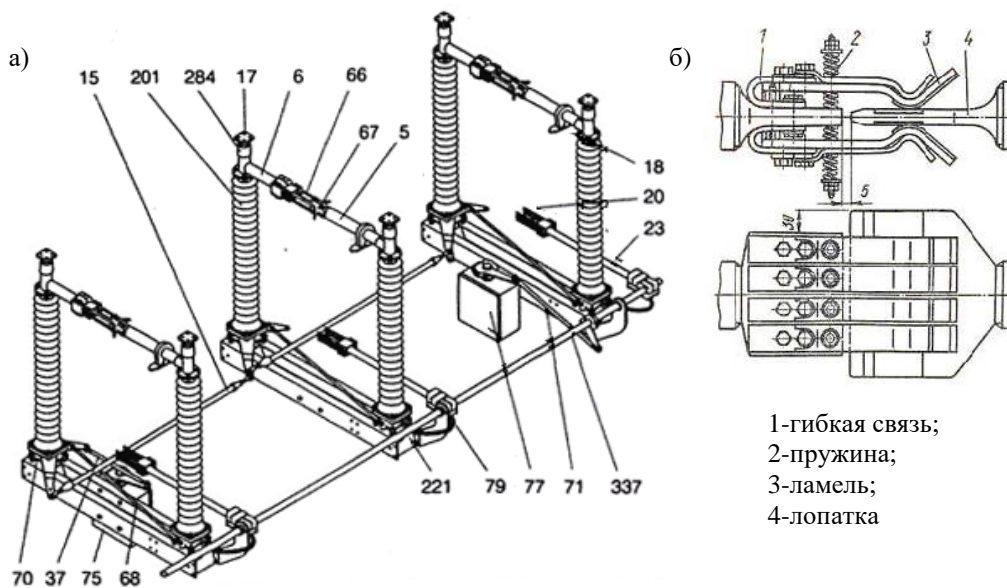


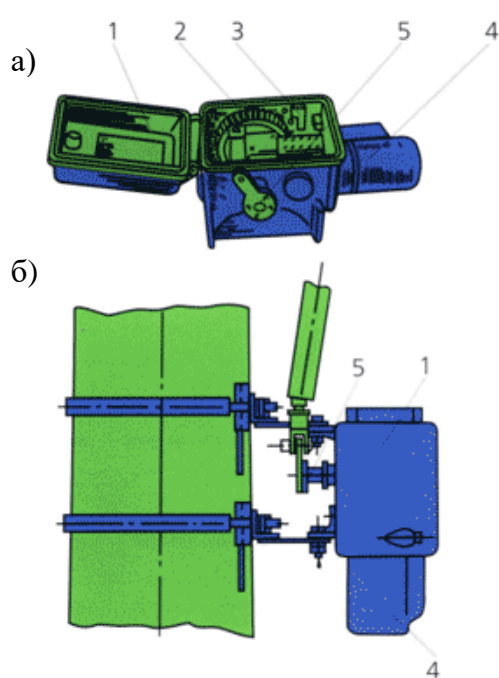
Рисунок 2.2 – Разъединитель РНДЗ и его заземляющее устройство (а), конструкция разъемного контакта (б)

2.2 Технические характеристики

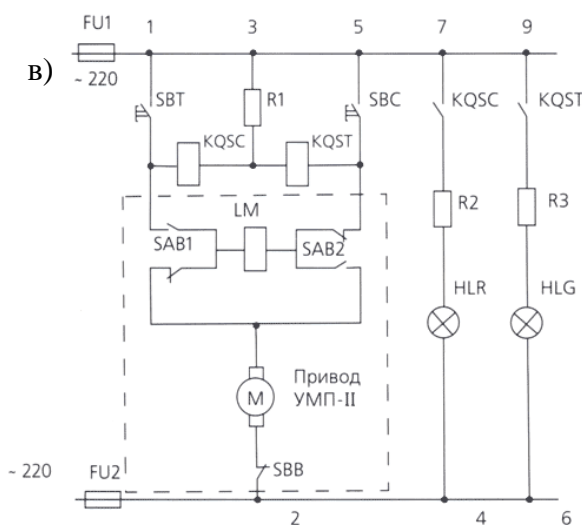
Таблица 2.1 – Технические характеристики разъединителя РД(З)-110 и РД(З)-150

Параметр	Значение параметра	
	РД(З)-110	РД(З)-150
Номинальное напряжение, кВ	110	150
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	126	170
Номинальный ток, А	1000	1250
Ток электродинамической стойкости, кА	80	100
Ток термической стойкости, кА	31,5	40
Время протекания тока термической стойкости, с: для главных ножей для ножей заземлителей		3 1
Частота, Гц	50	

2.3 Привод разъединителя.



1 - крышка; 2 - редуктор; 3 - корпус;
4 - электродвигатель; 5 - вал



SBC - кнопка включения; SBT - кнопка отключения; KQSC - повторитель включения; KQST - повторитель отключения; LM - обмотка возбуждения; SAB1 и SAB2 - контакты переключателя; R1, R2 и R3 - резисторы; HLR и HLQ - сигнальные лампы; FU1 и FU2 - предохранители; М - электродвигатель; SBB - контакт блокировки

Рисунок 2.3 - Универсальный моторный привод разъединителя УМП-II:
а) - общий вид привода; б) - установка привода на железобетонной опоре;
в) - схема управления приводом

Лабораторная работа № 2 «МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»

Задание на лабораторную работу

1. Общие сведения.

Масляный выключатель — коммутационный аппарат, предназначенный для оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования в энергосистеме, в нормальных или аварийных режимах, при ручном или автоматическом управлении. Дугогашение в таком выключателе происходит в масле.

Основными конструктивными частями выключателя являются: корпус, изоляционная конструкция, приводной механизм, токоведущие части, контактная система (подвижные и неподвижные контакты) с дугогасительным устройством (ДУ) или, за редким исключением, без такового (выключатель с открытой дугой).

Требования, предъявляемые к выключателям, заключаются в следующем: 1) надежность в работе и безопасность для окружающих; 2) быстродействие; 3) по возможности малые габариты и масса; 4) простота монтажа; 5) бесшумность работы; 6) сравнительно невысокая стоимость.

2. Задание на предварительную работу.

- ознакомиться с материалами лабораторной работы и требованиями к её выполнению;
- ознакомиться с материалами лекций и литературных источников по теме лабораторной работы (см. пункт б);
- распечатать и заполнить типовой отчет по лабораторной работе для чего в соответствующих разделах типового отчета сформулировать цель работы, указать область применения, преимущества и недостатки, дать классификацию масляных выключателей различных типов, оформить выводы по работе.

3. Лабораторное оборудование

В лаборатории представлены натурные образцы, каталоги технических параметров и чертежи маломасляного выключателя ВМП-10, каталоги и чертежи масляного бакового выключателя МКП-110М.

4. Порядок выполнения работы.

- устно пояснить назначение, область применения, преимущества и недостатки современных масляных выключателей;
- по рисунку 1.1. типового отчета пояснить конструкцию и принцип действия масляного бакового выключателя МКП-110М;
- по таблице 1.1 типового отчета пояснить технические характеристики выключателя МКП-110М, дать определения указанных в таблице параметров;

- по рисунку 1.2 типового отчета пояснить принцип и основные этапы гашения дуги в выключателе МКП-110М;
- по рисунку 2.1. типового отчета пояснить конструкцию и принцип действия маломасляного выключателя ВМП-10;
- ознакомиться с представленным в лаборатории маломасляным выключателем среднего напряжения ВМП-10 и пояснить расположение указанных на рисунке 1.1 типового отчета его элементов;
- по таблице 2.1 типового отчета пояснить технические характеристики выключателя ВМП-10, дать определения указанных в таблице параметров;
- по рисунку 2.2 типового отчета пояснить принцип и основные этапы гашения дуги в выключателе ВМП-10;
- по рисунку 2.3 типового отчета указать основные элементы схемы управления выключателем ВМП-10 и пояснить их работу;
- на лабораторной установке (рисунок 2.4 типового отчета) провести опыты включения и отключения выключателя ВМП-10 для чего:
 - подать питание на стенд с помощью автоматического выключателя 1;
 - включить выключатель с помощью пакетного переключателя 2;
 - проконтролировать включенное положение выключателя по сигнальным лампам 3;
 - записать показания секундомера 4;
 - сбросить показания секундомера 4;
 - отключить выключатель с помощью пакетного переключателя 2;
 - проконтролировать отключенное положение выключателя по сигнальным лампам 3;
 - записать показания секундомера 4;
 - сбросить показания секундомера 4;
 - снять питание со стенда с помощью автоматического выключателя 1.

5. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Какое назначение имеет выключатель?
2. Какие функции выполняет масло в баковых и маломасляных выключателях?
3. Перечислите основные достоинства и недостатки баковых и маломасляных выключателей?
4. С какой целью используют многократный разрыв?
5. Укажите путь протекания тока через масляные выключатели типа МКП-110М и ВМП-10 при включенном положении.
6. Какие части выключателя воспринимают электродинамические силы, возникающие при коротких замыканиях?
7. На основании проведенного опыта дайте трактовку соотношения между временем включения и временем отключения выключателя ВМП-10.
8. Объяснить назначение активных сопротивлений, встроенных в выключатель.

6. Список литературных источников для подготовки к лабораторной работе.

1. Васильев, А. А. Электрическая часть станций и подстанций: учеб. для вузов / А. А. Васильев, И. П. Крючков, М. Н. Околович; под ред. А. А. Васильева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.

2. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учеб. для сред. проф. образования / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. М. Чиркова. - Москва: Изд. центр «Академия», 2004. - 448 с.

3. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок: учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - Москва: Изд-во МЭИ, 2004.

4. Гайсаров, Р. В. Выбор электрических аппаратов и проводников: учеб. пособие / Р. В. Гайсаров. - Челябинск: ЮУрГУ. - 58 с.

Лабораторная работа № 2
«МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»

Выполнил: _____ (ФИО студента)
студент группы _____ (шифр группы)
Проверил: _____ (ФИО преподавателя)

Замечания по работе: _____

Работа зачтена: _____ (дата)

Типовой отчет

Цель работы: _____

Область применения МВ: _____

Ряд номинальных напряжений: _____

Ряд номинальных токов: _____

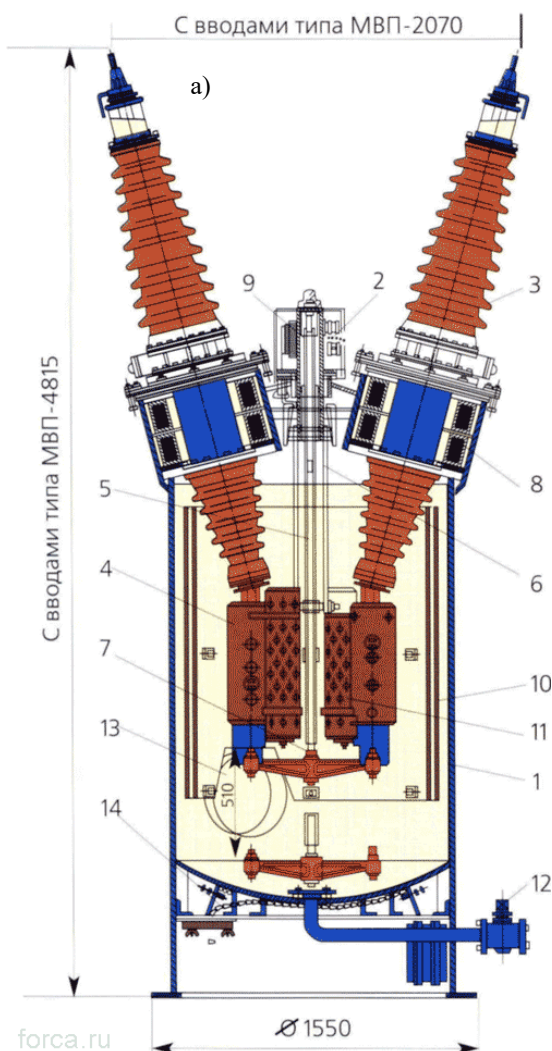
Ряд номинальных токов отключения: _____

Преимущества МВ: _____

Недостатки МВ:

1. Масляный баковый выключатель МКП-110М.

1.1 Конструкция.



- 1 - бак;
- 2 - приводной механизм;
- 3 - высоковольтный ввод МВП;
- 4 - дугогасительная камера;
- 5 - штанга;
- 6 - направляющее устройство;
- 7 - траверса;
- 8 - трансформаторы тока;
- 9 - блок-контакты;
- 10 - изоляция бака;
- 11 - шунтирующий резистор;
- 12 - маслоспускной кран;
- 13 - люк для персонала;
- 14 - устройство подогрева масла.

б)



Рисунок 1.1 –Выключатель МКП-110М, разрез фазы (а), внешний вид (б).

1. 2 Технические характеристики.

Таблица 1.1 – Технические характеристики выключателя МКП-110М.

№ п/п	Технические данные	Значение
1	Номинальное напряжение, кВ	110
2	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	126
3	Номинальный ток, А	600 – 1000
4	Номинальный ток отключения, кА	18,4; 20; 26; 31,5
5	Вес выключателя без вводов и масла, с приводом, кг	9830
6	Вес масла, кг	8500
7	Вес привода ШПЭ-33, кг	590

1.3 Гашение дуги.

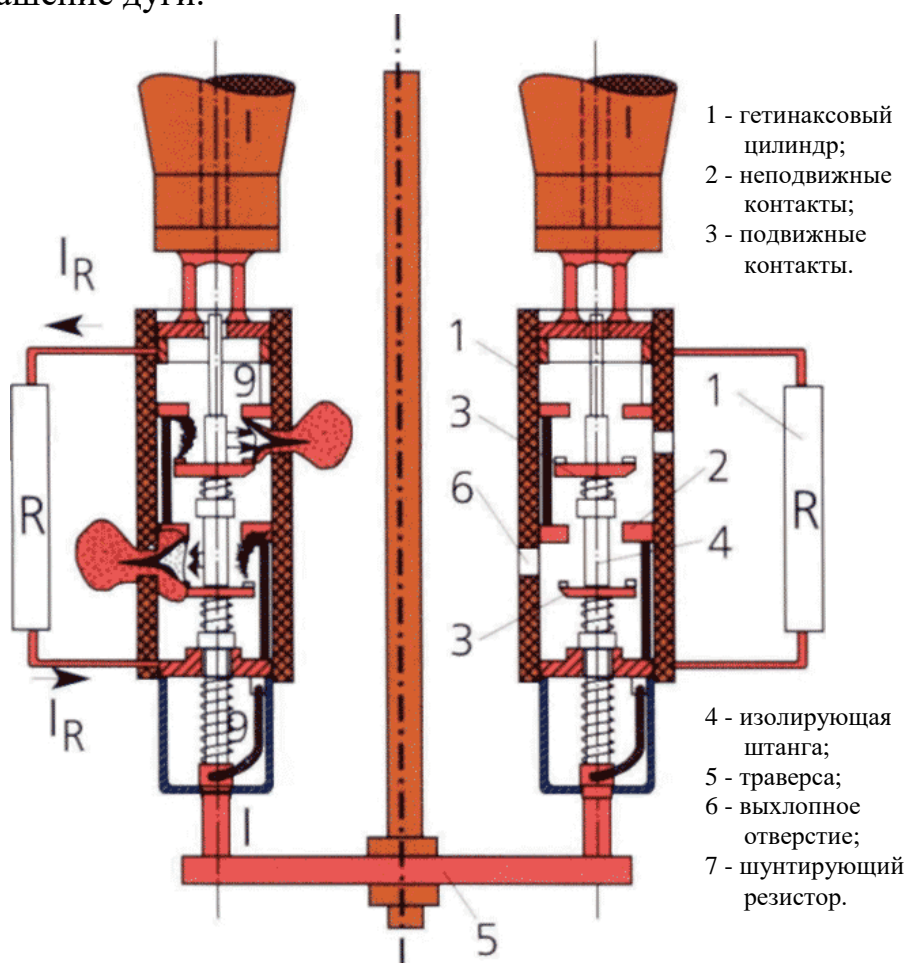
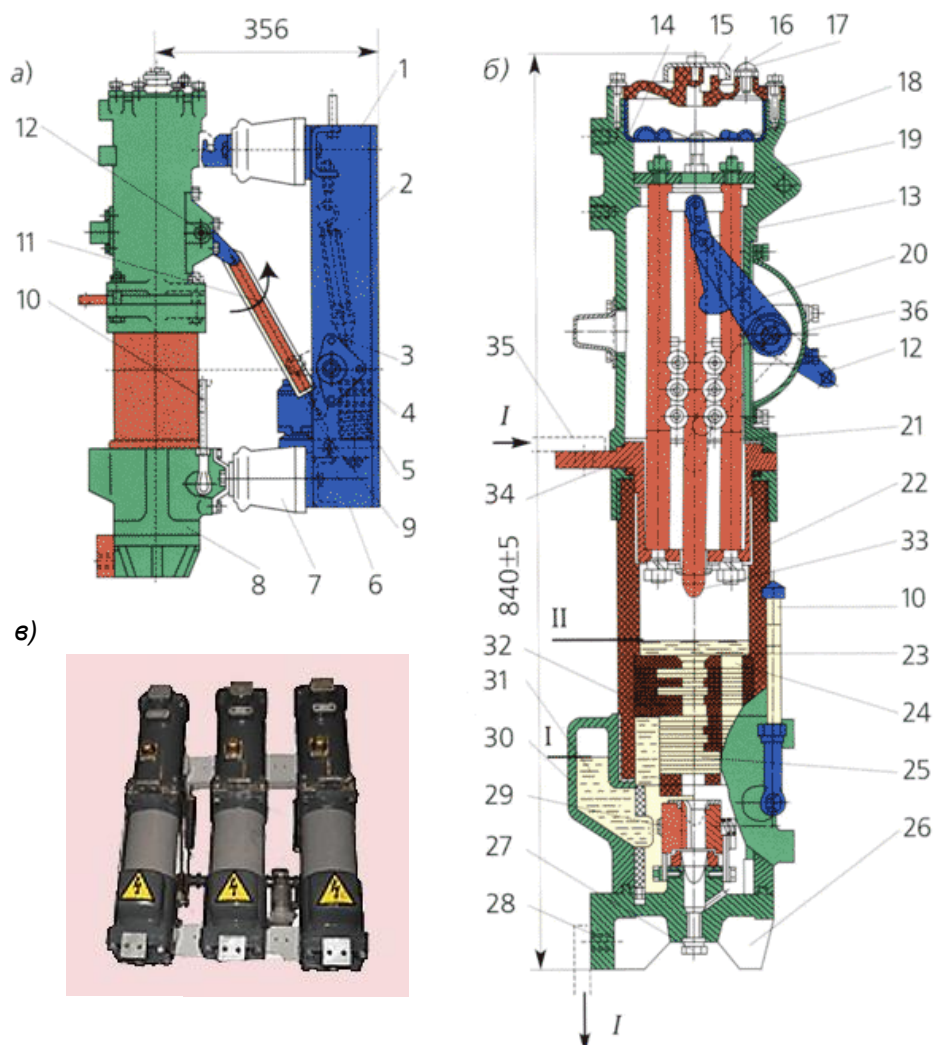


Рисунок 1.2 – Разрез дугогасительных камер выключателя МКП-110М.

2. Маломасляный выключатель ВМП-10.

2.1 Конструкция.



1 - стальная рама; 2 - отключающая пружина; 3 - двухплечный рычаг; 4 - вал выключателя; 5 - пружинный демпфер; 6 - болт заземления; 7 - опорный изолятор; 8 - бачок фазы; 9 - масляный демпфер; 10 - маслоуказатель; 11 - изолирующая тяга; 12 - рычаг; 13 - выпрямляющий механизм; 14 - маслоотделитель; 15 - канал для выхода газа; 16 - крышка; 17 - пробка маслосливного отверстия; 18 - отверстия маслоотделителя; 19 - корпус; 20 - рычаг; 21 - контактный стержень; 22 - стеклоэпоксидный цилиндр; 23 - центральный канал камеры; 24 - боковой выхлопной канал; 25 - дугогасительная камера; 26 - нижняя крышка фазы; 27 - маслоспускная пробка; 28 - отводящая шина; 29 - неподвижный контакт; 30 - нижний фланец; 31 - буферное пространство; 32 - масляный карман; 33 - подвижный контакт; 34 - верхний вывод; 35 - подводящая шина; 36 - токосъемные ролики;

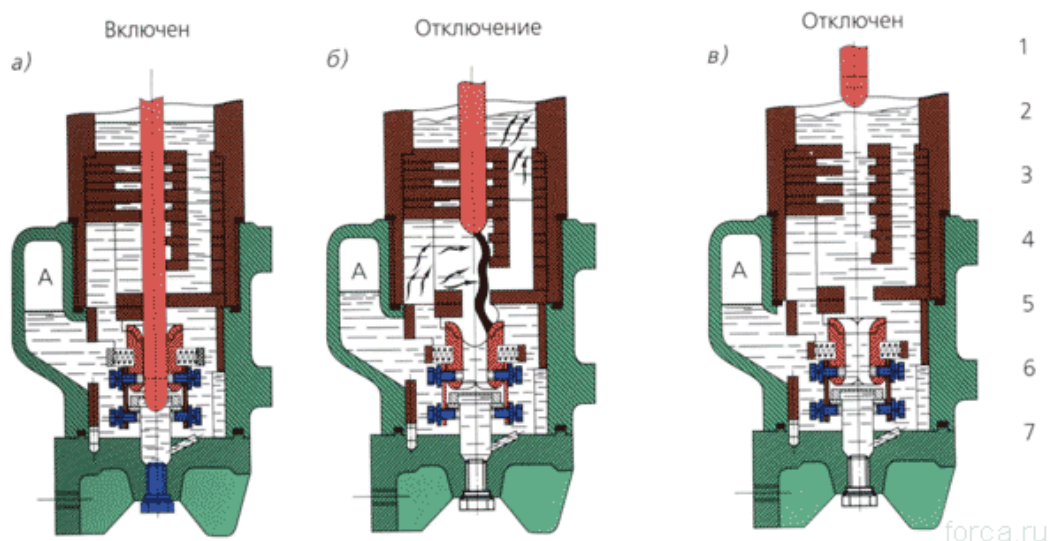
Рисунок 2.1 – Маломасляный выключатель ВМП-10, выключатель с рамой (а), разрез фазы выключателя (б), внешний вид (в)

2. 2 Технические характеристики

Таблица 2.1 – Технические характеристики маломасляных выключателей серии ВМП-10

Наименование параметра	Значение параметра для типоразмеров					
	ВМПЭ-10-630-20У2	ВМПЭ-10-1000-20У2	ВМПЭ-10-1600-20У2	ВМПЭ-10-630-31,5У2	ВМПЭ-10-1000-31,5У2	ВМПЭ-10-1600-31,5У2
Номинальное напряжение, кВ	10					
Номинальный ток, А	630	1000	1600	630	1000	1600
Номинальный ток отключения, кА	20			31,5		
Номинальный ток включения, кА: действующее значение периодической составляющей амплитудное значение	20 52			31,5 80		
Предельный сквозной ток, кА: начальное эффективное значение периодической составляющей амплитудное значение	20 52			31,5 80		
Ток термической стойкости в течение 4 с, кА	20			31,5		
Минимальная бестоковая пауза при автоматическом повторном включении (АПВ), с	0,4					
Собственное время отключения выключателя с приводом, с, не более	0,09					
Полное время отключения выключателя с приводом, с, не более	0,11					
Собственное время включения выключателя с приводом, с, не более	0,3					

2.3 Гашение дуги.



1 - подвижный контакт; 2 - масляный карман; 3 - выхлопной канал; 4 - стеклоэпоксидный цилиндр; 5 - розеточный контакт; 6 - нижний фланец; 7 - крышка фазы; А - воздушный буфер

Рисунок 2.2. – Основные этапы гашения дуги в дугогасительной камере масляного выключателя ВМП-10

2.4 Управление выключателем.

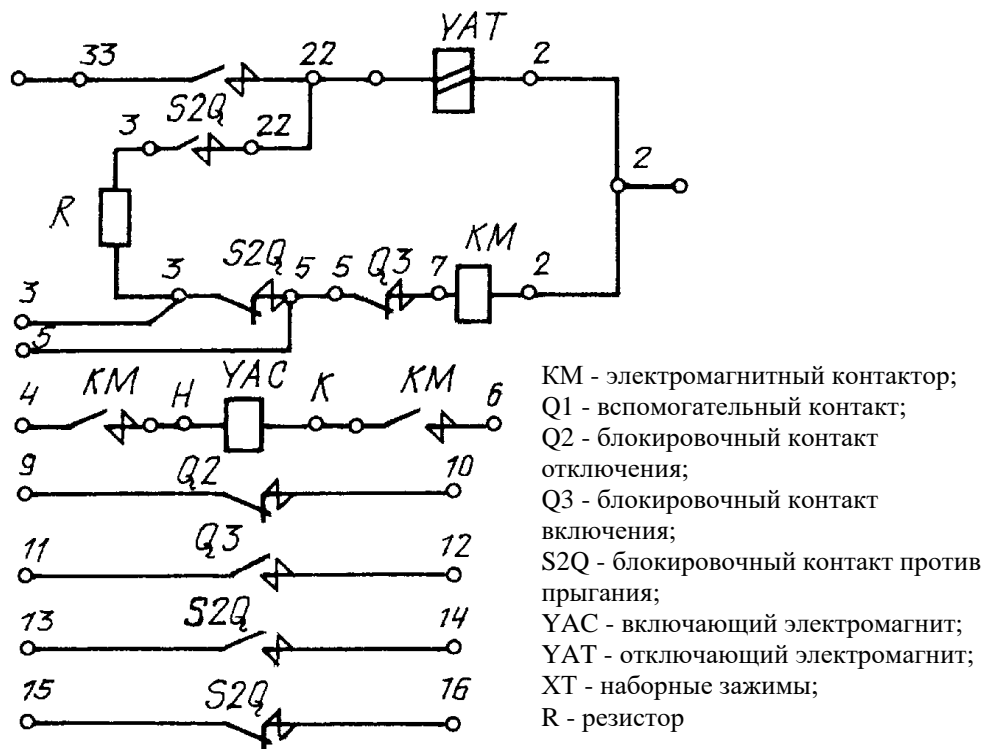


Рисунок 2.3 – Схема управления выключателем ВМП-10.

2.5 Лабораторная установка

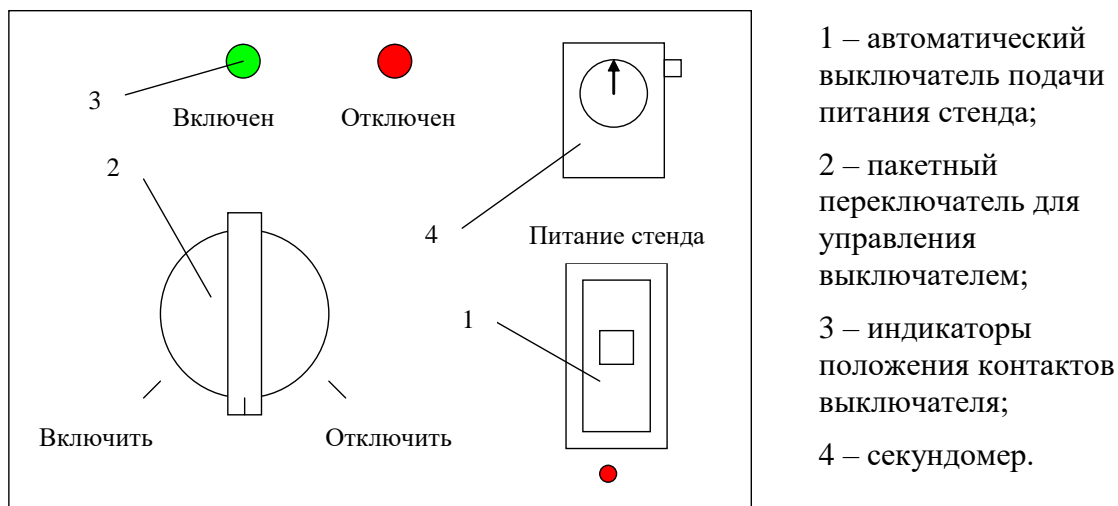


Рисунок 2.4 – Схематичное изображение лабораторной установки выключателя ВМП-10

Выводы по работе: _____

Лабораторная работа № 3 «ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»

Задание на лабораторную работу

1. Общие сведения.

Элегазовый выключатель – современный тип высоковольтных выключателей. В качестве среды для гашения дуги в них используется шестифтористая сера (SF₆, элегаз), которая обладает большой электрической прочностью и отличными дугогасящими свойствами.

Модельный ряд современных элегазовых выключателей включает в себя весь ряд номинальных напряжений от 6 до 750кВ.

Преимущества:

- взрыво- и пожаробезопасность;
- быстроедействие и пригодность для работы в любом цикле АПВ;
- возможность осуществления синхронного размыкания контактов непосредственно перед переходом тока через нуль;
- высокая отключающая способность при особо тяжёлых условиях отключения (отключение неудалённых коротких замыканий и др.);
- надёжное отключение ёмкостных токов линий в режиме холостого хода;
- малый износ дугогасительных контактов;
- относительно малый вес;
- возможность создания серии с унификацией крупных узлов;
- пригодность для наружной и внутренней установки.

Недостатки:

- необходимость в наличии устройств для наполнения, перекачивания и очистки SF₆ (на высокие напряжения);
- относительная сложность конструкции ряда деталей и узлов, а также необходимость применения высоконадёжных уплотнений;
- относительно высокая стоимость дугогасящей среды и выключателя в целом;
- необходимость утилизации SF₆ по окончании срока службы выключателя, экологические проблемы эксплуатации.

2. Задание на предварительную работу.

- ознакомиться с материалами лабораторной работы и требованиями к её выполнению;
- ознакомиться с материалами лекций и литературных источников по теме лабораторной работы (см. пункт б);
- распечатать и заполнить типовой отчет по лабораторной работе.

3. Лабораторное оборудование

В лаборатории представлены натурные образцы, каталоги технических параметров и чертежи элегазового выключателя среднего напряжения LF1, каталоги и чертежи элегазовых выключателей высокого напряжения 3AP1/2.

4. Порядок выполнения работы.

- устно пояснить область применения, преимущества и недостатки современных элегазовых выключателей, дать их классификацию;
- по рисунку 1.1. типового отчета пояснить конструкцию и принцип действия элегазового выключателя среднего напряжения LF (Schneider-Electric);
- ознакомиться с представленным в лаборатории полюсом выключателя среднего напряжения LF (Schneider-Electric) и пояснить расположение указанных на рисунке 1.1 типового отчета элементов его полюса;
- по таблице 1.1 типового отчета пояснить технические характеристики выключателя LF, дать определения указанных в таблице параметров;
- по рисунку 1.2 типового отчета пояснить принцип и основные этапы гашения дуги в выключателе LF;
- пояснить устройство и принцип работы дугогасительной камеры выключателя LF на представленном в лаборатории разрезе его полюса;
- провести включение и отключение контактов выключателя LF на представленном в лаборатории разрезе его полюса;
- на рисунке 1.3 типового отчета указать основные элементы схемы управления выключателем LF и пояснить их работу;
- по рисунку 2.1. типового отчета пояснить конструкцию и принцип действия элегазового выключателя высокого напряжения 3AP1/2 (Siemens);
- по таблице 2.1 типового отчета пояснить технические характеристики выключателя 3AP1/2, дать определения указанных в таблице параметров;
- по рисунку 2.2 типового отчета пояснить принцип и основные этапы гашения дуги в выключателе 3AP1/2;
- по рисунку 2.3 типового отчета пояснить конструкцию и принцип работы пружинного привода выключателя 3AP1/2.
- заполнить таблицу 2.2 типового отчета указав условия выбора и проверки высоковольтных выключателей по соответствующим параметрам и дать характеристику этих параметров.

5. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Каковы химические свойства элегаза, позволяющие ему гасить дугу?
2. Основные достоинства и недостатки элегаза?
3. Назовите область применения элегазовых выключателей.
4. Какие типы выключателей конкурируют с элегазовыми в различных классах напряжений?
5. Назовите основные технические характеристики элегазового выключателя.

6. Какие вы знаете типы дугогасительных камер элегазовых выключателей?

7. Зачем необходим контроль плотности элегаза?

8. Поясните назначение катушки минимального напряжения в схеме управления выключателем.

6. Список литературных источников для подготовки к лабораторной работе.

1. Элегазовые выключатели серии LF 6, 10 кВ, - www.schneider-electric.ru, 2007. – 8 с.

2. Инструкция по эксплуатации. Фиксированный выключатель LF, LF2, LF3. - www.schneider-electric.ru, 2007. – 8 с. 2002. – 40 с.

3. Выключатели элегазовые серии LF. Руководство по эксплуатации. - www.schneider-electric.ru, 2003. –44 с.

4. ЗАР1/2 Высоковольтные силовые выключатели. Каталог. - <http://www.hv-circuit-breaker.com>, 2004. – 12 с.

5. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок: учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - Москва: Изд-во МЭИ, 2004.

6. Гайсаров, Р. В. Выбор электрических аппаратов и проводников: учеб. пособие / Р. В. Гайсаров. - Челябинск: ЮУрГУ. - 58 с.

Лабораторная работа №3
«ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»

Выполнил: _____ (ФИО студента)
студент группы _____ (шифр группы)
Проверил: _____ (ФИО преподавателя)

Замечания по работе: _____

Работа зачтена: _____ (дата)

Типовой отчет

Цель работы: _____

Область применения ЭВ: _____

Ряд номинальных напряжений: _____

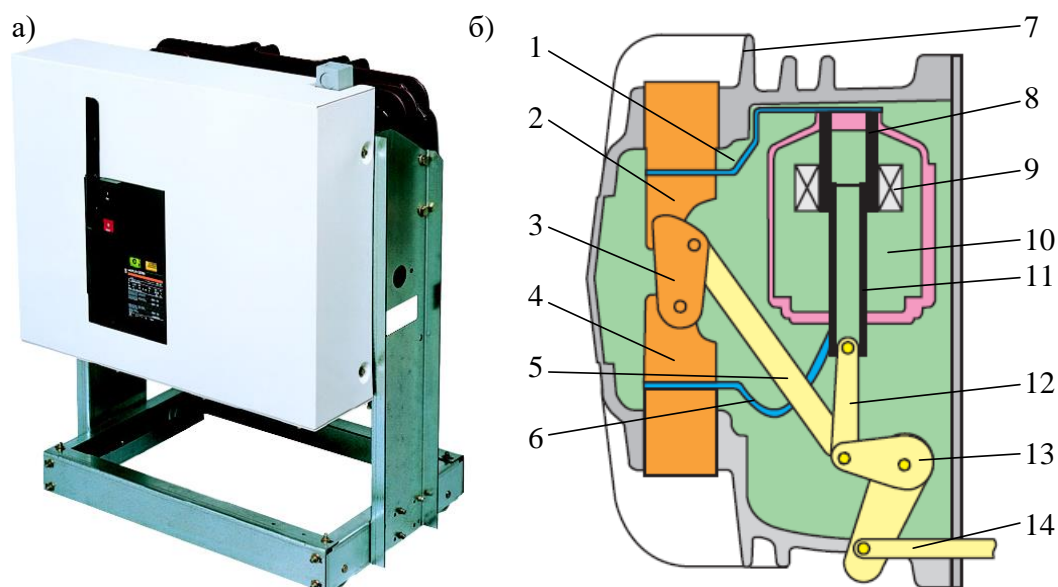
Ряд номинальных токов: _____

Ряд номинальных токов отключения: _____

Классификация ЭВ: _____

1. Элегазовый выключатель среднего напряжения LF (Schneider-Electric).

1.1 Конструкция.



- 1 - гибкая связь верхнего неподвижного контакта; 2 - верхний неподвижный контакт главной цепи; 3- подвижный контакт главной цепи; 4 - нижний неподвижный контакт главной цепи;
- 5 - изоляционная тяга подвижного контакта главной цепи; 6 - гибкая связь нижнего неподвижного контакта; 7 - корпус выключателя; 8 - неподвижный контакт дугогасительного устройства; 9 - магнитная катушка; 10 - камера дугогасительного устройства;
- 11 - подвижный контакт дугогасительного устройства; 12 - изоляционная тяга подвижного контакта дугогасительного устройства; 13 - система ломающихся рычагов; 14 - тяга привода.

Рисунок 1.1 – Элегазовый выключатель среднего напряжения LF (Schneider-Electric), внешний вид (а), разрез корпуса дугогасительных камер (б)

1. 2 Технические характеристики.

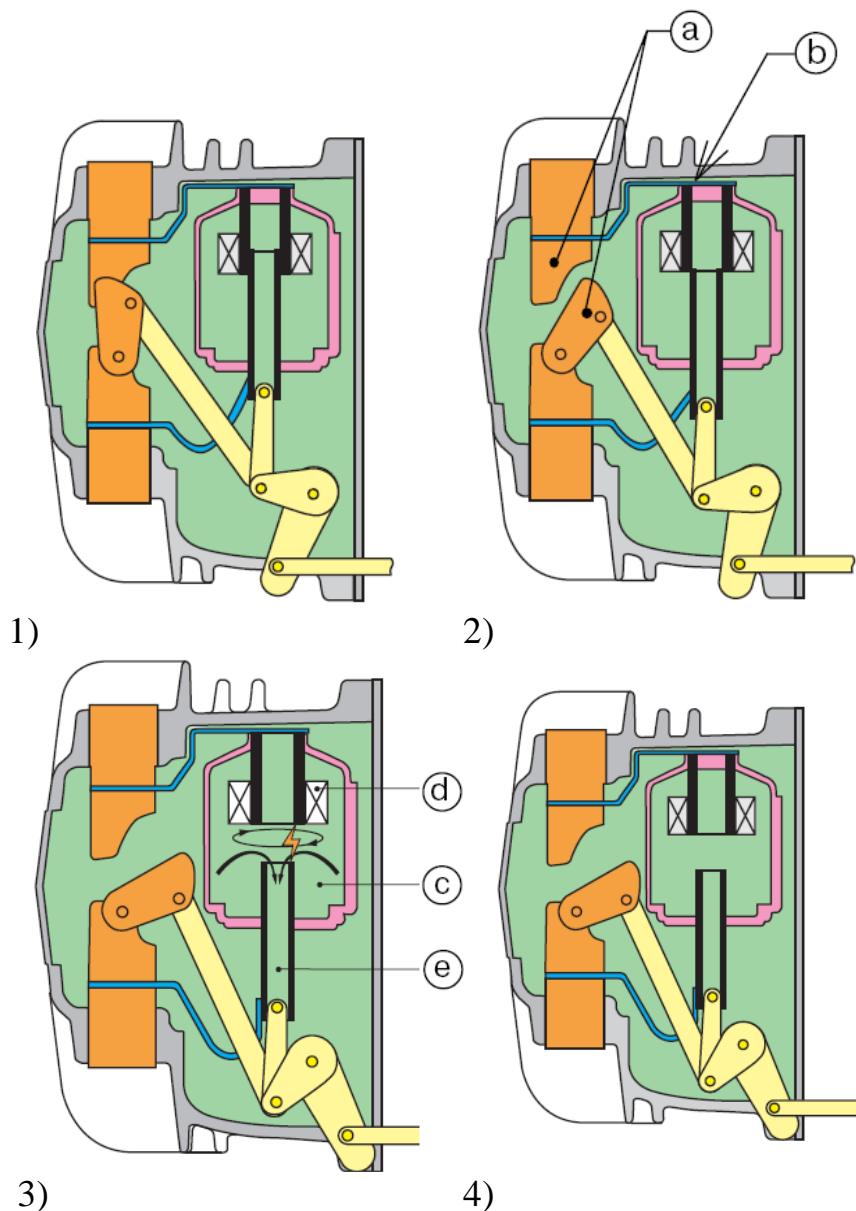
Таблица 1.1 – Технические характеристики выключателя LF

Наименование параметра	Значение параметра					
	Тип, исполнение выключателя					
	LF1		LF2		LF3	
<i>I</i>	<i>2</i>					
1. Номинальное напряжение, кВ	6,0	10,0	6,0	10,0	6,0	10,0
2. Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2;	12,0	7,2	12,0	7,2	12,0
3. Номинальный ток, А	630;1250		630;1250; 2000		2500; 3150	
4. Номинальный ток отключения, кА	25; 31,5	31,5	31,5; 40; 50	31,5; 40	25; 31,5; 40; 50	
5. Ток термической стойкости, кА	25; 31,5	31,5	31,5; 40; 50	31,5; 40	25; 31,5; 40; 50	
6. Ток электродинамической стойкости, кА	64; 81	81	128		64; 81; 128	
7. Нормированные параметры тока включения: - наибольший пик, кА - начальное действующее значение периодической составляющей, кА	64; 81 25; 31,5	81 31,5	81; 128 31,5; 40; 50		64; 81; 128 25; 31,5; 40; 50	
8. Время протекания тока термической стойкости, с, не более						
9. Нормированное процентное содержание аperiodической составляющей, %	LF1 - 30%при 31,5 кА/ 12кВ LF2 - 50%при 40 кА/ 7,2кВ LF2 - 30%при 40 кА/ 12кВ LF3 - 30%при 40 кА/ 12кВ					
10. Допустимое значение отключаемого тока одиночной конденсаторной батареи, А, не более	440					
11. Бестоковая пауза при АПВ, с, не менее	0,3					
12. Ресурс по коммутационной стойкости: - при номинальном токе, циклов «ВО» При номинальном токе отключения: - выключатель с $I_{о.ном}$ 25кА, операций «О» - выключатель с $I_{о.ном}$ 31,5кА, операций «О» - выключатель с $I_{о.ном}$ 40кА, операций «О» - выключатель с $I_{о.ном}$ 50кА, операций «О»	10000		10000		10000	
	40		40		40	
	30		30		30	
	22		22		22	
	-		17 (для 6 кВ)		17	

Окончание таблицы 1.1 – Технические характеристики выключателя LF

<i>1</i>	<i>2</i>					
13. Механический ресурс, циклов «ВО»	10000					
14. Собственное время отключения, мс, не более	48					
15. Собственное время включения, мс, не более	65					
16. Полное время отключения, мс, не более	70					
17. Разновременность замыкания и размыкания контактов, мс, не более	<1,5					
18. Электрическое сопротивление главной цепи полюса, мкОм, не более						
- стационарное исполнение	35		15		10	
- на выкатной тележке	55		30		20	
19. Сопротивление между заземляющим зажимом и каждой доступной прикосновению нетоко-ведущей частью выключателя, которая может оказаться под напряжением, Ом, не более	0,1					
20. Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ	32	42	32	42	32	42
21. Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ	60	75	60	75	60	75
22. Межполюсное расстояние, мм	145		165		225	
23. Масса, кг, не более						
- стационарное исполнение;	106		128		149,5	
- на выкатной тележке	124		148		168	
24. Вес/объем элегаза	400г / 26л		460г/30л		620г / 40л	
25. Нормированный % утечки элегаза в год	<0.1%					
26. Номинальное избыточное давление элегаза при температуре окружающего воздуха 20° С, МПа (кгс\см)	0,15 (1,5)					
27. Номинальное избыточное давление элегаза при котором срабатывает реле контроля давления, МПа (кгс\см)	0,1 (1,0)					
28. Количество коммутирующих контактов для внешних вспомогательных цепей:						
- замыкающих;			5			
- размыкающих			6			

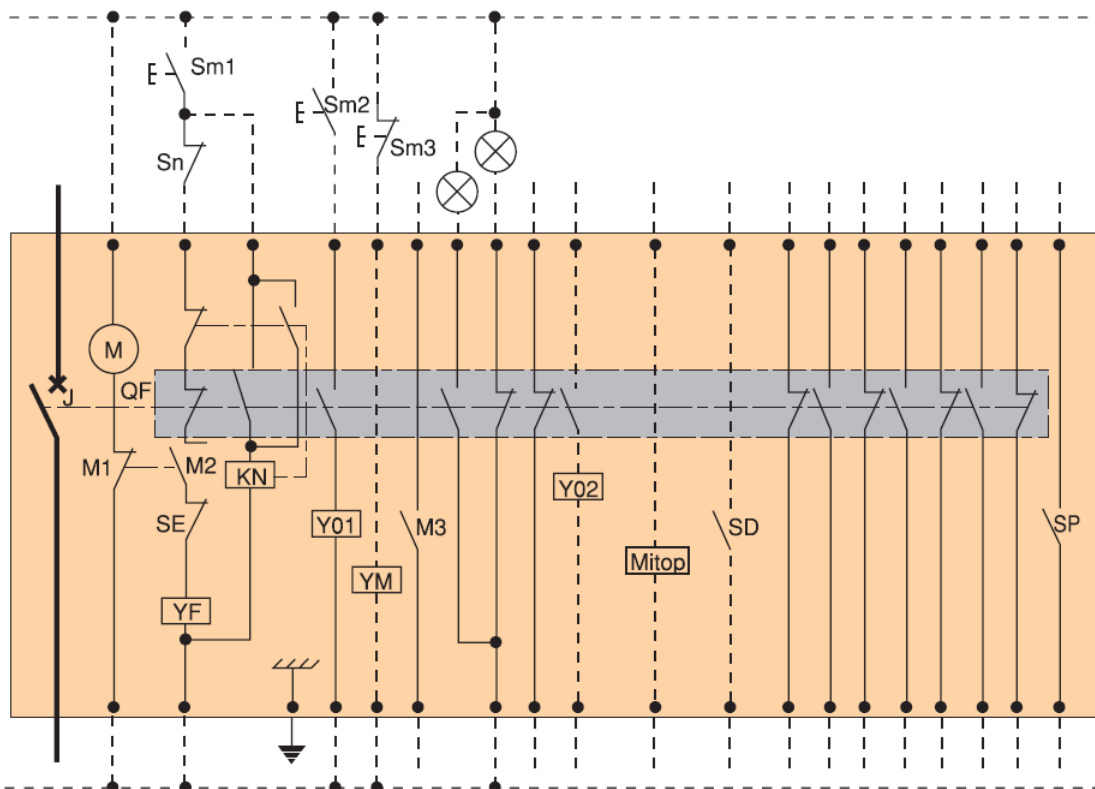
1.3 Гашение дуги.



Выключатель включен (1). Основные контакты разомкнуты (2). Размыкание основных контактов (а), ток проходит через дугогасительные контакты (b). Гашение дуги (3). Размыкание дугогасительных контактов. При расхождении дугогасительных контактов в дугогасительной камере происходит загорание дуги. Воздействие магнитного поля, создаваемого катушкой (d), вызывает закручивание дуги и ее охлаждение. Избыточное давление в расширительном объеме (с), обусловленное повышением температуры, вызывает охлаждение дуги потоком элегаза, направленным из зоны с высоким давлением в зону с более низким давлением, что приводит к удлинению дуги и ее затягиванию в полость цилиндрического дугогасительного контакта (е). При прохождении тока через 0 дуга гарантировано гаснет. Выключатель выключен (4).

Рисунок 1.2 – Основные этапы гашения дуги в выключателе LF

1.4 Схема управления выключателем.



J - Выключатель;

KN - Реле блокировки выключателя от многократного повторного включения;

M - Электродвигатель;

M1&M2 - Контакт сигнализации об окончании взвода;

M3 - Контакты сигнализации о взводе привода;

QF - Вспомогательные контакты выключателя;

SD - Контакт сигнализации аварийного отключения из-за повреждения (Mitop);

SE - Контакт отключения с выдержкой времени;

Sm1 - Кнопка включения (внешняя);

Sm2 - Кнопка отключения для расцепителя типа «шунт» (внешняя);

Sm3 - Кнопка отключения для расцепителя минимального напряжения (внешняя);

Sn - Контакт запрета включения (внешний);

SP - Контакт реле давления;

SQ - Контакт готовности к включению;

YF - Катушка включения;

Y01&Y02 - Катушка включения на подачу напряжения;

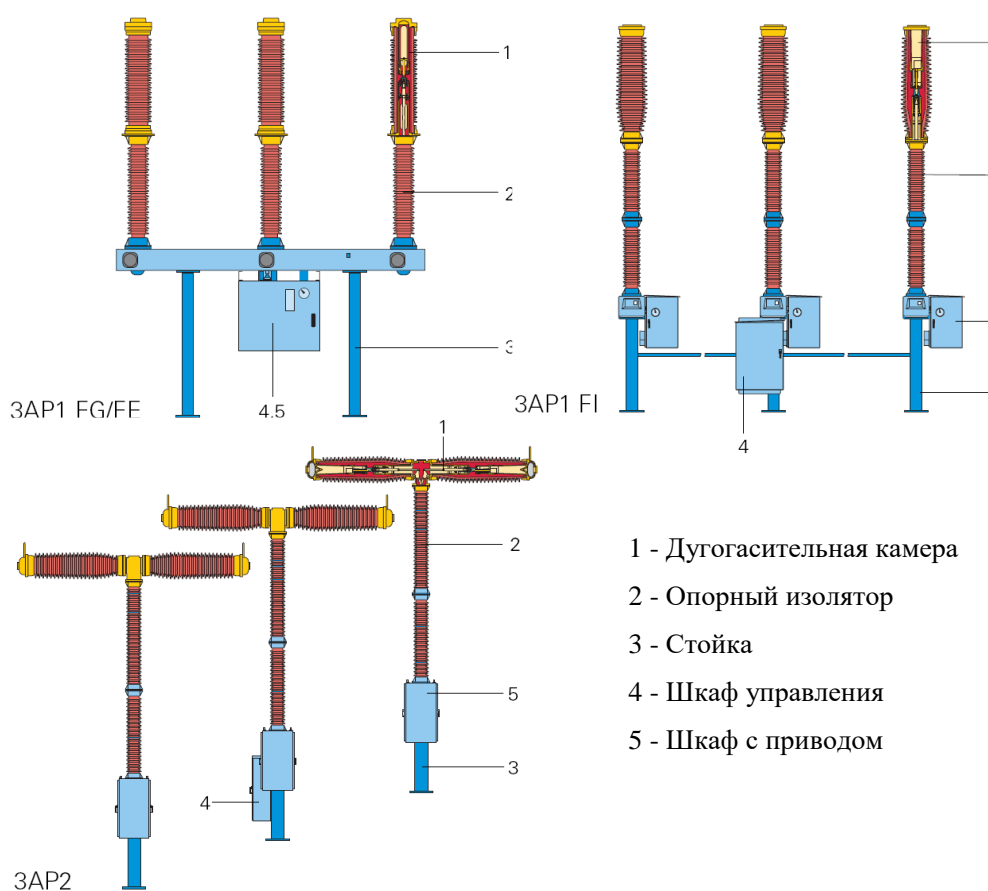
YM - Катушка отключения минимального напряжения;

Mitop - Катушка отключения Mitop (без дополнительного источника питания)

Рисунок 1.3 – Схема управления выключателем LF

2. Элегазовый выключатель высокого напряжения 3AP1/2 (Siemens).

2.1 Конструкция.



Варианты исполнения:

3AP1: одна дугогасительная камера на каждый полюс.

FG - один пружинный привод для всех 3-х полюсов выключателя и одна общая несущая рама.

FE - три пружинных привода для одно- или трехполюсной коммутации с установкой всех 3-х полюсов выключателя на общей несущей раме.

FI - три пружинных привода для одно- или трехполюсной коммутации с индивидуальной установкой полюсов.

3AP2: две дугогасительные камеры на каждый полюс.

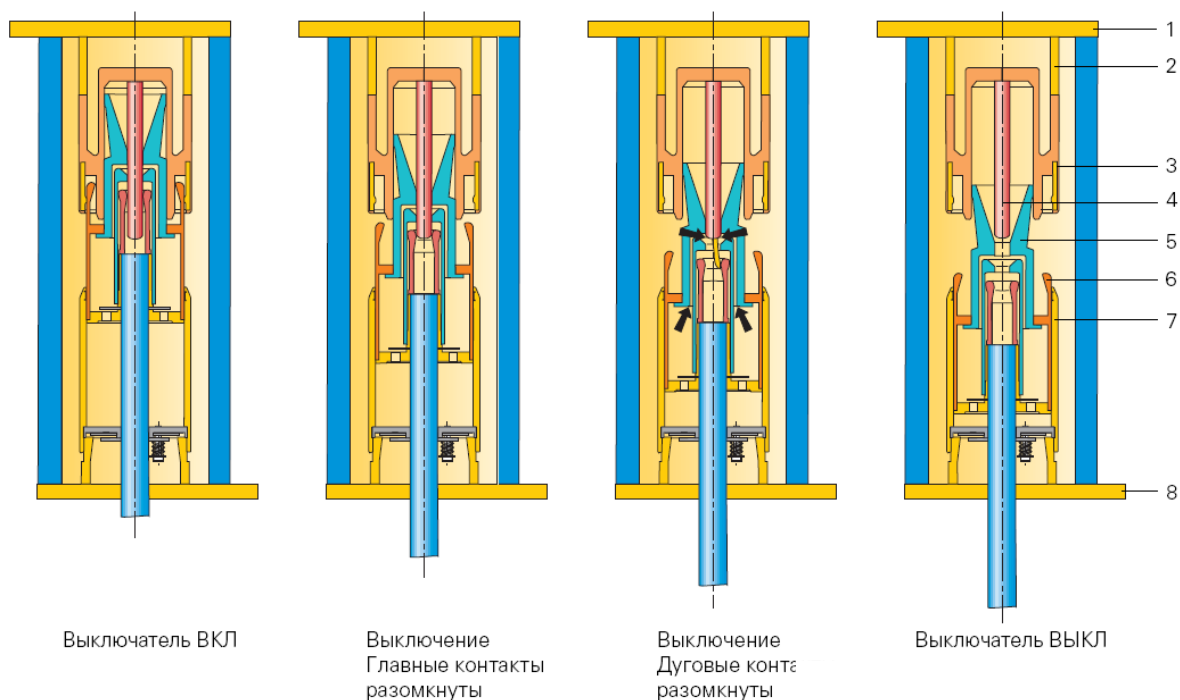
Рисунок 2.1 - Элегазовый выключатель высокого напряжения 3AP1/2 (Siemens) в различных вариантах исполнения

2. 2 Технические характеристики

Таблица 2.1 – Технические характеристики выключателя ЗАР1/2

Тип выключателя		ЗАР1						ЗАР2		
Номинальное напряжение	кВ	72,5	123	145	170	245	300	362	420	
Количество дугогасительных камер на		1						2		
Номинальное кратковременное переменное напряжение 1 мин	кВ	140	230	275	325	460	460	520	610	
Номинальное напряжение грозового импульса 1,2/50 мкс	кВ	325	550	650	750	1050	1050	1175	1425	
Номинальное напряжение коммутационного импульса	кВ							850	950	1050
Номинальный рабочий ток, до	А	4000	4000	4000	4000	4000	4000	5000	5000	
Номинальный ток термической устойчивости(1 – 3 с), до	кА	40	40	40	40	50	40	50	50	
Номинальный импульс тока, до	кА	108	108	108	108	135	108	135	135	
Номинальный ток отключения, до	кА	40	40	40	40	50	40	50	50	
Номинальный ток включения при коротком замыкании, до	кА	108	108	108	108	135	108	135	135	
Номинальная последовательность коммутаций		O-0,3с-СО-3мин-СО или СО-15с-СО								
Время выключения		3 периода								
Частота	Гц	50/60								
Тип привода		пружинный								
Напряжение управления, постоянный ток	В	48 ... 250								
Напряжение двигателя, постоянный ток переменный ток	В В	48/60/110/125/220/250 или 120...240, 50 Гц; 120...280, 60 Гц								
Изоляционные расстояния в свету фаза/земля	мм	700	1250	1250	1500	2200	2200	3400	3400	
участок переключения	мм	1200	1200	1200	1400	1900	2200	3200	3200	
Минимальный путь скользящего разряда фаза/земля	мм	2248	3625	3625	4250	6150	7626	10375	10375	
участок переключения	мм	2248	3625	3625	4250	6125	8575	10500	10500	
Габариты	высота	мм	2190	4360	4360	4810	6570	6870	6230	6230
	длина	мм	3233	3880	3880	4180	6640	7840	10210	10210
	ширина	мм	760	660	660	660	880	880	4460	4460
Межполюсное расстояние (мин.)	мм	1050	1700	1700	1850	2800	3400	4000	4500	
Масса выключателя	кг	785	1500	1500	1680	2940	3195	5370	5370	
Ревизия спустя		25 лет								

2.3 Гашение дуги.



1 - соединительная плита; 2 - контактная опора; 3 - главный контакт; 4 - дуговой контакт; 5 - сопло; 6 - контактный цилиндр; 7 - цоколь; 8 - соединительная плита.

Рисунок 2.2. – Основные этапы гашения дуги в выключателе ЗАР1/2.

2.4 Привод выключателя.

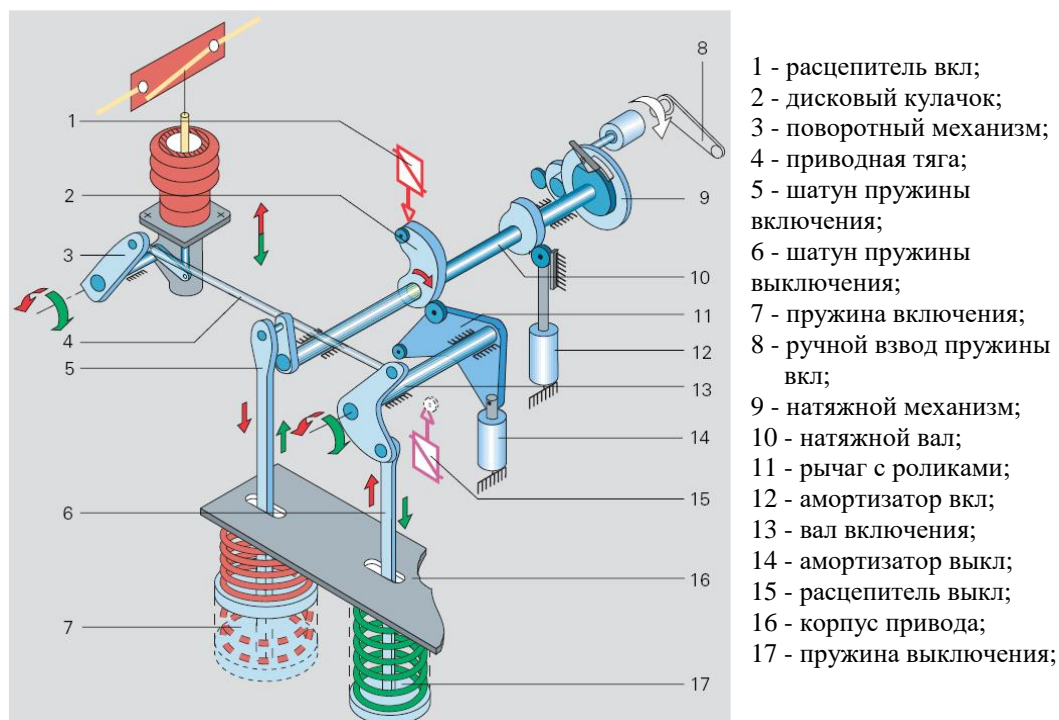


Рисунок 2.3 – Пружинный привод выключателя ЗАР1/2

Лабораторная работа № 4
«ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»

Задание на лабораторную работу

1. Общие сведения.

Воздушный выключатель - электрический выключатель, в котором замыкание и размыкание контактов, а также гашение электрической дуги производятся сжатым воздухом. Независимо от типа и конструкции ВВ состоит из трех основных частей: дугогасительного устройства, системы снабжения сжатым воздухом и системы управления.

Достоинства:

- высокая отключающая способность;
- взрыво- и пожаробезопасность;
- высокое быстродействие;
- надежное отключение емкостных токов линий электропередачи;
- малый износ дугогасительных контактов;
- возможность создания серий из крупных узлов;
- способность коммутации токов КЗ с большим процентом апериодической составляющей (вплоть до коммутации цепей постоянного тока).

Недостатки:

- наличие дорогостоящего, постоянно действующего компрессорного и иного оборудования для производства и хранения запасов сжатого воздуха;
- сложная конструкция ряда деталей и узлов;
- относительно высокая стоимость;
- высокая чувствительность к скорости восстанавливающегося напряжения при удаленном КЗ;
- возможность «среза» тока при отключении малых индуктивных токов (отключение ненагруженных силовых трансформаторов).

В настоящее время область применения воздушных выключателей существенно сократилась и включает в себя:

- сетевые выключатели на напряжение 330 кВ и выше, применяемые в электрических сетях и предназначенные для пропуска и коммутации тока в нормальных условиях работы цепи и в условиях КЗ;
- генераторные выключатели на напряжение 6-24 кВ, применяемые для подключения генераторов и предназначенные для пропуска и коммутации токов в нормальных условиях, а также в пусковых режимах и при КЗ.

2. Задание на предварительную работу.

- ознакомиться с материалами лабораторной работы и требованиями к её выполнению;

- ознакомиться с материалами лекций и литературных источников по теме лабораторной работы (см. пункт б);
- распечатать и заполнить типовой отчет по лабораторной работе.

3. Лабораторное оборудование

В лаборатории представлены каталоги технических параметров и чертежи воздушного генераторного выключателя ВВГ-20, каталоги и чертежи воздушного выключателя высокого напряжения серии ВНВ.

4. Порядок выполнения работы.

- устно пояснить область применения, преимущества и недостатки современных воздушных выключателей, дать их классификацию;
- по рисунку 1.1. типового отчета пояснить конструкцию и принцип действия воздушного генераторного выключателя ВВГ-20;
- по таблице 1.1 типового отчета пояснить технические характеристики современных воздушных генераторных выключателей, дать определения указанных в таблице параметров;
- по рисунку 1.2 типового отчета пояснить схему включения и назначение генераторного выключателя нагрузки КАГ-24;
- по рисунку 1.3 типового отчета пояснить принцип действия камер воздушного дутья различных типов;
- по рисунку 2.1. типового отчета пояснить конструкцию и назначение основных элементов воздушного выключателя высокого напряжения серии ВНВ;
- по рисунку 2.2. типового отчета пояснить конструкцию и назначение основных элементов шунтирующего резистора выключателя серии ВНВ;
- по таблице 2.1 типового отчета пояснить технические характеристики выключателя ВНВ, дать определения указанных в таблице параметров;
- по рисунку 2.3 типового отчета пояснить порядок включения и отключения полюса выключателя ВНВ;
- по рисунку 2.3 типового отчета указать основные элементы схемы управления выключателем ВНВ и пояснить их работу.

5. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Какова роль шунтирующих резисторов и конденсаторов, установленных на дугогасительном устройстве выключателя?
2. Чем определяется расстояние, на которое расходятся дугогасительные контакты воздушных выключателей при их отключении, и каков порядок этой величины?
3. Каковы пути обеспечения необходимой электрической прочности разрыва в воздушных выключателях?
4. Каким образом производится комплектация выключателей серии ВНВ на разные напряжения?

5. Какие типы гасительных камер используются в воздушных выключателях?

6. Какое назначение имеют отделители в генераторном воздушном выключателе ВВГ-20?

7. Поясните устройство камеры с многократным разрывом, их назначение и принцип выполнения.

6. Список литературных источников для подготовки к лабораторной работе.

1. Васильев, А. А. Электрическая часть станций и подстанций: учеб. для вузов / А. А. Васильев, И. П. Крючков, М. Н. Околович; под ред. А. А. Васильева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.

2. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учеб. для сред. проф. образования / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. М. Чиркова. - Москва: Изд. центр «Академия», 2004. - 448 с.

3. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок: учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - Москва: Изд-во МЭИ, 2004.

4. Гайсаров, Р. В. Выбор электрических аппаратов и проводников: учеб. пособие / Р. В. Гайсаров. - Челябинск: ЮУрГУ. - 58 с.

Лабораторная работа № 4
«ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»

Выполнил: _____ (ФИО студента)
студент группы _____ (шифр группы)
Проверил: _____ (ФИО преподавателя)

Замечания по работе: _____

Работа зачтена: _____ (дата)

Типовой отчет

Цель работы: _____

Область применения ВВ: _____

Ряд номинальных напряжений: _____

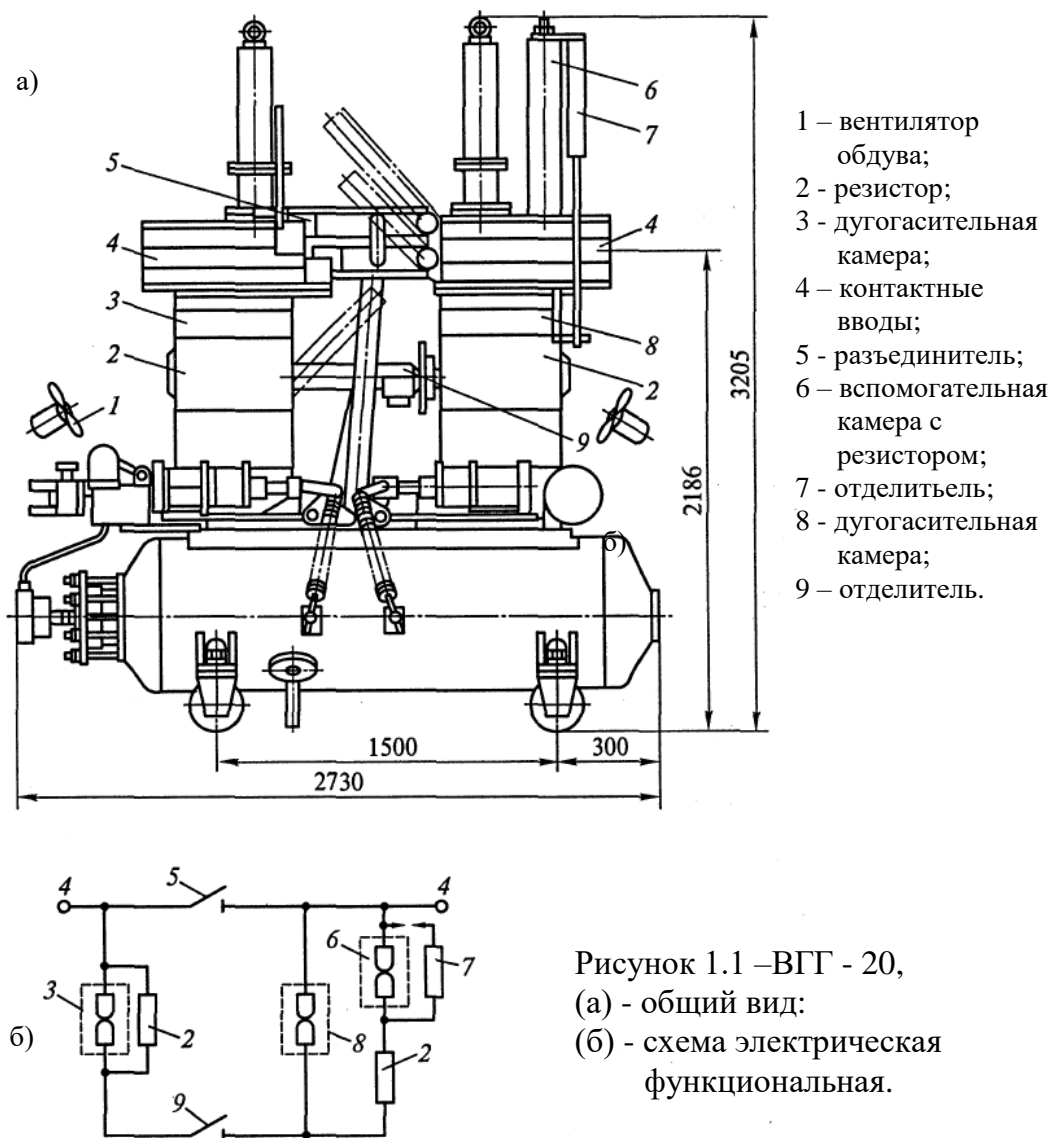
Ряд номинальных токов: _____

Ряд номинальных токов отключения: _____

Классификация ВВ: _____

1. Воздушный генераторный выключатель ВВГ-20.

1.1 Конструкция.



1. 2 Технические характеристики.

Таблица 1.1 - Основные параметры генераторных воздушных выключателей

№	Наименование	Краткая техническая характеристика						Номинальное избыточное давление, МПа	Масса, кг
		Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА	Частота или скорость восстанавливающегося напряжения				
					При 60% номинального тока отключения	При 100% номинального тока отключения			
1	ВВОА-15-140/12500 УЗ	15	12500	140	50	70	2	9150	
2	ВВЧП-15-20/1000 УЗ	15	1000	20	-	20	2	1600	
3	ВВГ-20-160/12500 УЗ	20	12500	160	60	70	2	9300	
4	ВВГ-20-160/20000 УЗ	20	20000	160	60	70	2	9750	
5	ВВГ-20-160/8000 ТСЗ	20	8000	160	60	70	2	9750	
6	ВВГ-20-160/12500 ТСЗ	20	11200	160	60	70	2	9750	
7	Устройство КАГ-24-30/30000 УЗ	24	30000	30	-	-	2	16500	
8	Устройство УКВ-24-160/23500 УЗ	24	18700 23500 - с охлаждением	160	-	-	4	21000	

1.3 Генераторный выключатель нагрузки.

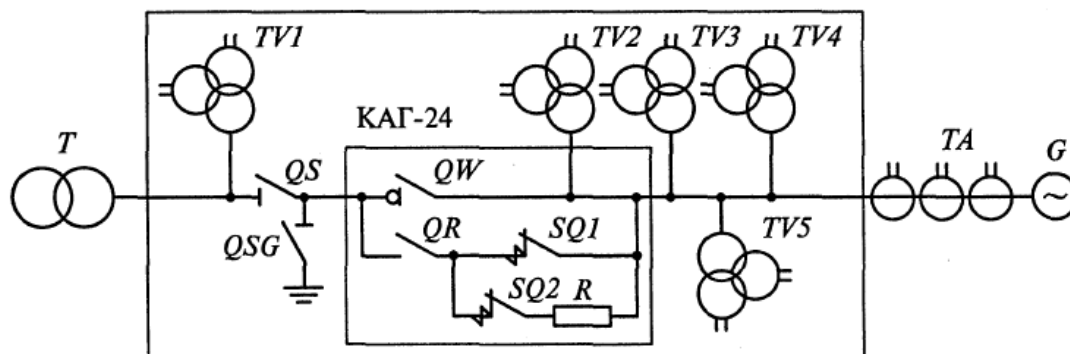
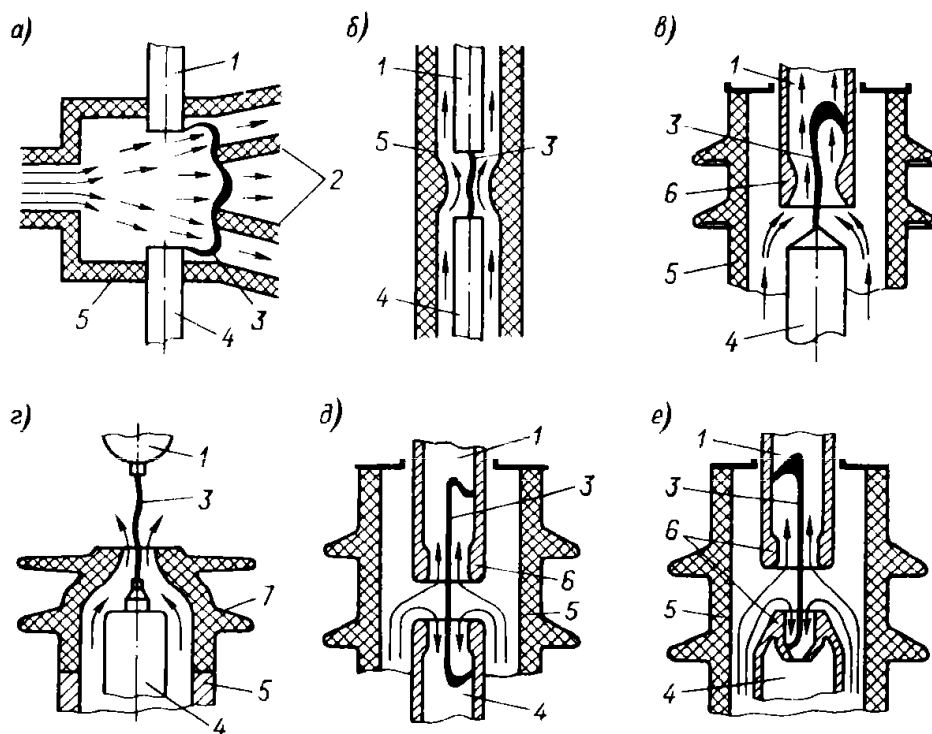


Рисунок 1.2 – Генераторный выключатель нагрузки КАГ-24

1.4 Гашение дуги.

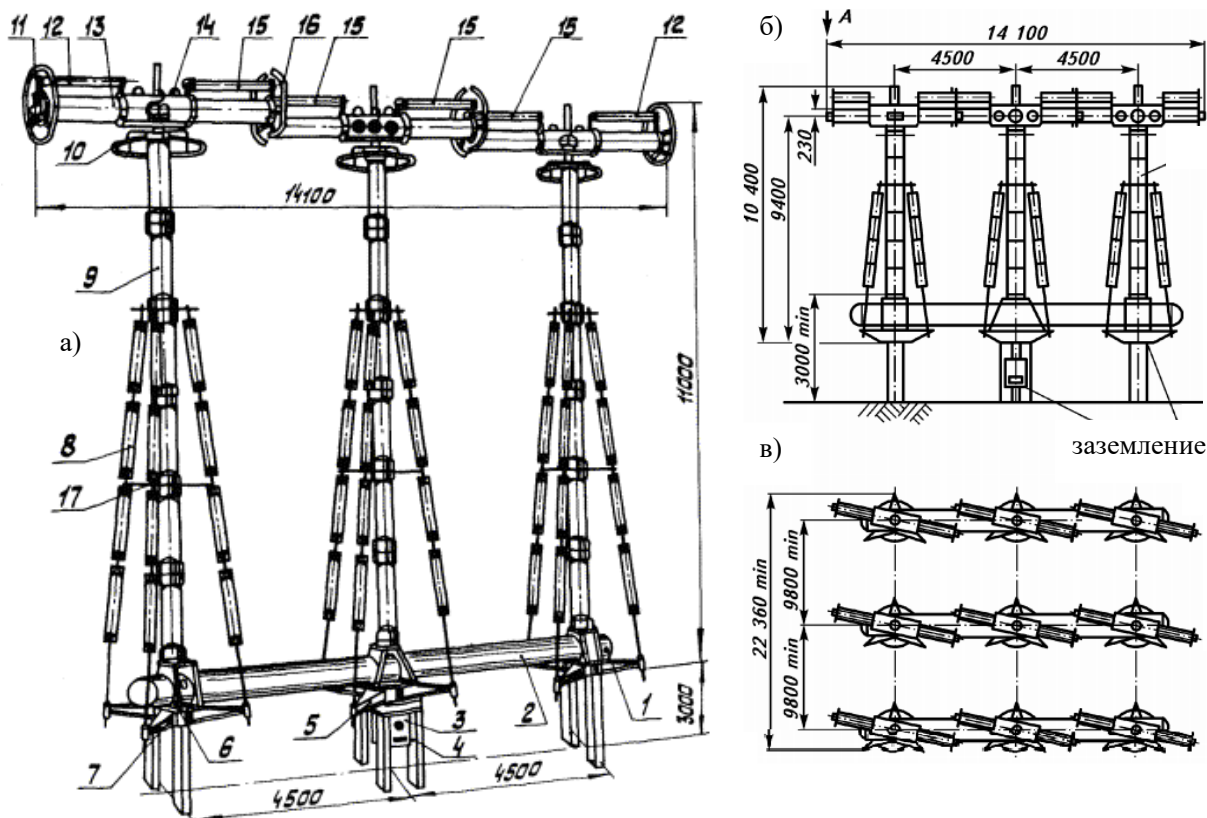


1- неподвижный контакт; 2 – изоляционные перегородки; 3 – дуга; 4 – подвижный контакте; 5 – корпус камеры; 6 – металлическое сопло; 7 – изоляционное сопло

Рисунок 1.3 – Схемы камер с воздушным дутьем: а – поперечное дутье; б – продольное одностороннее в горловине камеры; в – продольное одностороннее через соплообразный контакт; г – продольное одностороннее через изоляционное сопло, д, е - продольное двустороннее через соплообразные контакты

2. Серия воздушных выключателей высокого напряжения ВНВ.

2.1 Конструкция.



1 - подвод сжатого воздуха; 2 - резервуар; 3 - шкаф управления; 4 - болт заземления М10; 5, 7 - рама;
 6 - болт заземления М16; 8 - растяжки; 9 - колонка опорных изоляторов; 10, 11, 16 - экраны;
 12 - конденсатор (1400 пФ); 13 - дугогасительное устройство; 14 - подъемное ушко; 5 - конденсатор
 (1100 пФ); 17 - пояс жесткости

Рисунок 2.1 – Воздушный выключатель ВНВ на напряжение 750кВ: полюс выключателя с рамой (а), габаритные размеры полюса (б), план расположения выключателя (в)

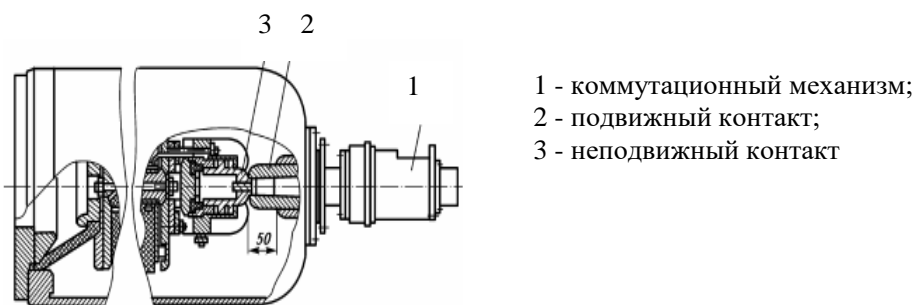


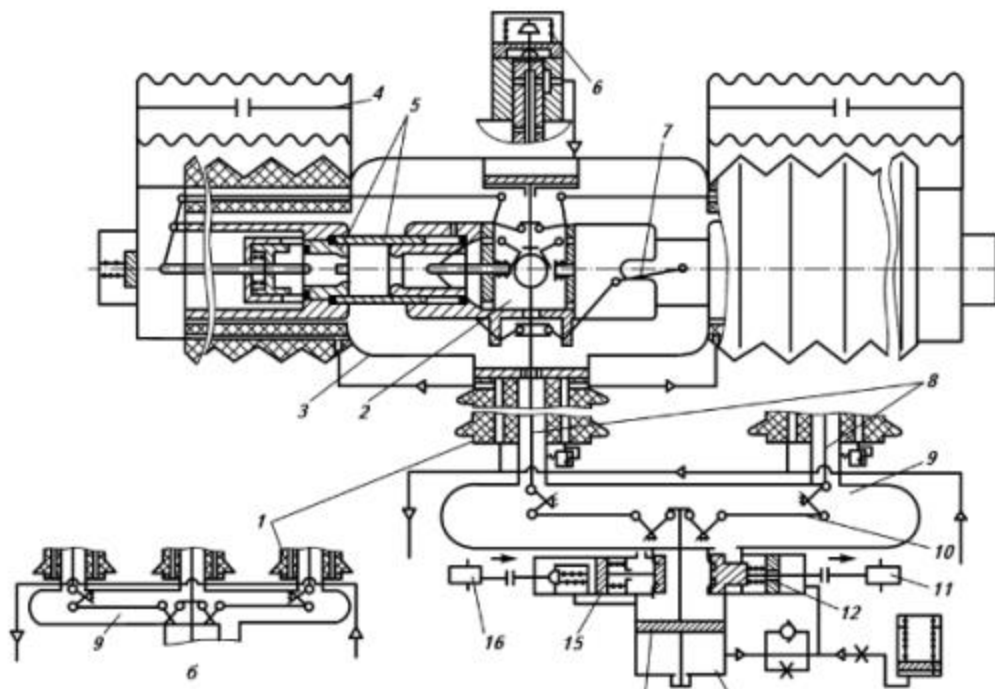
Рисунок 2.2 – Шунтирующий резистор со вспомогательными контактами.

2. 2 Технические характеристики

Таблица 2.1 – Основные технические данные серии выключателей ВНВ.

Наименование параметра	Норма для типа		
	ВНВ-330	ВНВ-500	ВНВ-750
1. Номинальное напряжение, кВ	330	500	750
2. Наибольшее рабочее напряжение, кВ	363	525	787
3. Номинальный ток, А	3150	4000	
4. Номинальный ток отключения короткого замыкания, кА	40		
5. Процентное содержание апериодической составляющей, %	47		
6. Ток включения, кА:			
1) наибольший пик	162		
2) начальное действующее значение периодической составляющей	63		
7. Сквозной ток короткого замыкания:			
1) наибольший пик (ток электродинамической стойкости), кА	162		
2) начальное действующее значение периодической составляющей, кА	63		
3) среднеквадратичное значение тока за время его протекания (ток термической стойкости), кА	63		
4) время протекания тока (время короткого замыкания), с	2		
8. Номинальное напряжение электромагнитов управления постоянного тока и элементов вспомогательных цепей, В	220		
9. Ток в цепи электромагнитов управления полюса при номинальном напряжении, А, не более:			
1) наибольший пик	13,5		
2) установившееся значение	4,5		
10. Масса выключателя, кг	27800	33100	59200

2.3 Принцип работы.



1 - опорная колонка; 2 - дугогасительное устройство (модуль); 3 - металлический бачок; 4 - конденсатор; 5 - главные контакты; 6 - включающая пружина; 7 - система рычагов; 8 - изоляционная тяга; 9 - резервуар со шкафом управления; 10 - горизонтальная тяга; 11 - электромагнит управления (отключения); 12 - клапан отключения; 13 - пневматический привод; 14 - поршень привода; 15 - клапан включения; 16 - электромагнит управления (включения)

Рисунок 2.3 – Полос выключателя ВНВ (схематическое устройство): 330 и 500 кВ (а); основание полюса выключателя на напряжение 750 кВ (б)

2.4 Управление выключателем.

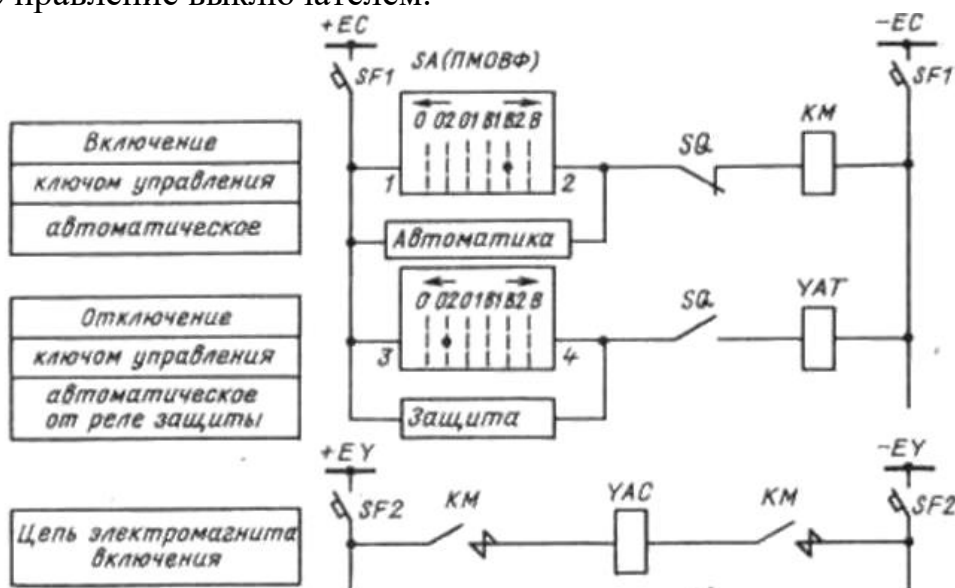


Рисунок 2.3 – Схема дистанционного управления выключателем ВНВ-500

Лабораторная работа № 5 «ВАКУУМНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ»

Задание на лабораторную работу

1. Общие сведения.

Вакуумные выключатели – это коммутационные аппараты нового поколения, в основе принципа действия которых лежит гашение возникающей при размыкании контактов электрической дуги в глубоком вакууме.

Область применения преимущественно на номинальное напряжение от 6 до 35кВ. Имеются разработки и на более высокие напряжения.

Настоящая работа направлена на изучение вакуумного выключателя на примере выключателя серии ВВ/TEL. Отличительная особенность конструкции вакуумных выключателей серии ВВ/TEL по сравнению с традиционными коммутационными аппаратами заключается в использовании принципа соосности электромагнита привода и вакуумной дугогасительной камеры в каждом полюсе выключателя, которые механически соединены между собой общим валом.

Преимущества:

- простота конструкции: отсутствие клапанов, компрессоров, других вспомогательных устройств;
- исключительная надежность;
- высокое быстродействие;
- отсутствие шунтирующих резисторов, поскольку скорость восстанавливающейся электрической прочности промежутка между контактами исключительна высока;
- полная взрыво – и пожаробезопасность;
- широкий диапазон температур окружающей среды, в котором возможна его работа;
- повышенная устойчивость к ударным и вибрационным нагрузкам;
- сравнительно малые массы и габаритные размеры, небольшие динамические нагрузки на конструкцию и фундамент.

Недостатки:

- повышенный уровень коммутационных перенапряжений.

2. Задание на предварительную работу.

- ознакомиться с материалами лабораторной работы и требованиями к её выполнению;
- ознакомиться с материалами лекций и литературных источников по теме лабораторной работы;
- изучить типовой отчет, дополнить его рисунками 1-3 и таблицей 1 (Приложения 1-3), распечатать, выполнить задание и заполнить индивидуальный отчет по лабораторной работе.

3. Лабораторное оборудование.

3.1 Конструкция выключателя

Выключатель состоит из трех полюсов, установленных на металлическом основании, в котором размещены пофазные электромагнитные приводы с магнитной защелкой, удерживающей выключатель неограниченно долго во включенном положении после прерывания тока в катушке электромагнита привода.

Остальные узлы полюсов размещаются в изоляционном корпусе из прозрачного механически прочного и дугостойкого полимерного материала (лексана), который предохраняет их от возможных в эксплуатации механических повреждений и воздействий электрической дуги тока короткого замыкания. Все три полюса имеют одинаковую конструкцию (рисунок 1).

3.2 Работа выключателя

3.2.1 Включение выключателя

Командой на включение от блока управления (рисунок 2) подается постоянное напряжение на катушку электромагнита 11 (рисунок 1).

Под действием электромагнитных сил якорь 12 начинает двигаться вверх и через пружину поджатия 10 заставляет двигаться тяговый изолятор 5 и подвижный контакт 3, сжимая при этом пружину отключения 9.

После замыкания контактов 1 и 3 якорь продолжает двигаться еще 2 мм до упора, сжимая пружину 10 и создавая необходимое поджатие между контактами ВДК 2.

Общий ход якоря составляет 8 мм, а ход подвижного контакта 6 мм.

После снятия напряжения якорь остается во включенном положении благодаря остаточной индукции в электромагните 13.

3.2.2 Отключение выключателя

Командой на отключение от блока управления (рисунок 2) на катушку 11 подается напряжение противоположной полярности, чем при включении. Магнит 13 при этом частично размагничивается, якорь 12 снимается с магнитной защелки и под действием пружин 9 и 10 перемещается совместно с подвижными частями выключателя в отключенное положение. В этом положении они удерживаются силой отключающей пружины 9.

Ручное отключение осуществляется воздействием на кнопку ручного отключения, которая через толкатель 15, шарнирно связанный с валом 8, и через кулачок 7 с якорем 12, срывает якорь с магнитной защелки и отключает выключатель.

3.3 Вакуумная дугогасительная камера

Одним из основных элементов выключателя является вакуумная дугогасительная камера (ВДК) (рисунок 3). Сегодня ВДК серии TEL имеет самую прогрессивную конструкцию и выпускается «Таврида Электрик» с применением последних достижений современных технологий. Она имеет малые габариты и массу. Износ ее контактов при совершении 50000 операций отключения номинального тока не превышает 1 мм (Таблица 1).

Корпус ВДК состоит из двух керамических изоляторов 2 и 6 и медного экрана 4, припаиваемого к изоляторам.

Конструктивными особенностями ВДК являются чашеобразная форма керамических изоляторов и сварной сильфон 7, значительно снизившие вес и габариты ВДК.

Сильфон припаивается к изолятору 6 и выводу 8, обеспечивая возможность перемещения подвижного контакта 5 без нарушения герметичности ВДК.

На торцевые части неподвижного 3 и подвижного 5 контактов припаяны пластины из металлокерамики, обеспечивающие им высокую износостойкость.

Выводы 1 и 8 служат для соединения с выводами выключателя. Аксиальное магнитное поле в промежутке между контактами создается путем выполнения в контактах специальных разрезов (на рисунке 3 не показаны). За счет его дуга не концентрируется, а находится в диффузионном состоянии на всей поверхности контактов. Это значительно снижает износ контактов, повышает отключающую способность и коммутационный ресурс выключателя.

3.4 Лабораторный стенд

Лабораторный стенд представляет собой собранную схему управления отключением выключателя (рисунок 2), в которой реализованы: токовая отсечка (ТО), что обеспечивает отключение выключателя без выдержки времени, максимальная токовая защита (МТЗ), что реализует отключение выключателя с выдержкой времени. К выключателю подключены блок питания ВР/TEL-220-02А, блок управления ВU/TEL-220-05А и блок с кнопками ВКЛ/ОТКЛ. Разделительный трансформатор Т1 (220/220 В) служит для гальванической развязки между шинками управления и входом блока питания. Перед трансформатором установлен автомат, предназначенный как для защиты, так и для включения и отключения лабораторной схемы.

3.4.1 Описание и функционирование блока питания ВР/TEL -220-02А

3.4.1.1 Назначение блока питания

Блок питания ВР/TEL-220-02А (БП) предназначен для обеспечения электропитанием в схемах на постоянном, переменном и выпрямленном оперативном токе блока управления ВU/TEL-220-05А. БП формирует постоянное напряжение номинальным значением 230В при работе в широком диапазоне входных напряжений питания постоянного (выпрямленного) и переменного тока. БП содержит накопитель энергии – батарею конденсаторов, которая обеспечивает гарантированное включение выключателя ВВ/TEL.

3.4.1.2 Устройство и работа блока питания

Блок питания конструктивно выполнен в закрытом пластмассовом корпусе.

Все элементы электрической принципиальной схемы смонтированы на одной печатной плате. Плата жестко закреплена внутри корпуса БП. На лицевой поверхности БП размещены: а) световой (красный) индикатор «СЕТЬ», сигнализирующий о наличии напряжения питания; б) световой (зеленый) индикатор «ГОТОВ», сигнализирующий о достижении выходным напряжением уровня 230 В. На боковой поверхности находится разъем WAGO для подключения БП к внешним цепям: а) к цепи питания (контакты 14, 15); б) к блоку управления ВU/TEL-220-05А (контакты 5, 6, 8,9).

Рядом с разъемом располагается держатель плавкой вставки (предохранителя) Предохранитель FU1 установлен последовательно в цепи питания блока, как показано на рисунке 2.

БП преобразует переменное/постоянное напряжение 220В или постоянное 12...24 В в постоянное напряжение 230В. Принцип действия БП основан на импульсном методе преобразования напряжения. Функциональные узлы БП представлены на рисунке 2. Импульсный преобразователь напряжения (инвертор) выполнен по схеме однотактного «обратно-ходового» преобразователя. В состав инвертора входят: первичная обмотка трансформатора Т1, силовой ключ Q1, диод D2, датчик тока «прямого хода» R5 и контроллер управления (ШИМ).

При подаче напряжения питания на БП (контакты. 14,15), контроллер управления силовым инвертором питается по цепи: выпрямительный мост D1, резистор R1 и светодиод «СЕТЬ» LED1. Как только напряжение на контроллере достигнет 7...8 В открывается силовой ключ Q1 и через обмотку Т1, открытый канал Q1 и резисторы R5 начинает течь ток. При достижении напряжения на R5 1В, что соответствует току примерно 3А, контроллер управления закрывает ключ Q1. После чего начинается вторая фаза преобразования. Накопленная трансформатором Т1 энергия передается во вторичную цепь, на батарею конденсаторов и нагрузку БП (выводы 5,6 и 8,9). Затем процесс повторяется. Частота преобразования задается тактовым генератором контроллера управления и составляет 20...25 кГц. Стабилизация напряжения на батарее конденсаторов осуществляется с помощью усилителя ошибки, который производит сравнение опорного напряжения с напряжением на делителе R3, R4. Сигнал рассогласования передается в контроллер управления через оптрон обратной связи DA2. В соответствии с уровнем сигнала рассогласования контроллер управляет продолжительностью открытого состояния ключа Q1.

3.4.2 Описание и работа блока управления ВU/TEL-220-05А

3.4.2.1 Назначение блока управления

Блок управления ВU/TEL-220-05А (БУ) предназначен для управления (включения и отключения) вакуумными выключателями серии ВВ/TEL-10.

БУ обеспечивает:

- стандартный цикл управления вакуумным выключателем О-0,3с-ВО-15с-ВО;
- блокировку от повторного включения, когда команда включения продолжает оставаться поданной после автоматического отключения выключателя;
- отключение от токовых цепей при отсутствии напряжения питания.

3.4.2.2 Устройство и работа

3.4.2.2.1 Конструкция

БУ конструктивно выполнен в закрытом пластмассовом корпусе. Все элементы электрической принципиальной схемы смонтированы на одной печатной плате. Плата жестко закреплена внутри корпуса БУ. На боковой поверхности корпуса помещен разъем WAGO для подключения БУ. На этой же поверхности над разъемом установлен держатель плавкой вставки и индикатор

перегорания плавкой вставки (ВП). Функциональная схема БУ приведена на рисунке 2.

3.4.2.2.2 Назначение контактов разъема ХТ1

контакты 1,2(+220,-220) – Цепь питания =220 В;

контакты 3,4(ЭМ1,ЭМ2) – Цепь электромагнитов вакуумного выключателя;

контакты 5,6(БК1, БК2) – Цепь переключателя, сигнализирующего положение вакуумного выключателя (блок-контакт);

контакты 7,8(ВО, ВКЛ) – Цепь управления включением вакуумного выключателя;

контакты 7,9(ВО, ОТКЛ) – Цепь управления отключением вакуумного выключателя;

контакты 10, 11 (ТТА1, ТТА2) – Токовая цепь для подключения трансформатора тока главной цепи (фаза А);

контакты 12,13 (ТТС1, ТТС2) – Токовая цепь для подключения трансформатора тока главной цепи (фаза С).

3.4.2.2.3 Работа БУ в режиме «включение»

Включение вакуумного выключателя производится подключением обмоток его электромагнитного привода (цепи электромагнита) к цепи питания БУ. Включение выключателя блоком возможно только в случае замкнутого состояния датчика положения выключателя (блок-контакта) (контакт 5 «БК1» и контакт 6 «БК2»), что соответствует отключенному положению выключателя. Режим «Включение» начинается с момента замыкания цепи управления включением (контакта 7 «ВО» и контакта 8 «ВКЛ»), то есть подачи команды включения. Режим «Включение» можно условно разделить на 4 этапа.

Первый этап «Задержка включения»

В результате подачи команды включения обмотка реле KV3 оказывается подключенной к цепи питания БУ. Однако включения реле не происходит до тех пор, пока не зарядится конденсатор С3. Постоянная времени цепи заряда С3 выбрана примерно 5 мс, что позволяет предотвратить ложные попытки включения вакуумного выключателя при кратковременном воздействии (менее 10 мс) на цепь управления включением.

Второй этап «Включение вакуумного выключателя»

Второй этап начинается с момента срабатывания реле KV3. В результате переключения контактов KV3-4, KV3-2 цепь электромагнита вакуумного выключателя подключается к цепи питания БУ. Включение выключателя происходит только если блок-контакт выключателя (контакты «БК1» и «БК2») замкнут.

В противном случае обмотка реле KV1 обесточена, а контактная группа KV1-2 препятствует подключению цепи электромагнита к цепи питания. Второй этап завершается в момент замыкания главных контактов (ГК) вакуумного выключателя.

Третий этап «Постановка на магнитную защелку».

После замыкания главных контактов вакуумного выключателя необходимо еще некоторое время на «поджатие» контактной системы и преодоление усилия

пружин отключения выключателя. Процесс поджатия заканчивается замыканием магнитной системы привода выключателя. Для надежной фиксации выключателя («магнитной защелки»), обмотки электромагнитного привода остаются подключенными к цепи питания в течение определенного времени. За это время («до включения») магнитная система привода выключателя приобретает остаточную магнитную индукцию необходимую для длительного удержания выключателя во включенном положении. Выдержка времени «до включения» производится с помощью конденсатора С2. Когда размыкается блок-контакт (БК) и обмотка реле KV1 отключается от цепи питания, то реле удерживается во включенном состоянии (40...60.мс) за счет энергии, накопленной в конденсаторе С1. Если блок-контакт выключателя по какой-то причине останется в замкнутом положении, то KV1 отключится от предохранительного таймера. В этом случае общее время воздействия на цепь электромагнита от цепи питания БУ составляет 120...140 мс.

Четвертый этап «Гашение энергии электромагнита выключателя»

Четвертый этап начинается в момент размыкания контактов KV1-2. Ток электромагнита начинает протекать по цепи: источник питания, разряженный в процессе включения конденсатор отключения С5, обмотка электромагнита. Запасенная в электромагните энергия преобразуется в энергию заряда конденсатора С5 и частично гасится в варисторе VR1. Через время менее 20 мс процесс гашения заканчивается, а конденсатор отключения заряжается до 440 В, уровень напряжения определяется варистором VR1.

Следует отметить, что для подготовки (взвода) предохранительного таймера требуется время 3 с (не более). Поэтому при попытке произвести включение ранее, чем через 3 с после снятия предыдущей команды включения, выключатель может не включиться или не довключиться. При недовключении выключатель не становится на магнитную защелку и может самопроизвольно отключиться сразу или через некоторое время.

3.4.2.2.4 Работа Блока в режиме «отключение»

Режим «Отключение» начинается с момента замыкания цепи управления отключением (контакта 7 «ВО» и контакта 9 «ОТКЛ»), то есть подачи команды отключения. Отключение вакуумного выключателя производится подключением конденсатора отключения к цепи электромагнита (с помощью контактов KV2-2). При этом напряжение к цепи электромагнита прикладывается в обратной полярности по отношению к включающему напряжению. Отключение выключателя возможно при любом состоянии блок-контакта.

Отключение происходит не сразу после подачи команды отключения, а спустя некоторое время задержки. Необходимость задержки отключения вызвана конструктивными особенностями выключателя и используемым способом конденсаторного отключения. Выключатель не позволяет произвести отключение от источника ограниченной энергии (примерно 1 Дж) сразу же после включения. По окончании процесса включения в магнитопроводе привода вакуумного выключателя продолжают циркулировать вихревые токи, препятствующие отключению. Поэтому задержка отключения необходима для

выполнения цикла «ВО», иначе выключатель не отключится. Время задержки выбирается с учетом характера затухания вихревых токов.

Задержка отключения так же способствует увеличению коммутационного ресурса выключателя при отключении токов короткого замыкания. Это обусловлено уменьшением апериодической составляющей тока короткого замыкания за время задержки отключения.

Пока команда отключения подана, контакты KV2-4 блокируют возможность процедуры включения.

3.4.2.2.5 Работа БУ в режиме «отключение от токовых цепей»

Отключение выключателя от токовых цепей при отсутствии напряжения питания возможно при протекании через токовые цепи тока более 3 А. Трансформаторы ТТ1 и (или) ТТ2 обеспечивают заряд конденсатора С5 до уровня, необходимого для отключения выключателя. В качестве порогового элемента служит реле KV2 (при условии, что команда отключения подана). Как только напряжение на конденсаторе С3 достигнет уровня включения реле KV2, контакты KV2-2 замыкаются и конденсатор С5 разряжается через цепь электромагнита, производя отключение вакуумного выключателя. Если команда отключения не подана и через ТТ1 (ТТ2) протекает ток более 3А, схема ограничения поддерживает на конденсаторах С3, С5 напряжение 250 ± 10 В.

3.4.2.2.6 Работа БУ в режиме «Блокировка от повторных включений»

БУ запрещает повторное включение после отключения вакуумного выключателя, если команда включения остается поданной. Блокировка производится с помощью реле KV2. Если команда включения остается поданной, то при последующем отключении выключателя контакт KV2-4 подключает обмотку реле KV2 к цепи питания через контакты KV3-4. Блок останется в режиме блокировки до тех пор, пока команда включения не будет снята на 1,5 с (не менее).

3.4.2.2.7 Работа Блока в цикле ВО

В цикле ВО команда отключения подается в процессе включения после замыкания главных контактов выключателя. Однако, команда отключения начинает выполняться только с момента замыкания контакта KV1-4. В этот момент начинается отсчет задержки отключения. Далее БУ работает так же, как в режиме «Отключение».

4. Порядок выполнения работы

4.1. Сформулировать цель работы.

4.2. Сформулировать и пояснить область применения, преимущества и недостатки современных вакуумных выключателей.

4.3. По рисунку 1 пояснить конструкцию и принцип действия вакуумного выключателя на примере выключателя серии ВВ/TEL.

4.4. По таблице 1 пояснить технические характеристики выключателя, дать определения указанных в таблице параметров.

4.5. Пояснить устройство и принцип работы дугогасительной камеры (рисунок 3).

4.6. Пользуясь схемой управления выключателя (рисунок 2) пояснить процесс его включения и отключения.

4.7. Вручную произвести включение и отключение выключателя, при этом пронаблюдав за процессом. Для этого нажать кнопку «ВКЛ» на лабораторном стенде, а затем «ОТКЛ».

4.8. В схеме управления выключателем (рисунок 2) имитируется замыкание фаз А и С с нейтралью с помощью лабораторного источника тока со встроенным амперметром. При увеличении тока источника и достижении определенного значения, соответствующего токовой уставки выбранного реле, оно замыкает свой контакт, таким образом, подавая напряжение на промежуточное реле (ТО) или на реле времени (МТЗ), которое в свою очередь замыкает контакт цепи блока управления, подающей команду на отключение выключателя.

Опыт проводится для фаз А и С. Используются реле РТ-40, катушки которых обозначены на схеме соответственно К1 и К2, а также промежуточное реле РП или реле времени РВ, обеспечивающее задержку отключения в зависимости от уставки по времени.

После каждого измерения необходимо выводить источник тока в нулевое положение, а затем включать выключатель, нажатием кнопки «ВКЛ».

В отчете привести используемые в работе схемы и результаты испытаний. Сделать выводы по основным разделам выполненной работы.

5. Вопросы для самоконтроля

1. Конструктивное выполнение и основные достоинства вакуумных выключателей.

2. Опишите процесс включения и отключения выключателя ВВ /TEL-10.

3. Как происходит гашение дуги в вакуумных выключателях? Опишите конструкцию дугогасительной камеры.

4. Опишите работу схемы управления выключателя.

5. Для чего служит разделительный трансформатор?

6. Используемая литература

1. Вакуумный выключатель: Каталог. – Москва: Таврида электрик, 2007.

2. Блок управления и блок питания: Каталог. – Москва: Таврида-электрик, 2007.

Приложения

1. Рисунок 1. Конструкция вакуумного выключателя на примере выключателя серии ВВ/TEL

2. Рисунок 2. Лабораторная схема управления выключателем

3. Рисунок 3 – Разрез вакуумной дугогасительной камеры выключателя серии ВВ/TEL.

4. Таблица 1. Паспортные данные выключателя ВВ/TEL-10-12,5/1000У2

Лабораторная работа № 5
«ВАКУУМНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ»

Выполнил студент группы _____ Зачтена _____ Дата _____

_____ Фамилия И.О. _____ Преподаватель

Типовой отчет

Задание на предварительную работу

- ознакомиться с материалами лабораторной работы и требованиями к её выполнению;
- ознакомиться с материалами лекций и литературных источников по теме лабораторной работы;
- изучить типовой отчет, дополнить его рисунками 1-3 и таблицей 1 (смотри Приложения), распечатать, выполнить задание и заполнить индивидуальный отчет по лабораторной работе.

4.1. Сформулировать цель работы.

Цель работы: _____

4.2. Сформулировать и пояснить область применения, преимущества и недостатки современных вакуумных выключателей.

4.3. По рисунку 1 пояснить конструкцию и принцип действия вакуумного выключателя на примере выключателя серии ВВ/TEL.

4.4. По таблице 1 пояснить технические характеристики выключателя LF, дать определения указанных в таблице параметров.

4.5. Пояснить устройство и принцип работы дугогасительной камеры (рисунок 3).

4.6. Пользуясь схемой управления выключателя (рисунок 2) пояснить процесс его включения и отключения.

4.7. Вручную произвести включение и отключение выключателя, при этом пронаблюдав за процессом. Для этого нажать кнопку «ВКЛ» на лабораторном стенде, а затем «ОТКЛ».

4.8. В схеме управления выключателем (рисунок 2) имитируется замыкание фаз А и С с нейтралью с помощью лабораторного источника тока со

встроенным амперметром. При увеличении тока источника и достижении определенного значения, соответствующего токовой уставки выбранного реле, оно замыкает свой контакт, таким образом, подавая напряжение на промежуточное реле (ТО) или на реле времени (МТЗ), которое в свою очередь замыкает контакт цепи блока управления, подающей команду на отключение выключателя.

Опыт проводится для фаз А и С. Используются реле РТ-40, катушки которых обозначены на схеме соответственно К1 и К2, а также промежуточное реле РП или реле времени РВ, обеспечивающее задержку отключения в зависимости от уставки по времени.

После каждого измерения необходимо выводить источник тока в нулевое положение, а затем включать выключатель, нажатием кнопки «ВКЛ».

1. Произвести отключение выключателя без выдержки времени (ТО), эмитировав замыкание в линии между фазным и нулевым проводом. Для этого необходимо выставить переключатель V1 в положение «ТО», а переключатель V2 в положение «А». Источником тока увеличить ток до значения, при котором произойдет отключение выключателя. Затем выставить переключатель V2 в положение «С» и повторить опыт. Измерить токи и занести их в таблицу 2.

Таблица 1

Фаза, замкнутая с нейтралью	А	В
Ток, А		

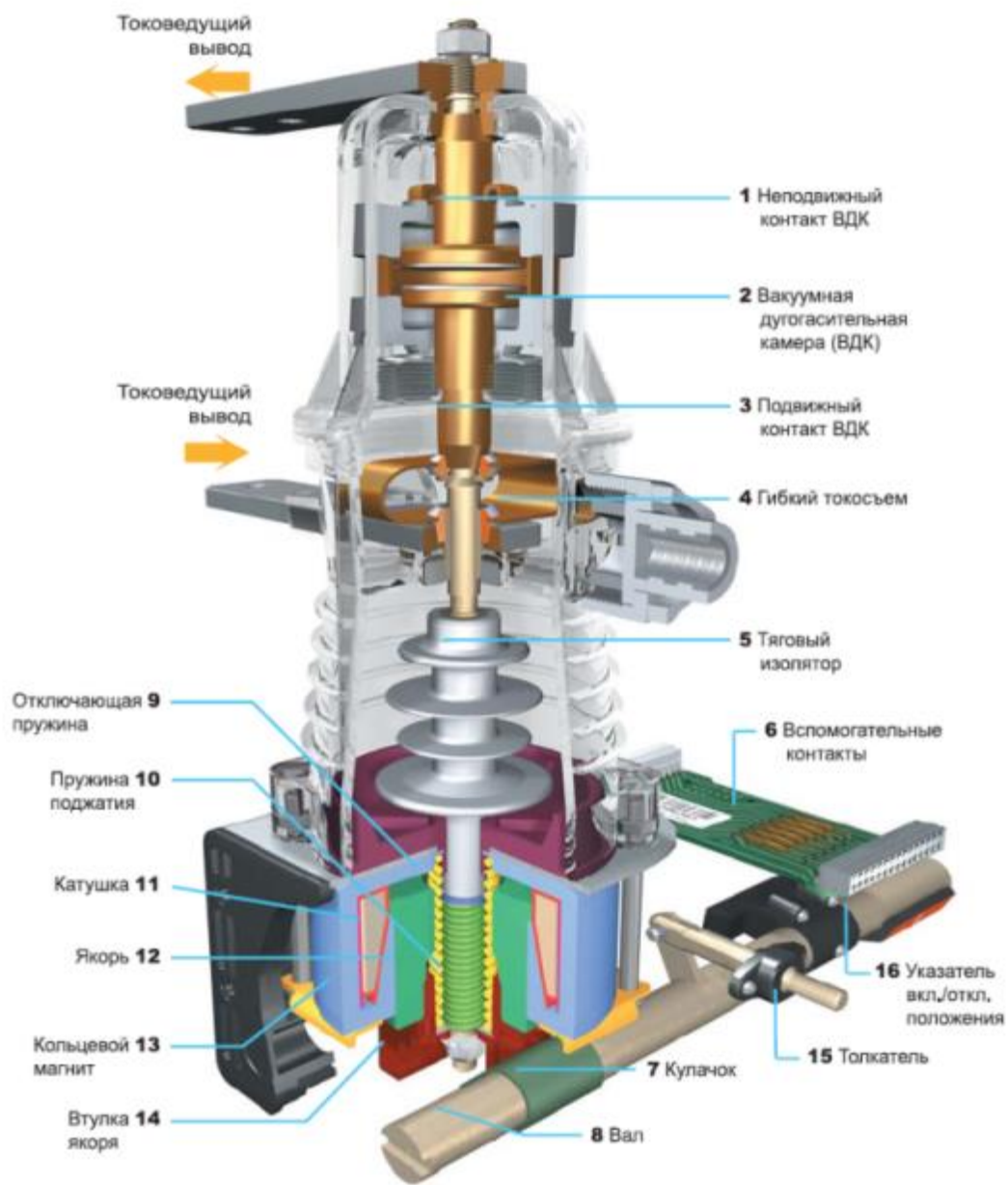
2. Произвести отключение выключателя с выдержкой времени (МТЗ), эмитировав замыкание, как в предыдущем опыте. Для этого необходимо выставить переключатель V1 в нейтральное положение, а переключатель V2 в положение «А». Посредством ЛАТРА источника тока установить значение тока, при котором в предыдущем опыте произошло отключение выключателя. Затем выставить переключатель V1 в положение «МТЗ». Измерить время отключения и занести его в табл. 3. Затем выставить переключатель V2 в положение «С», а V1 в нейтральное положение и повторить опыт.

Таблица 2

Фаза, замкнутая с нейтралью	А	В
Время, сек		

В опыте отключения выключателя с выдержкой времени (МТЗ) используется нерабочая уставка реле времени РВ для лучшего понимания и наглядности процесса. Уставка обычно принимается порядка 0,6 с.

Выводы по работе: _____



Полюс выключателя в отключенном положении

Рисунок 1 - Конструкция вакуумного выключателя на примере выключателя серии ВВ/TEL

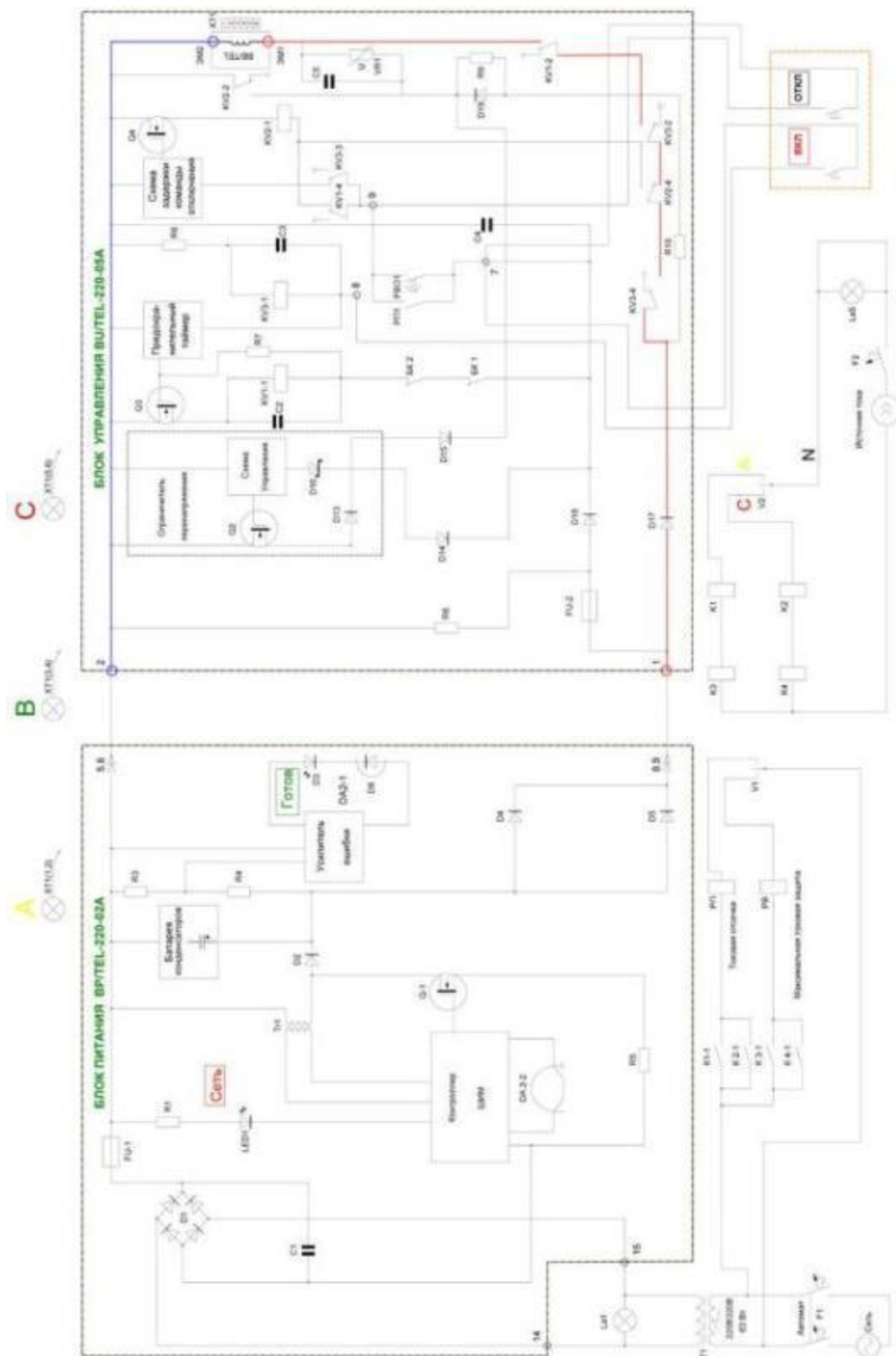


Рисунок 2 - Лабораторная схема управления выключателем.

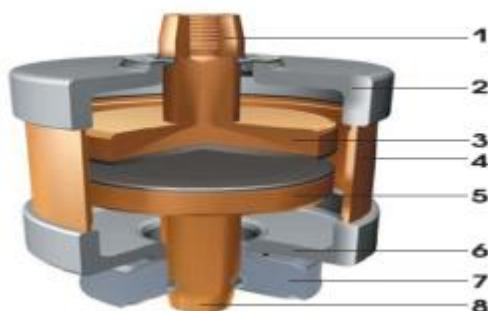


Рисунок 3 – Разрез вакуумной дугогасительной камеры выключателя серии ВВ/TEL

Таблица 1. Паспортные данные выключателя ВВ/TEL-10-12,5/1000У2

Номинальное напряжение, кВ	10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	12
Номинальный ток, А	630,1000
Номинальный ток отключения, кА	12.5
Ток динамической стойкости, (наибольший пик), кА	32
Испытательное кратковременное напряжение (одноминутное) промышленной частоты, кВ	42
Время отключения полное, мс, не более	25
Время отключения собственное, мс, не более	15
Время включения собственное, мс, не более	70
Ресурс по коммутационной стойкости при отключении: -- номинального тока, операций «ВО»	50000
-- (60-100)% от номинального тока отключения, операций	100
Ресурс по механической стойкости, операций «ВО»	50000
Номинальное напряжение электромагнитов управления, В	220
Диапазон напряжений электромагнитов при включении, % от номинального значения	85-100
Диапазон напряжений электромагнитов при отключении, % от номинального значения	65-120
Наибольший ток электромагнитов управления при номинальном напряжении, А	10
Срок службы до списания, лет	25
Масса при исполнении с межполюсным расстоянием 200 мм	35
Масса при исполнении с межполюсным расстоянием 250 мм	37
Стойкость к механическим воздействиям, группа по ГОСТ 17516.1-90	М7
Верхнее/нижнее значение температуры окружающего воздуха, °С	55/-44

Лабораторная работа № 6
«Изучение тренажера для электростанций и подстанций – МОДУС»

Задание на лабораторную работу

Цель работы: Изучение тренажера для электростанций и подстанций – МОДУС

1. Введение

Тренажер по оперативным переключениям компании Модус предназначен для отработки навыков, используемых при переключениях в электрических схемах энергетических объектов и для тестирования персонала на знание правил и инструкций по оперативным переключениям в электрических схемах. Работа в тренажере проводится с использованием моделей(макетов) реальных энергообъектов.

Суть тренинга состоит в том, что обучаемый должен воспроизвести определенную последовательность действий при переключениях в электрической части энергообъекта в условиях нормальной работы и в аварийной ситуации, в зависимости от поставленной задачи.

Тренажер обеспечивает моделирование энергообъектов различного уровня – от городских и распределительных сетей до электростанций и энергосистем.

Пользователями тренажера могут быть:

- Диспетчер ЦДУ, РРС, ОДУ, РДУ, МЭС, МРСК, ПЭС;
- Дежурный подстанции, ОВБ;
- Сотрудники электроцеха электрической станции;
- Диспетчер распределительной и городской сети;
- Сотрудники энергетических служб промышленных предприятий, железной дороги и т.п.

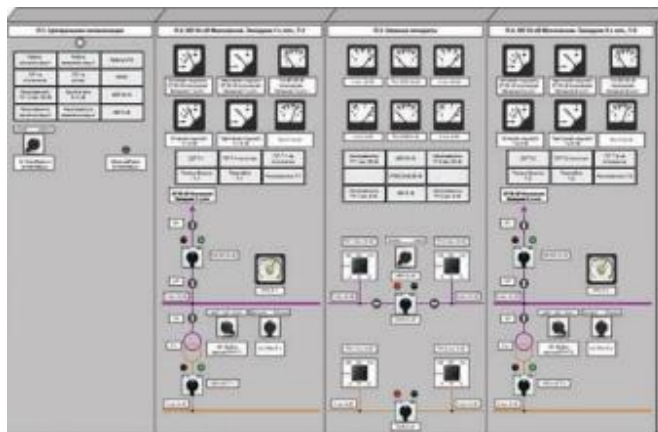


Рисунок 1.1 - Щит управления

В качестве пользовательского интерфейса тренажера используется электронный макет, представляющий однолинейную схему энергообъекта или сети электроснабжения, дополненный интерактивными изображениями щитов управления, панелей релейных защит и автоматики, а также анимированных изображений реального основного оборудования ОРУ, ячеек КРУ (сцены), имитацией экранных форм АРМ и терминалов микропроцессорных защит.

В ходе тренировки обучаемый должен произвести переключения, проверочные и другие действия на макете энергообъекта в условиях нормальной работы или при аварийной ситуации в соответствии с полученным заданием.

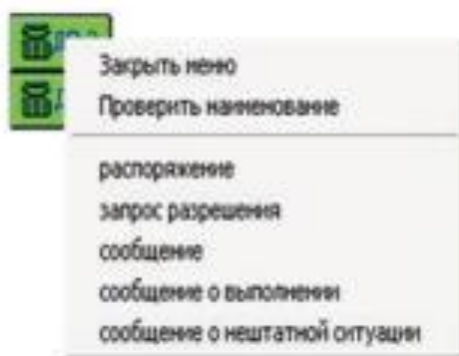


Рисунок 1.2 - Имитация переговоров между персоналом

Имитируются следующие виды действий:

- Коммутации (Работа на открытом распределительном устройстве).
- Управление оборудованием (выключателем и др.) с ключа управления на щите управления.
 - Ввод в действие (работа с устройствами релейной защиты и автоматики).
 - Проверочные действия (в т.ч. проверка состояния и исправности оборудования, показаний приборов, наличия напряжения с помощью указателя).
 - Вывешивание плакатов.
 - Использование средств индивидуальной защиты
 - Выполнение действий через АРМ.
 - Телефонные переговоры.



Рисунок 1.3 - Проверка текущего состояния

Алгоритм тренировки

Как правило, при проведении тренировок используется «свободный» режим, когда обучаемый выполняет произвольные действия с макетом без ограничения свободы действий (за исключением блокировок) со стороны программы. В результате этих действий обучаемый должен привести макет в состояние, заданное во вводной, руководствуясь правилами по переключениям в электроустановках и местными инструкциями. Последовательность выполнения действий отражается в протоколе тренировки и автоматически сравнивается с эталонной, заданной в сценарии. В протоколе фиксируются отклонения от сценария (не выполненные, непредусмотренные, выполненные с опозданием, преждевременно выполненные действия).

Протокол тренировки

Инструктор может описать в сценарии несколько допустимых альтернативных вариантов проведения переключений, если действия обучаемого соответствуют любому из них, то признаются правильными.

Система протоколирования в тренажере, начисляет баллы за правильное выполнение каждого действия, и автоматически проводит оценку выполненного задания. Дополнительно можно назначать штрафные баллы за пропущенные действия, за выполнение операций на силовом оборудовании без использования СИЗ.

№	Действие	Операция	Параметр	Значение	Баллы	Штрафные баллы	Время реакции	Время выполнения	Уполномоченный
1	откл_68_P3A/9/5 ШУ 38 БП 120кВ Битца-Яценко с отп. (Дверь) 01.5А1 Ключ упр...	переключить	положение	откл	1		15:07:28	0	пользователь
2	не включить - работает локал установить 68_P3A/9/5 ШУ 38 БП 120кВ Бит...	переключить	установить	не включить	1		15:07:42	0	пользователь
3	открыто положение_дверь 68_P3A/9/5 ШУ 38 БП 120кВ Битца-Яценко с отп...	переключить	положение	открыт	0		15:07:45	0	пользователь
4	откл_68_P3A/9/5 ШУ 38 БП 120кВ Битца-Яценко с отп. 01.5P1 Опер. так упр...	переключить	положение_дв	открыто	1		15:07:46	0	пользователь
5	не включить - работает локал установить 68_P3A/9/5 ШУ 38 БП 120кВ Бит...	переключить	установить	не включить	1		15:07:54	0	пользователь
6	закрыто положение_дверь 68_P3A/9/5 ШУ 38 БП 120кВ Битца-Яценко с отп...	переключить	положение_дв	закрыто	1		15:07:55	0	пользователь
7	Проверка: кабель, переключ. простейший, переключ. автоматический	переключить	Элементы	Элемент 2	1		0:00:00	0	пользователь
8	проверить отключенное положение ПС-110 Битца 68/2P БП 110 кВ Битца - Яцен...	проверить	положение	отключен	0		15:08:08	0	пользователь
9	проверить исправность ПС-110 Битца 68/2P БП 110 кВ Битца - Яценко с отпай...	проверить	исправность	исправен	1		15:08:13	0	пользователь
10	отключить ПС-110 Битца 68/2P БП 110 кВ Битца - Яценко с отпайкой на ПС Пр...	переключить	положение	отключен	1		15:08:17	0	пользователь
11	проверить отключенное положение ПС-110 Битца 68/2P БП 110 кВ Битца - Яцен...	проверить	положение	отключен	1		15:08:20	0	пользователь
12	отключить ПС-110 Битца 68/2P БП 110 кВ Битца - Яценко с отпайкой на ПС Пр...	переключить	положение	отключен	0		0:00:00	0	пользователь
13	включить ПС-110 Битца 68/2P БП 110 кВ Битца - Яценко с отпайкой на ПС Пр...	переключить	положение	включен	0		0:00:00	0	пользователь
14	проверить включенное положение ПС-110 Битца 68/2P БП 110 кВ Битца - Яцен...	проверить	положение	включен	0		0:00:00	0	пользователь
15	включить ПС-110 Битца 68/2P БП 110 кВ Битца - Яценко с отпайкой на ПС Пр...	переключить	положение	включен	0		0:00:00	0	пользователь
16	не включить - работает локал установить ПС-110 Битца 68/2P БП 110 кВ Б...	переключить	установить	не включить	0		15:08:32	0	пользователь

Предваренные действия перед началом в анализе	4
Выполненные действия без замечаний	8
Предваренные действия	0
Действия выполненные с опозданием	0
Необязательные действия	4
Нарушенные правила	0
Действия с замечаниями	1
Выполнено автоматически	0

Итого:	Всего действий	13	Время выполнения	01:09 с.
	Баллы	8	Дата и время начала	25.10.17 15:07:25

Рисунок 1.4 - Протокол тренировки

Нарушения правил переключений при выполнении действий выявляются автоматически, и фиксируются в протоколе. Анализ производится на основе заложенной в тренажере экспертной системы проверки правил переключений, использующей данные от топологии схемы и состоянии коммутационных аппаратов (коммутационной модели). Топологическая модель сети строится автоматически на основе рисунка в момент подготовки схемы в графическом редакторе.

При ошибочных действиях обучаемого, приводящих к аварийной ситуации, вступает в действие модель релейной защиты и автоматики. Она воспроизводит реакцию энергообъекта прототипа на аварийную ситуацию (работу защит, приводящую к отключениям), что позволяет продолжать тренировку после создания аварийной ситуации с целью ее ликвидации. Второй функцией этой модели является воспроизведение последствий работы защит при моделировании аварийной ситуации в противоаварийной тренировке. Для создания аварии достаточно указать место на схеме и тип неисправности или КЗ.

Средства подготовки

Тренажер поставляется в виде универсального исполняемого модуля simswitch.exe. Возможность создавать и запускать модели разных энергообъектов осуществляется через создание макетов – моделей энергообъектов, в виде файлов .xsde, а также файлов – сценариев тренировок.

Тренировки могут проводиться не только на абстрактных учебных макетах, но и на модели реального энергообъекта, на котором работает обучаемый. С помощью средств подготовки макета и набора заданий – графического редактора, аниматора-редактора сценариев, удастся с высокой реалистичностью воспроизводить в виртуальной модели реальное оборудование энергообъекта.

При создании пакета тренировок основной объем работы заключается в создании адекватного макета энергообъекта в графическом редакторе и аниматоре. При подготовке макета должна быть создана модель схемы первичных присоединений энергообъекта, панелей щита управления и защит и др.



Рисунок 1.5 - Панель ГЦУ (слева-фото, справа – в тренажере)

2. Ввод персональных данных

Ввод персональных данных, При запуске программы Вы можете выбрать режим работы тренажера. Возможны два режима работы: как зарегистрированный пользователь с фиксацией результатов тренировки (и их сохранением в базе данных) и как анонимный пользователь. Если Вы не хотите регистрировать ваши результаты, то в появившемся диалоговом окне нужно нажать на кнопку Анонимный сеанс.

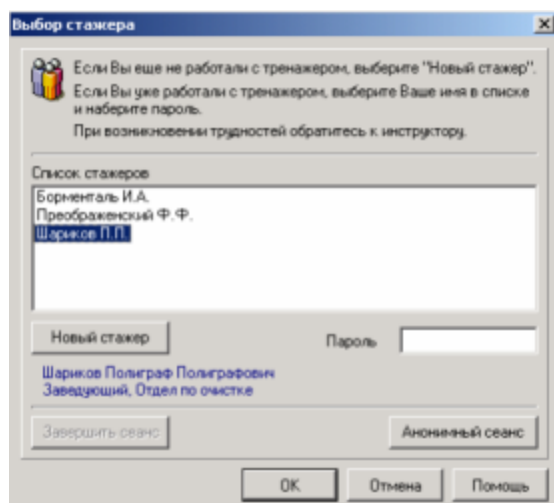


Рисунок 2.1 - Выбор стажера

Если Вы хотите зарегистрировать Ваши результаты, то Вы должны занести свою учетную запись в базу пользователей. Если ранее Вы уже работали с программой на этом рабочем месте в режиме с фиксацией результатов, то выберите свою запись в списке, нажав на нее мышью, и нажмите кнопку ОК.

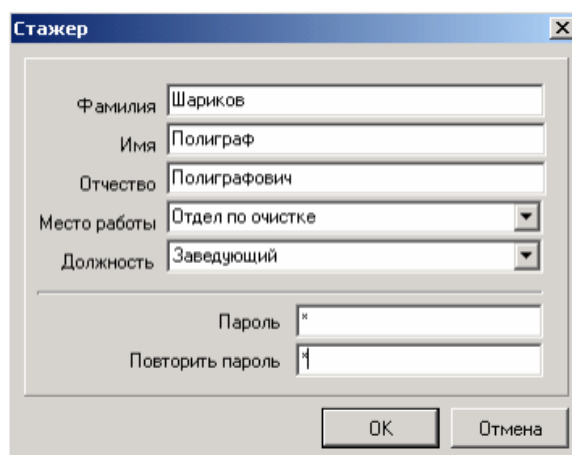
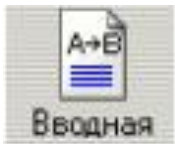


Рисунок 2.2 - Ввод персональных данных

Если Вы первый раз работаете с программой, то нужно нажать на кнопку Новый стажер и в появившемся окне ввести Ваши данные (желательно заполнить все поля), после чего нажать на кнопку ОК. Проверьте, правильно ли введены данные. До того, как Вы нажали на кнопку ОК, Вы еще можете внести исправления в данные Вашей учетной записи. Если Вы хотите изменить данные по своей учетной записи после этого, обратитесь к преподавателю.

3. Начало работы с тренажером.

Тренажер по оперативным переключениям компании Модус предназначен для отработки навыков, используемых при переключениях в электрических схемах энергетических объектов и для тестирования персонала на знание правил и инструкций по оперативным переключениям в



электрических схемах. Работа в тренажере проводится с использованием моделей (макетов) реальных энергообъектов. Суть тренинга состоит в том, что обучаемый должен воспроизвести определенную последовательность действий при переключениях в электрической части энергообъекта в условиях нормальной работы и в аварийной ситуации, в зависимости от поставленной задачи.

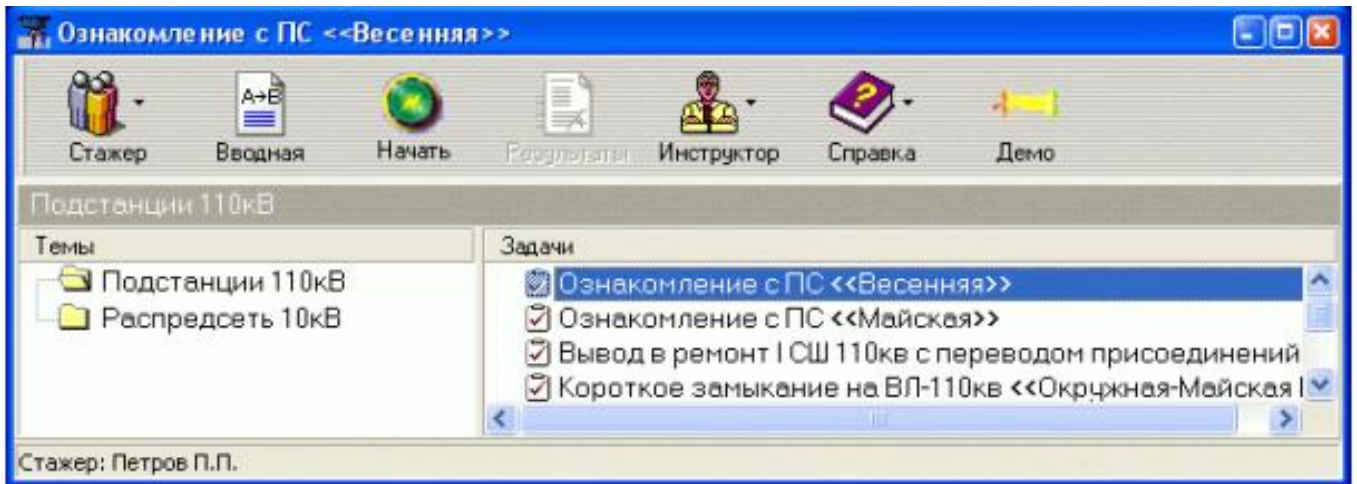


Рисунок 3.1 - Вид главного окна тренажера.

Это окно состоит из трех главных частей, а именно:

- Панель инструментов в верхней части с кнопками и подписями к ним
- Список тем слева под панелью инструментов
- Список задач справа под панелью инструментов

На панели инструментов расположены кнопки:

Кнопка выбора стажера. При нажатии на эту кнопку появляется меню, если вы выберете пункт меню "Выбрать...", то появится список зарегистрированных стажеров. Для выбора "себя" необходимо найти свою фамилию с инициалами из списка стажеров и нажать кнопку "ОК". Если Вас нет в этом списке, обратитесь к руководителю тренировки. С разрешения руководителя тренировки Вы можете ввести данные о себе самостоятельно, нажав на кнопку "Новый стажер". При этом обязательно заполнить все поля. Вы можете не указывать себя при прохождении тренировки. Для этого необходимо нажать кнопку с надписью "Анонимный сеанс".



Кнопка просмотра "вводной" к выделенной тренировке. Если вводная по тренировке была создана, то она автоматически покажется после нажатия кнопки "Начать", даже если вы не просмотрели вводную предварительно. При отсутствии вводной кнопка не нажимается.

Кнопка начала тренировки, если Вы нажмете на эту кнопку, тренировка начнется. Кнопка просмотра результатов.

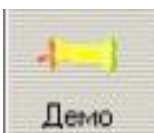
Кнопка становится активной (то есть ее можно "нажать"), если тренировка была начата и закончилась, то есть есть результаты.



Кнопка "Инструктор" нужна для доступа к настройкам тренажера, как правило инструктор это преподаватель или лицо, руководящее ходом тренировки.



Этой кнопкой вызывается настоящая справка и общая информация о программе, регистрация, разработчики, версия, год выпуска.



Если у Вас видна эта кнопка, значит программа не зарегистрирована, и функции программы будут ограничены. Для получения информации о регистрации нажмите эту кнопку.

Список тем - это список разделов, в которых содержатся тренировки. Если вы выберете курсором какую-нибудь тему (наведя курсор мышкой и кратковременно нажав левую кнопку мыши) - то в окне справа появится список задач (тренировок) по выбранной теме. Список тем формируется при помощи программы "Редактор курсов". Темы могут быть вложенными друг в друга и представлять так называемый иерархический список.

Список задач - это список тренировок, которые входят в выбранную слева тему. Для того, чтобы выбрать задачу, необходимо кликнуть по ней курсором мыши в окне справа, и фон текста задачи окрасится в цвет выделения (обычно-синий цвет). Одна и та же тренировка может входить в разные темы. Список задач формируется при помощи программы "Редактор курсов". Если вы выберете курсором какую-нибудь тему в окне слева, то справа появится список задач, включенных в эту тему. Если Вы не находите нужной вам задачи, то, возможно, не был выбран нужный файл курса. Для выбора верного файла курса обратитесь к руководителю тренировки.

4. Выбор режима тренировка/экзамен

Режим тренировки отличается от режима экзамена тем, что при тренировке разрешено пользоваться подсказкой о последующих действиях. Кроме того, в режиме тренировки может использоваться режим автопилота, когда программа сама может выполнить следующее действие. Для того, чтобы включить режим экзамена выберете пункт меню Инструктор - Работа с пользователем. На вкладке Стажер есть настройка Режим экзамена\конкурса

5. Интерфейс тренажера

Окно "Вводная" возникает сразу после начала тренировки, и выглядит таким образом:

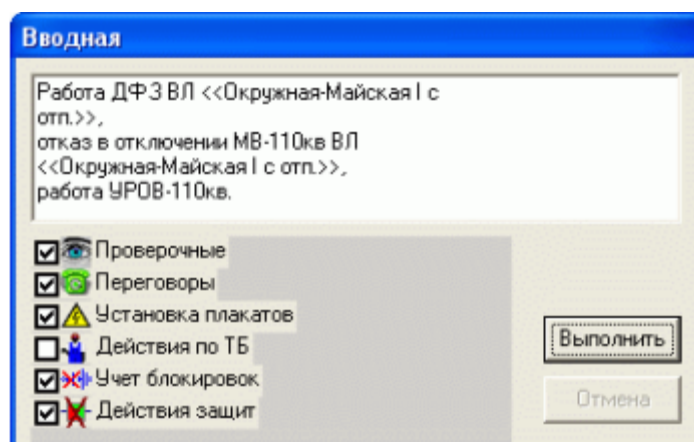








Рисунок 5.1 - Вид окна вводной

В верхней части Вводной размещается текст, который необходимо прочитать и принять к сведению. Этот текст может содержать различные факты и обстоятельства, дополняющие задание по тренировке. В нижней части Вводной размещается информация о контролируемых программой действиях стажера и макета. Если вводная не показывается автоматически в начале тренировки, значит, для этой задачи она не была предусмотрена.

Программой обрабатываются следующие типы действий:

-  Проверочные действия. Если напротив этого пункта стоит "галочка", то это означает, что программой будут контролироваться проверочные операции; в случае невыполнения, или несвоевременного выполнения проверочных операций, предусмотренных сценарием, в протокол будет занесена ошибка.
-  Переговоры. При включенной опции операции по проведению переговоров также будут контролироваться программой и вноситься в протокол.
-  Установка плакатов. Если напротив этого пункта установлена "галочка", это означает, что программа будет обращать внимание на установку плакатов и фиксировать ошибочные действия с плакатами в протоколе.
-  Действия по ТБ. Если напротив этого пункта стоит "галочка", значит будут контролироваться использование средств индивидуальной защиты и указателей напряжения.
-  Учет блокировок. Отключенный пункт "Учет блокировок" позволит Вам включить ЗН под напряжение и выполнить другие запрещенные

операции без предупреждения и запрета переключения от системы оперативной блокировки.

-  Действия защит. Отключенный пункт должен запрещать срабатывание защит в случае создания условий для их работы

6. Панель инструментов в тренажере




















-  Кнопка уменьшения масштаба схемы.
-  Кнопка уменьшения масштаба схемы.
-  Кнопка включения - отключения навигатора. Навигатор помогает перемещаться по схеме.
-  Распечатка схемы в текущем состоянии.
-  Вызов операций с персонажем (средства индивидуальной защиты).
-  Кнопка "Совет!" - подсказка о следующем шаге. Недоступна в режиме экзамена.
-  Кнопка вызова настоящей справки.
-  Кнопка вызова типовой инструкции по переключениям.
-  Кнопка показа протокола выполнения задания. Недоступна в режиме экзамена.
-  Кнопка окончания тренировки. Нажмите на нее, когда полностью закончили решение задачи.
-  Возврат на начало тренировки.
-  Кнопка включения анимации (автоматическая прокрутка задачи). Недоступна в режиме экзамена.
-  Кнопка автоматического выполнения следующего шага сценария. Недоступна в режиме экзамена.
-  Кнопка выбора плакатов.
-  Кнопка выбора инструментов и экипировки.
-  Кнопка выбора переносных заземлений и закороток для последующей установки на схему.
-  Выбор быстрого режима переключения элементов.
-  Выбор безопасного режима "Проверок и осмотров". Исключаются случайные переключения.
-  Операции с мегометром на схеме.

Рисунок 6 - Инструменты в тренажере

7. Работа со схемой

Во время выполнения упражнения Вам доступен экран с графическим представлением схемы и других необходимых для выполнения упражнения объектов. В заголовке окна имеется название задачи (цель тренировки). В верхней части находится небольшое окно, в которое выводятся сообщения программы (на черном фоне). При работе со схемой можно использовать следующие возможности:

- Масштабирование схемы (кнопки с изображением лупы и значками "+" и "-")

- Навигатор (кнопка с изображением зеленой четырехлучевой звезды). При нажатии на нее появляется окно с навигатором, который в уменьшенном виде представляет схему. Черным прямоугольником на нем отмечена текущая видимая часть схемы. Выбирайте в навигаторе нужное место и нажимайте на него мышью. Большая схема переместится в ту точку, которую Вы выбрали.
- Нажав на кнопку с изображением принтера, схему можно распечатать.

8. Выполнение упражнений

В типовых задачах тренажера условно считается, что действия, которые на практике нужно производить на открытом распределительном устройстве или в ячейке КРУ, выполняются на схеме:

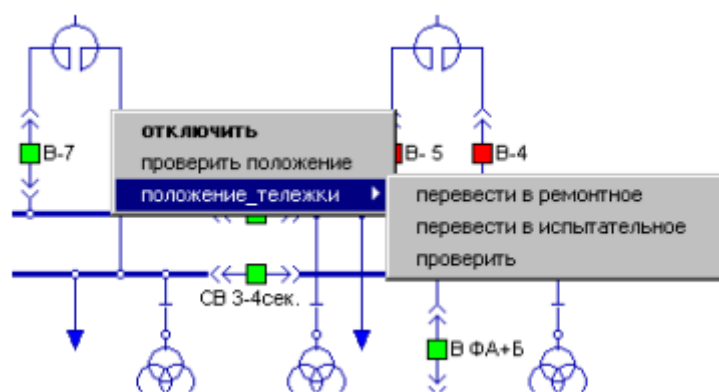


Рисунок 8.1 - Пример действия на схеме

В ходе выполнения конкурсных задач вам могут встретиться операции на схеме, описанные в таблице. Общее правило работы с элементами на схеме таково: все операции выполняются нажатием правой кнопки мыши на элементе. При этом появляется меню, с помощью которого Вы можете выбирать действия с элементом (в том числе и проверочные). С помощью левой кнопки мыши, можно выполнять действия, предопределенные для данных элементов (например, переключение для коммутационных аппаратов). При некоторых действиях, например проверочных, в черном окне сообщений, расположенном в правой верхней части основного окна, могут выводиться сообщения. Туда же выводятся сообщения об ошибках обучаемого.

При проверочных действиях в черном окне, расположенном в правом верхнем углу экрана, выдаются сообщения о результате проверки.

9. Просмотр результатов тренировок

Результаты тренировок, которые провел обучаемый, фиксируются в архиве (базе данных по тренировкам). В любой момент можно просмотреть результаты по предыдущим тренировкам. Для этого служит кнопка результаты в тренажере.

Переходы между схемами и другие действия, не связанные с переключениями и проверочными действиями, не фиксируются в протоколе.

Возможен просмотр результатов по следующим критериям:

- Команда "Результаты обучаемого" выдает полный список упражнений, сделанных когда-либо обучаемым. В таблице указана статистика по данной попытке.
- Лучшие результаты - одно и то же упражнение может быть выполнено несколько раз. Данный критерий выбирает упражнение, выполненное или максимально быстро, или с минимальным количеством ошибок.
- Статистика попыток: для данного пользователя и данного упражнения строит график времени выполнения и количества ошибок для разных попыток.

Выбрав номер попытки, можно посмотреть протокол тренировки.

Лабораторная работа № 7
«Тренажер-МОДУС. Аварийное отключение выключателя 10 кВ ат-1 4сек. Кз
на отходящем фидере»

Задание на лабораторную работу

Цель работы: Изучение последовательности операций при производстве оперативных переключений по ликвидации последствий аварийного отключения выключателя 10 кв.

Вводная: КЗ на отходящем фидере ФА+Б. АВР СВ 3-4 сек. 10 кв. неуспешно.

Начальное состояние:

'Схема\Ф А+Б' повреждение "[КЗ_АВ]"

'Схема\В-4 10 кв' отключен

'Схема\СВ 3-4 сек.' отключен

'ЩУ\откл СВ 3-4 сек' мигание не_мигает

Задание на исследование

1. Изучить схему 110кВ.

2. Осуществить операции по локализации аварии при отключении выключателя 10кВв следующей последовательности:

- Сквитировать звуковую сигнализацию.
перевести Напр. 4сек. 10кв'
- Сквитировать КУ выключателя 10кв АТ-1 4сек.
перевести 'ЩУ\КУ 'ЩУ\Съем сигнала' нажато
- Проверить напряжение на 4сек. 10кв.
проверить 'ЩУ\
В4' откл
- Сквитировать КУ выключателя В ФА+Б.
перевести 'ЩУ\КУ В ФА+Б' откл
- Осмотреть блинкеры РЗА и поднять выпавшие.
перевести 'РЗА\КРУ 10кв\Блиinker МТЗ ФА+Б' заведен
перевести 'РЗА\Автотрансформатор АТ-1\Блиinker МТЗ В-4' заведен
- Отключить АВР СВ 3-4сек. 10кв.
перевести 'РЗА\КРУ 10кв\АВР СВ 3-4сек.' откл
- Снять оперативный ток с В ФА+Б.
альтернатива_1
перевести 'Опер. ток\Автоматы опер.тока\ШУ МВ-10кв ФА+Б' откл
перевести 'Опер. ток\Автоматы опер.тока\ШП МВ-10кв ФА+Б' откл
конец_альтернатив
- Проверить отключенное положение В ФА+Б на месте.
проверить 'Схема\В ФА+Б'

- Выкатить тележку выключателя В ФА+Б в ремонтное положение.
перевести 'Схема\В ФА+Б' положение_тележки ремонтное
 - Включить выключатель 10кв АТ-1 4сек.
перевести 'ЩУ\КУ В4' вкл
установить 'ЩУ\Ток В-4' есть_значение есть
проверить 'ЩУ\вкл В-4'
 - Проверить нагрузку на выключателе 10кв АТ-1 4сек.
проверить 'ЩУ\Ток В-4'
 - Проверить напряжение на 4сек 10кв.
проверить 'ЩУ\Напр. 4сек. 10кв'
 - Включить АВР СВ 3-4сек. 10кв.
перевести 'РЗА\КРУ 10кв\АВР СВ 3-4сек.' вкл
 - Дежурный ПС-1 - в службу РЗА.
вызов 'ЩУ\РЗА' 'ДП-1- РЗА: выяснить причины отказа АВР.'
 - Дежурный ПС-1 – диспетчеру.
вызов 'ЩУ\ДС' 'ДП-1- ДС: сообщение.'
 - Дежурный ПС-1- руководству ПС.
вызов 'ЩУ\АДМ' 'ДП-1- АДМ: сообщение.'
- конец_альтернатив

Содержание отчёта:

1. Начертить схему.
2. Записать последовательность операций по локализации аварии при отключении выключателя 10 кВ АТ-1 на отходящем фидере.

Контрольные вопросы:

1. Рассказать назначение, область применения, достоинство и недостатки схемы используемой в данной лабораторной работе.
2. Пояснить назначение каждого элемента схемы.
3. Какой автотрансформатор используется в данной л/р?
4. Для чего используют секционированную систему шин?
5. Пояснить процесс развития аварийной ситуации на основе анализа работы устройств РЗА.
6. Рассмотреть возможные пути ликвидации аварийной ситуации при различных вариантах её развития.
7. Пояснить необходимость каждой из операций, выполняемой в процессе производства оперативных переключений.

Лабораторная работа № 8
«Тренажер-МОДУС. Отключение и заземление линии 110 кВ для проведения
на ней ремонтных работ»

Задание на лабораторную работу

Цель работы: Изучение последовательности операций при производстве оперативных переключений по отключению и заземлению выводимой в ремонт Л-1 110 кВ.

Вводная:

Отключение линии Л-1 начинается с ТЭС. АПВ отключается перед отключением соответствующего выключателя.

Задание на исследование

1. Изучить схему линии Л-1 110 кВ, изображенную в приложении 1 на рис.1. (Расшифровка элементов схемы указана в приложении 2).
2. Провести отключение ЛЭП 110 кВ для проведения на ней ремонтных работ.

сообщение 'ДЭС - ДПС: предупреждение о предстоящем отключении Л-1'

сообщение 'ДЭС - начальнику смены ТЭС: отключить Л-1'

- Отключить АПВ Л-1 на ТЭС.
перевести 'ТЭС - РЗА\Л-1\АПВ' откл
- Отключить В-1 на ТЭС.
перевести 'ТЭС - ЩУ\КУ В-1' откл
- Проверить нагрузку Л-1 на ТЭС.
проверить 'ТЭС - ЩУ\Ток Л-1'
- Начальник смены ТЭС - диспетчеру.
вызов 'ТЭС - ЩУ\ДЭС' выполнено 'Задание выполнено'
сообщение 'Принято' информация
- сообщение 'ДЭС - ДПС: отключить Л-1'
- Проверить нагрузку Л-1 на ПС-1.
проверить 'ПС - ЩУ\Ток Л-1'
- Отключить АПВ Л-1 на ПС-1.
перевести 'ПС - РЗА\Л-1\АПВ' откл
- Отключить В-1 на ПС-1.
перевести 'ПС - ЩУ\КУ В-1' откл
- Проверить отключенное положение В-1 на ПС-1 .
проверить 'Схема\ПС-1\В-1'
- Осмотреть колонки ЛР-1 на ПС-1.
проверить 'Схема\ПС-1\ЛР-1' исправность
- Отключить ЛР-1 на ПС-1.
отключить 'Схема\ПС-1\ЛР-1'
- Проверить отключенное положение ЛР-1 на ПС-1.
проверить 'Схема\ПС-1\ЛР-1'
- Дежурный подстанции - диспетчеру.
вызов 'ПС - ЩУ\ДЭС' выполнено 'Задание выполнено'

сообщение 'Принято' информация

- ДЭС - НС ТЭС: заземлить Л1.
 - Проверить отключенное положение В-1 на ТЭС.
проверить 'Схема\ТЭС\В-1'
 - Осмотреть колонки ЛР-1 на ТЭС.
проверить 'Схема\ТЭС\ЛР-1' исправность
 - Отключить ЛР-1 на ТЭС.
отключить 'Схема\ТЭС\ЛР-1'
 - Проверить отключенное положение ЛР-1 на ТЭС.
проверить 'Схема\ТЭС\ЛР-1'
 - Проверить отсутствие напряжения на Л-1 на ТЭС.
индикатор_проверка_исправности [1] 'Схема\ТЭС\ТЭС СШ'
индикатор_проверка_напряжения [1] 11..11 10..17
нажать индикатор [1]
 - Включить ЗН-1 линии Л-1 на ТЭС.
включить 'Схема\ТЭС\ЗН-1'
 - Проверить включенное положение ЗН-1 на ТЭС.
проверить 'Схема\ТЭС\ЗН-1'
 - Начальник смены ТЭС - диспетчеру.
вызов 'ТЭС - ЩУ\ДЭС' выполнено 'Задание выполнено'
сообщение 'Принято' информация
- сообщение 'ДЭС - ДПС: заземлить Л-1'
- Проверить отсутствие напряжения на Л-1 на ПС-1.
индикатор_проверка_исправности [2] 'Схема\ПС-1\ПС СШ'
индикатор_проверка_напряжения [2] 55..55 10..17
нажать индикатор [2]
 - Включить ЗН-1 линии Л-1 на ПС-1 .
включить 'Схема\ПС-1\ЗН-1'
 - Проверить включенное положение ЗН-1 на ПС-1.
проверить 'Схема\ПС-1\ЗН-1'
 - Дежурный подстанции – диспетчеру.
вызов 'ПС - ЩУ\ДЭС' выполнено 'Задание выполнено'
сообщение 'принято' информация

Содержание отчёта:

1. Начертить схему линии Л-1 110 кВ.
2. Записать последовательность операций при отключении линии Л-1 110 кВ.

Контрольные вопросы:

1. Пояснить назначение каждого элемента схемы.
2. В каких случаях оперативный ток необходимо снять с привода?
3. Что предусматривается в тренажере для соблюдения ПТБ?
4. Пояснить предназначение и принцип действие АПВ в данном тренажёре.
5. С какой стороны начинается процесс отключения Л-1 110 кВ?

6. Пояснить необходимость каждой из операций, выполняемой в процессе производства оперативных переключений.

7. Рассмотреть возможные варианты изменения последовательности выполняемых операций.

Лабораторная работа № 9

«Тренажер-МОДУС. Оперативные переключения при аварийном отключении линии 110 кВ на ТЭС (неуспешное дистанционное включение)»

Задание на лабораторную работу

Цель работы: Изучение последовательности операций при производстве оперативных переключений по ликвидации последствий аварийного отключения ЛЭП Л-1 110кВ.

Задание на исследование

1. Изучить схему 110 кВ, изображенную в приложении 1 на рис.1.(Расшифровка элементов схемы указана в приложении 2).

2.Осуществить операции по локализации аварии при отключении линии Л-1 в следующей последовательности:

- Сквитировать звуковой сигнал на ПС-1.
перевести 'ПС - ЩУ\Съем сигнала' нажато
- Сквитировать КУ выключателя В-1 на ПС-1.
перевести 'ПС - ЩУ\КУ В-1' откл
- Осмотреть блинкеры РЗА и поднять выпавшие на ПС-1.
перевести 'ПС - РЗА\Л-1\Блинкер ДФЗ' заведен
- Дежурный ПС – диспетчеру.
вызов 'ПС - ЩУ\ДС' 'ДПС - ДС : сообщение о выполнении.'
- Дежурный - руководству ПС
вызов 'ПС - ЩУ\АДМ' 'ДПС - АДМ: сообщение о выполнении.'
- Сквитировать звуковой сигнал на ТЭС.
перевести 'ТЭС - ЩУ\Съем сигнала' нажато
- Сквитировать КУ выключателя В-1 на ТЭС.
перевести 'ТЭС - ЩУ\КУ В-1' откл
- альтернатива_1
- Осмотреть блинкеры РЗА и поднять выпавшие на ТЭС.
перевести 'ТЭС - РЗА\Л-1\Блинкер ДФЗ' заведен
- альтернатива_2
- Осмотреть блинкеры РЗА и поднять выпавшие на ТЭС.
перевести 'ТЭС - РЗА\Л-1\Блинкер АПВ' заведен
- конец_альтернатив
- Отключить АПВ Л-1 на ТЭС.
перевести 'ТЭС - РЗА\Л-1\АПВ' откл
- Включить выключатель В-1 на ТЭС.
перевести 'ТЭС - ЩУ\КУ В-1' вкл
установить 'Схема\Л-1' повреждение "[КЗ_А0]"
- Сквитировать звуковой сигнал на ТЭС.
перевести 'ТЭС - ЩУ\Съем сигнала' включен

- Сквитировать КУ выключателя В-1 на ТЭС.
перевести 'ТЭС - ЩУ\КУ В-1' откл
- Осмотреть блинкеры РЗА и поднять выпавшие на ТЭС.
перевести 'ТЭС - РЗА\Л-1\Блинкер ДФЗ' заведен
- Начальник смены ТЭС – диспетчеру.
вызов 'ТЭС - ЩУ\ДЭС' 'НСС-ДС: сообщение об отключении Л-1 и
выполненных операциях'
- Начальник смены ТЭС - руководству ТЭС.
вызов 'ТЭС - ЩУ\АДМ' 'НСС- АДМ: сообщение об отключении Л-1 и
выполненных операциях'

Содержание отчёта:

1. Начертить схему электрической сети
2. Записать последовательность операций по локализации аварии при отключении линии Л-1 110 кВ на ТЭС.

Контрольные вопросы:

1. Рассказать назначение, область применения, достоинство и недостатки схемы используемой в данной лабораторной работе?
2. Объяснить назначение каждого элемента схемы.
3. Рассказать назначение РЗА.
4. Пояснить работу АПВ с контролем отсутствия напряжения и проверкой синхронизма.
5. В каких случаях оперативный ток необходимо снять с привода?
6. Рассмотреть возможные пути ликвидации аварийной ситуации при различных вариантах её развития.
7. Пояснить необходимость каждой из операций, выполняемой в процессе производства оперативных переключений.

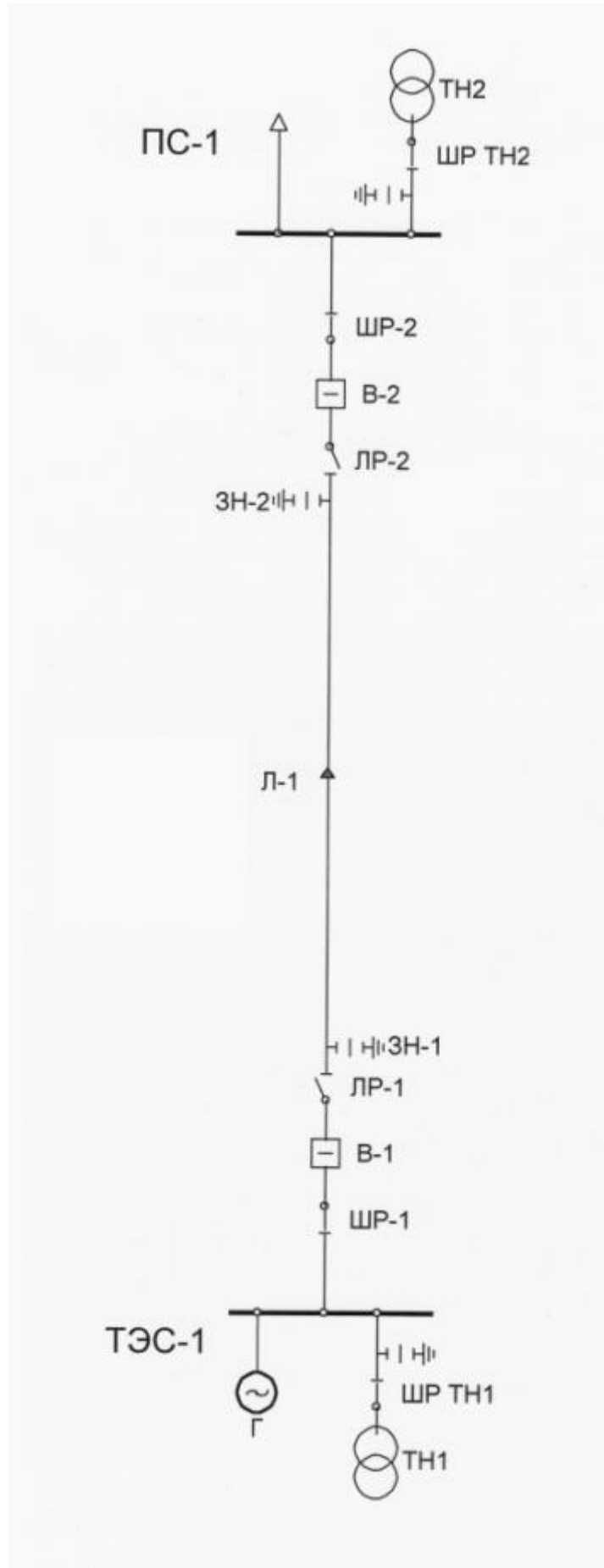


Рисунок 1. Схема линии Л-1 110 кВ

					84	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

РАСШИФРОВКА ОБОЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ НА СХЕМАХ

АВ – автоматический выключатель;
 АВР – автоматическое включение резерва;
 АПВ – автоматическое повторное включение;
 АТ – автотрансформатор;
 В – выключатель;
 ВЛ – воздушная линия;
 ДПС – диспетчер подстанции;
 ДЭС – диспетчер электростанции;
 ЗН – заземляющий нож;
 ЗРУ – закрытое распределительное устройство;
 КЛ – кабельная линия;
 КРУН – комплектное распределительное устройство наружное;
 КУ – ключ управления;
 ЛР – линейный разъединитель;
 ОВБ – оперативно-выездная бригада;
 ОР – обходной разъединитель;
 ОРУ – открытое распределительное устройство;
 ОС – опорно-стержневая изоляция;
 ПЗ – переносное заземление;
 ПС – подстанция;
 РЗиА – релейная защита и автоматика;
 РПН – регулирование напряжения под напряжением;
 САВ – секционный автоматический выключатель;
 СВ – секционный выключатель;
 СШ – сборная шина;
 ТН – измерительный трансформатор напряжения;
 ТТ – измерительный трансформатор тока;
 ТР – трансформатор;
 ТСН – трансформатор собственных нужд;
 УРОВ – устройство резервирования при отказе выключателей;
 Ф – фидер (отходящие кабельные линии);
 ШР – шинный разъединитель;
 ШСВ – шиносоединительный выключатель;
 ЩУ – щит управления.

РАСШИФРОВКА ЗАЩИТ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТРЕНАЖЕРЕ

Для Воздушных линий:

- ДФЗ (ВЧ) — дифференциально-фазовая, или высокочастотная защита линии;
- ДЗЛ — дистанционная защита;

- МТЗНП — максимально-токовая защита нулевой последовательности;
- МФТО — межфазовая токовая отсечка.

Для трансформаторов:

- ДЗТ — дифференциальная защита трансформатора;
- ГЗТ — газовая защита трансформатора;
- ДЗ — дистанционная защита трансформатора;
- МТЗНП — максимально-токовая защита нулевой последовательности;
- МФТО — межфазовая токовая отсечка;
- МТЗ – максимальная токовая защита для низших классов напряжения;
- ДЗОШ – дифференциальная защита ошиновки для всех классов напряжения;
- КИВ – контроль изоляции вводов (для трансформаторов и реакторов 220 кВ и выше);

Для шин:

- ДЗШ – дифференциальная защита шин (с учетом нарушения фиксации присоединения);
- ДЗШТ – дифференциальная защита шин с торможением;
- АПВШ – автоматическое повторное включение шин.

Лабораторная работа № (7-9)

«Название темы»

Выполнил: _____ (ФИО студента)
студент группы _____ (шифр группы)
Проверил: _____ (ФИО преподавателя)
Работа зачтена: _____ (дата)

Типовой отчет

Цель работы: _____

1) Схема:

Лабораторная работа № 10
«КРУЭ. Ячейка комплектного распределительного устройства
серии Флюэйр-100/200»

Задание на лабораторную работу

Цель работы: изучение конструкции ячейки комплектного распределительного устройства (КРУ) серии Флюэйр-100/200 и ее ручных систем управления.

1. Общие сведения

Серия Флюэйр состоит из однородных, совместимых, готовых ячеек, предназначенных для использования в высоковольтных распределительных устройствах с номинальными рабочими напряжениями от 3 до 17,5 кВ, устанавливаемых на:

- электростанциях (ответвления для питания собственных нужд станций);
- районных подстанциях государственных электрических сетей;
- технологических распределительных устройствах среднего напряжения;
- главных понизительных подстанциях промышленных и гражданских объектов.



Рисунок 1.1 – Распределительное устройство, собранное из ячеек Флюэйр

Благодаря тому, что ячейки распределительного устройства имеют выдвижную конструкцию и могут применяться в составе дистанционной системы управления, оборудование этой серии может быть широко использовано в ситуациях, когда требуется:

- бесперебойность питания;

- быстрота сборки;
- простота ввода в эксплуатацию;
- безопасность оборудования и персонала;
- универсальность в работе;
- возможность дальнейшего расширения;
- низкие эксплуатационные затраты.

Использование цифровой технологии дает пользователю возможность создавать защитные, управляющие и диспетчерские системы с архитектурой, включающей несколько различных уровней микропроцессорного управления (рисунок 1.2). Это позволяет:

- выбирать защитные, автоматические и контрольные функции в зависимости от необходимости;
- управлять любой из перечисленных функций с более высокого иерархического уровня, используя высокоразвитые системы связи.

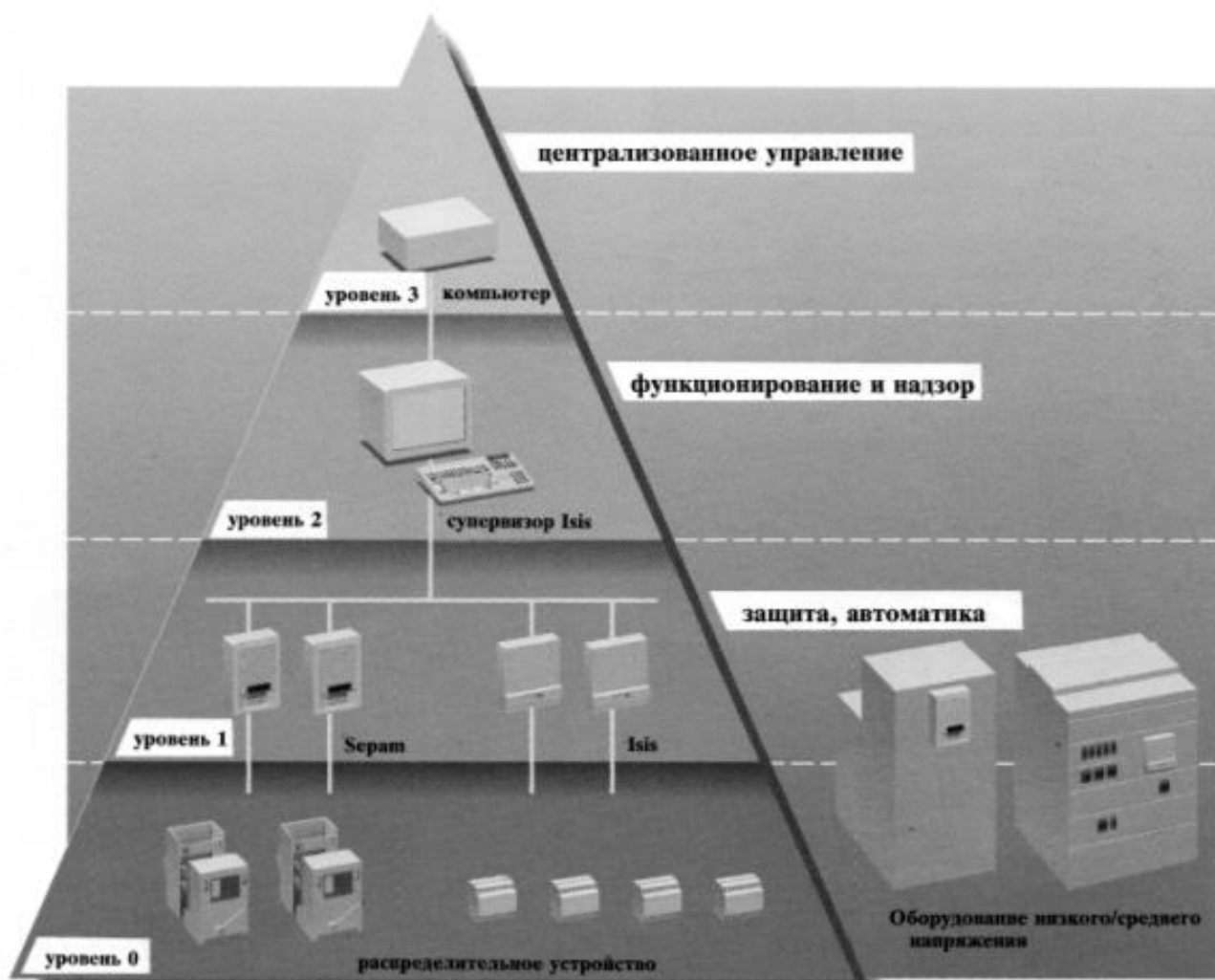


Рисунок 1.2 – Уровни микропроцессорного контроля.

Ячейка Флюэйр состоит из стационарной части и выкатной тележки. На выкатной тележке смонтирован коммутационный аппарат, работающий на элегазе (SF_6).

Газообразная шестифтористая сера (SF_6) выполняет в составе автоматических выключателей изолирующие и дугогасительные функции.

Благодаря этому коммутационные аппараты, применяемые в КРУ серии Флюэйр, приобретают присущие только им свойства:

- долговечность;
- отсутствие необходимости технического обслуживания рабочих элементов;
- повышенная электрическая прочность;
- очень низкий уровень коммутационных перенапряжений;
- высокая эксплуатационная безопасность;
- нечувствительность к влиянию внешней среды;
- возможность непрерывного контроля над состоянием автоматического выключателя.

Стационарная часть оборудована устройствами, необходимыми для безопасного обслуживания выкатной тележки:

- проходные изоляторы, обеспечивающие электрическую изоляцию;
- скользящие предохранительные шторки, которые автоматически закрывают доступ к неподвижным контактам;
- заземляющий наконечник, который обеспечивает постоянное заземление, выдвинутой выкатной тележки;
- различные блокировки включения;
- многоконтактное штепсельное соединение, которое служит для подсоединения вспомогательных цепей.

Степень эксплуатационной безопасности повышается за счет использования ряда блокировок, сконструированных таким образом, чтобы:

1. защитить от ошибочных действий;
2. закрыть прямой доступ к токоведущим частям;
3. ограничить доступ к оборудованию контроля и управления сетями.

В состав стационарной части входят:

➤ *Отсек кабельной сборки*, доступ к которому обеспечивается с задней стороны ячейки, полностью закрыт металлическими стенками. В его состав входят шинные наконечники, предназначенные для присоединения одножильного или трехжильного кабелей с сухой изоляцией, с синтетическими концевыми заделками; заземляющий провод, который обеспечивает внешнее соединение металлических каркасов различных ячеек для последующего заземления; измерительные трансформаторы тока и напряжения; заземляющий разъединитель.

Трансформаторы тока представляют собой функциональные устройства, специально спроектированные для ячеек серии Флюэйр. Они встроены в проходные изоляторы, на которых крепятся неподвижные контакты.

Трансформаторы напряжения находятся в верхней части кабельной сборки и отделяются от отсека металлической заслонкой, которая может выдвигаться. Для работы с ними имеется рычаг, который имеет блокировку.

➤ *Отсек сборных шин*, закрытый со всех сторон металлическими стенками, расположен в нижней части ячейки. Благодаря этому значительно снижена вероятность перехода дугового повреждения, возникшего в какой-

либо части ячейки, на сборные шины, так как значительно сильнее разрушаются элементы, находящиеся над дугой, а не под ней.

➤ *Отсек приборов защиты и управления* расположен на передней стороне ячейки Флюэйр-100/200 и отделен от других отсеков дополнительными металлическими перегородками. В состав отсека входят защитные и контрольные устройства, необходимые для выполнения релейной защиты, функций автоматического управления и измерения.

2. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Ячейка КРУ серии Флюэйр-100/200

3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

1. Изучение конструкции ячейки КРУ серии Флюэйр-100/200.
2. Ознакомление с оборудованием ячейки КРУ серии Флюэйр-100/200.
3. Использование ручных систем управления оборудования ячейки КРУ серии Флюэйр-100/200.

4. Освоение методики чтения содержания электромонтажных бирок.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Рисунки и таблицы, ссылки на которые приведены ниже, представлены в отчете данной лабораторной работы.

1. Изучение конструкции ячейки КРУ серии Флюэйр-100/200.

1.1. Ознакомьтесь с рисунком 1.

1.2. Найдите элементы и отсеки, указанные на рисунке 1, в подлинной ячейке КРУ серии Флюэйр-100/200.

1.3. Подпишите на рисунке 2 названия отсеков и элементов, используя рисунок 1, отмеченные знаком “?”.

2. Включение трансформатора напряжения.

2.1. Уберите “Предохранительную заслонку включения трансформатора напряжения” (рис. 1).

2.2. Необходимо разблокировать “Рычаг включения и отключения трансформатора напряжения” (рис. 1), выставив задвижку из его паза.

2.3. Вытяните рычаг для удобства эксплуатации и опустите его до упора.

2.4. Заблокируйте рычаг, используя задвижку.

2.5. Убедитесь визуально, что трансформатор включен в цепь.

Контакт трансформатора должен плотно прилегать к шинному наконечнику (рис. 2).

2.6. Отметьте на рисунке 1 место подключения трансформатора напряжения к цепи.

3. Отключение трансформатора напряжения.

3.1. Разблокируйте “Рычаг включения и отключения трансформатора напряжения” (рис. 1), выставив задвижку из его паза.

3.2. Подымите рычаг до упора.

3.3. Заблокируйте рычаг с помощью задвижки.

3.4. Вдвиньте рычаг в отсек.

3.5. Вставьте “Предохранительная заслонка включения трансформатора напряжения” (рисунок 1).

4. Изучение панели управления выключателя “Флюарк FG2”.

4.1. Заполните сноски рисунка 3 со знаком “?”, вписывая соответствующие номера элементов панели, указанные в таблице 2.

5. Включение и отключение выключателя “Флюарк FG2” вручную.

Примечание: коммутации выключателя “Флюарк FG2” сопровождаются громким стуком.

5.1. Посмотрите на “Указатель состояния пружины включения” (рис. 3).

5.1.1. Если указатель в положении “Не взведена” (рис. 3), выполните пункты 5.2-5.5.

5.1.2. Если указатель в положении “Взведена” (рис. 3), выполните пункт 5.5, а затем 5.2 -5.5.

5.2. Вставьте “Рычаг управления выдвижным блоком” (рис. 1) в “Отсек рычага ручного завода” (рис. 3) до упора под углом около 45 градусов к горизонту.

5.3. Двигайте с усилием рычаг вниз-вверх (около 15 раз) до характерного щелчка.

Результат: “Указатель состояния пружины включения” (рис. 3) переместится в положение “Взведена”.

5.4. Извлеките рычаг из отсека.

5.5. Посмотрите на “Указатель положения выключателя” (рис. 3).

5.5.1. Если выключатель отключен (“0”):

5.5.1.1. Нажмите “Кнопку включения” (рис. 3).

“Указатель положения выключателя” покажет, что выключатель “Флюарк FG2” включен (“1”).

5.5.1.2. Нажмите “Кнопку отключения” (рис. 3).

“Указатель положения выключателя” покажет, что выключатель “Флюарк FG2” выключен (“0”).

5.5.1.3. Повторите пункты 5.5.1.1 и 5.5.1.2 до момента перемещения “Указателя состояния пружины включения” в положение “Не взведена”.

5.5.2. Если выключатель включен (“1”):

5.5.2.1. Нажмите “Кнопку отключения” (рис. 3).

“Указатель положения выключателя” покажет, что выключатель “Флюарк FG2” выключен (“0”).

5.5.2.2. Нажмите “Кнопку включения” (рис. 3).

“Указатель положения выключателя” покажет, что выключатель “Флюарк FG2” включен (“1”).

5.5.2.3. Повторите пункты 5.5.2.1 и 5.5.2.2 до момента перемещения “Указателя состояния пружины включения” в положение “Не взведена”.

6. Изучение панели управления заземляющего разъединителя.

6.1. Заполните сноски рисунка 4 со знаком “?”, вписывая соответствующие номера элементов панели из таблицы 3, руководствуясь пояснительными надписями данной панели, приведенными на ячейке.

7. Выкатывание выдвижного блока (выключателя “Флюарк FG2”).

7.1. Убедитесь, что выключатель выключен, в противном случае выключите его.

7.2. Положите перед ячейкой деревянную пластинку для удобства транспортировки выдвижного блока.

7.3. Вставьте “Рычаг управления выдвижным блоком” (рис. 1) в паз “Рукоятки управления выдвижным блоком” (рис. 5).

7.4. Нажмите “Кнопку отключения” на панели управления выключателя “Флюарк FG2” (рис. 3) и, не отпуская ее, поверните рычаг в положение 2 (рис. 5).

Выдвижной блок немного выедет из “Отсека коммутационной аппаратуры”.

7.5. Возьмитесь за ручки блока и выкатите его до упора.

Данное положение выключателя соответствует “Испытательному” режиму работы.

7.6. Поверните рычаг в положение 1 (рис. 5).

Примечание: Положение 3 (рис. 5) дает возможность перейти в “Ремонтный” режим работы выключателя, которое предполагает полное выкатывание блока. Ввиду сложностей, связанных с отключением низковольтного разъема и процессом полного выкатывания, а затем вкатывания выключателя, данный режим в лабораторной работе не рассматривается.

8. Включение и отключения заземляющего разъединителя.

8.1. Включение.

8.1.1. Необходимо повернуть все ключи панели управления заземляющего разъединителя в горизонтальное положение.

8.1.2. Необходимо выдвинуть “Задвижку блокировки рукоятки выключения заземляющего разъединителя” (рис. 4) из верхнего паза “Рукоятки выключения заземляющего разъединителя” (рис. 4).

8.1.3. Потяните на себя “Рычаг включения заземляющего разъединителя” (рис. 4) и, не отпуская его, выдвиньте резко с усилием “Ручку управления заземляющим разъединителем” (рис. 4) до упора.

При включенном положении заземляющего разъединителя рычаг и ручка максимально вытянуты из ячейки. При невыполнении данного условия повторите пункт 8.1.3.

8.1.4. Убедитесь визуально, что заземляющие ножи включены, и отметьте место их соединения с “Шинными наконечниками” (рис. 2) на рисунке 1.

8.1.5. Воспользуйтесь одной из предложенных ниже блокировок разъединителя от несанкционированного отключения:

– повесьте замок на “Рычаг включения заземляющего разъединителя” (при наличии замка);

– поверните по часовой стрелке до упора “Ключ, фиксирующий включенное положение заземляющего разъединителя” (рис. 4);

– поверните по часовой стрелке до упора “Ключ, блокирующий “Рычаг включения заземляющего разъединителя” в вытянутом положении” (рис. 4);

– вставьте задвижку в нижний паз рукоятки и повесьте замок (при наличии замка).

8.2. Отключение.

8.2.1. Убедитесь, что блокировка, задействованная в пункте 8.1.5, деактивирована.

8.2.2. Поверните “Рукоятку выключения заземляющего разъединителя” (рис. 4) по часовой стрелке до упора и, не отпуская ее, резко с усилием задвиньте “Ручку управления заземляющим разъединителем” (рис. 4).

При отключенном положении разъединителя рычаг и ручка максимально утоплены в ячейке. При невыполнении данного условия повторите пункт 8.2.2.

8.2.3. Убедитесь визуально, что заземляющие ножи отсоединены от шинных наконечников.

8.2.4. Воспользуйтесь одной из предложенных ниже блокировок разъединителя от несанкционированного включения:

– поверните по часовой стрелке до упора “Рукоятку выключения заземляющего разъединителя” и, не отпуская ее, поверните “Ключ, фиксирующий отключенное положение заземляющего разъединителя” (рис. 4) в вертикальное положение;

– вставьте задвижку в верхний паз рукоятки и повесьте замок (при наличии замка).

9. Вкатывание выдвигного блока (выключателя “Флюарк FG2”).

9.1. Нажмите “Кнопку отключения” на панели управления выключателя “Флюарк FG2”(рис. 3) и, не отпуская ее, поверните “Рычаг управления выдвигным блоком” в положение 2 (рис. 5).

9.2. Возьмитесь за ручки блока и вкатите его до упора.

Рычаг перейдет автоматически в положение 1.

Данное положение выключателя соответствует “Рабочему” режиму.

9.3. Извлеките рычаг из паза “Рукоятки управления выдвигным блоком” (рис. 5).

9.4. Убедитесь в том, что при работе выключателя “Флюарк FG2” в “Рабочем” режиме включение заземляющего разъединителя невозможно: автоматически блокируется “Рычаг включения заземляющего разъединителя” (рис. 4).

10. Изучение “Отсека приборов защиты и управления” (рис. 1).

10.1. Откройте дверцу отсека.

10.2. Обратите внимание на часть отсека, представленную на рисунке 6.

10.3. Заполните сноски рисунка 6 со знаком “?”, вписывая маркировку элементов ячейки, нанесенную на “Маркировочные рейки” (рис. 6) в виде наклеек с набором латинских букв и цифр.

Расшифровка каждой маркировки приведена в таблице 4.

10.4. Обратите внимание на бирки (рис. 7), надетые на концы проводов.

10.5. Ознакомьтесь с методикой чтения содержания бирок, представленной ниже.

Методика чтения содержания бирок: на бирке последовательно даны концы цепи (провода) в формате “Маркировка элемента. Клемма этого элемента”. (Например: надпись на бирке “Q11.3” (рис. 7) означает, что один

конец провода крепится к “Выключателю автоматическому воздушному трансформаторов напряжения” (табл. 4) к его клемме № 3.)

Примечание: Номера клемм приведены в монтажной схеме, которая в совокупности с бирками значительно упрощает процесс сборки цепи.

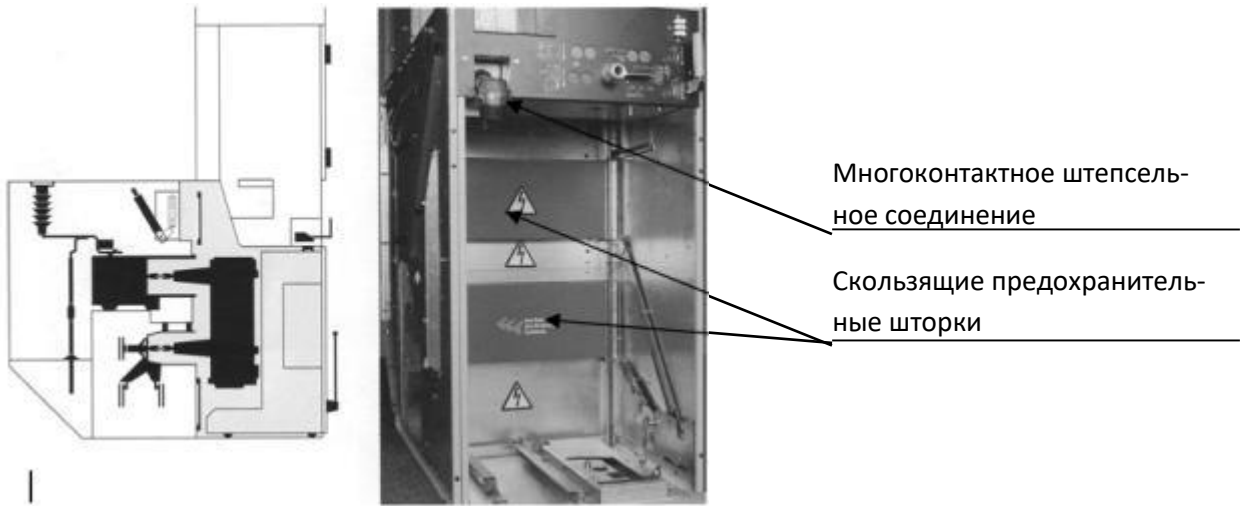
10.6. Выполните задание 1, предлагаемое в отчете.

11. Выполните задание 2, предлагаемое в конце отчета.

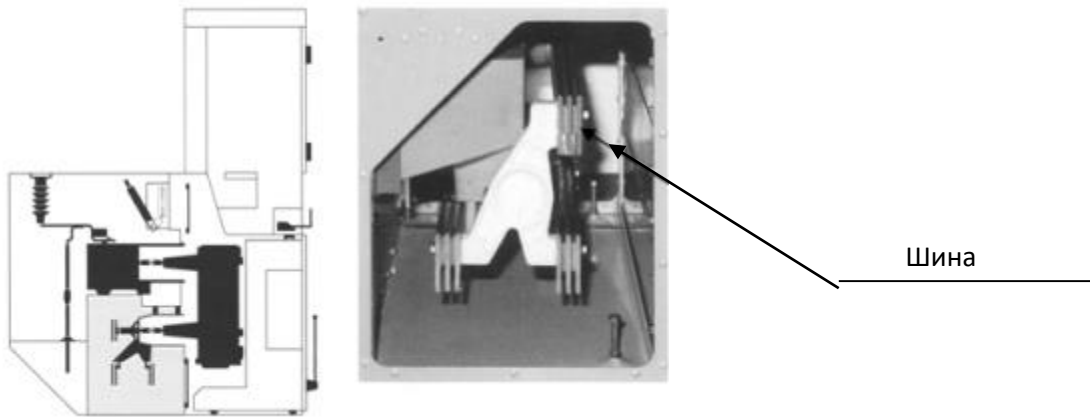
12. Напишите вывод по проделанной лабораторной работе.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

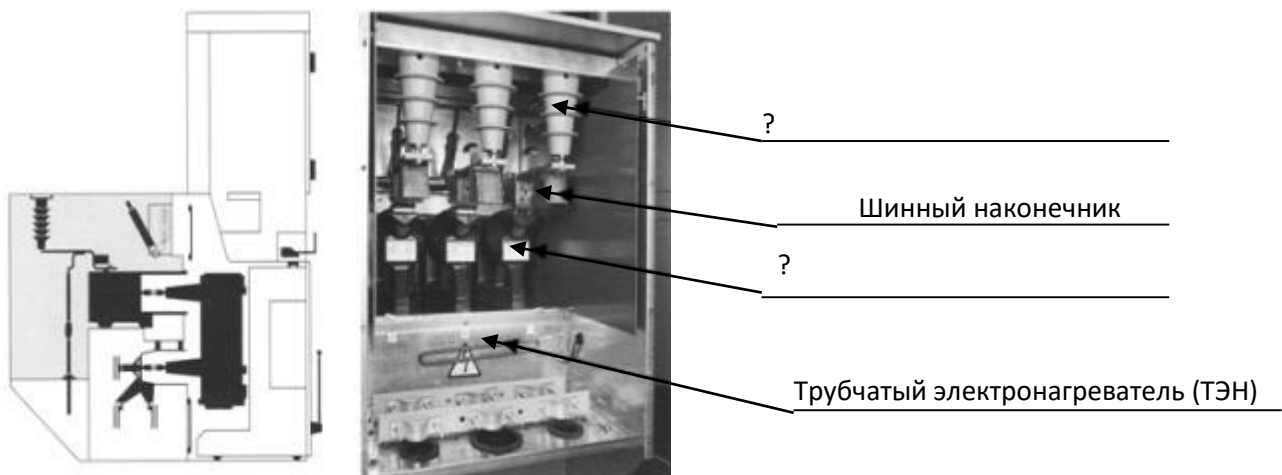
В бланке отчета должны быть выполнены все задания, указанные выше, и заполнены все сноски со знаком “?”. Задание 2 должно быть выполнено на отдельных листах и приложено к отчету. В конце работы привести вывод, содержащий вашу оценку полезности и многофункциональности ячейки КРУ, а также, по возможности, предложения по усовершенствованию их элементов.



Отсек: ? _____



Отсек: ? _____



Отсек: ? _____

Рисунок 2 – Отсеки ячейки КРУ серии Флюэйр-100/200

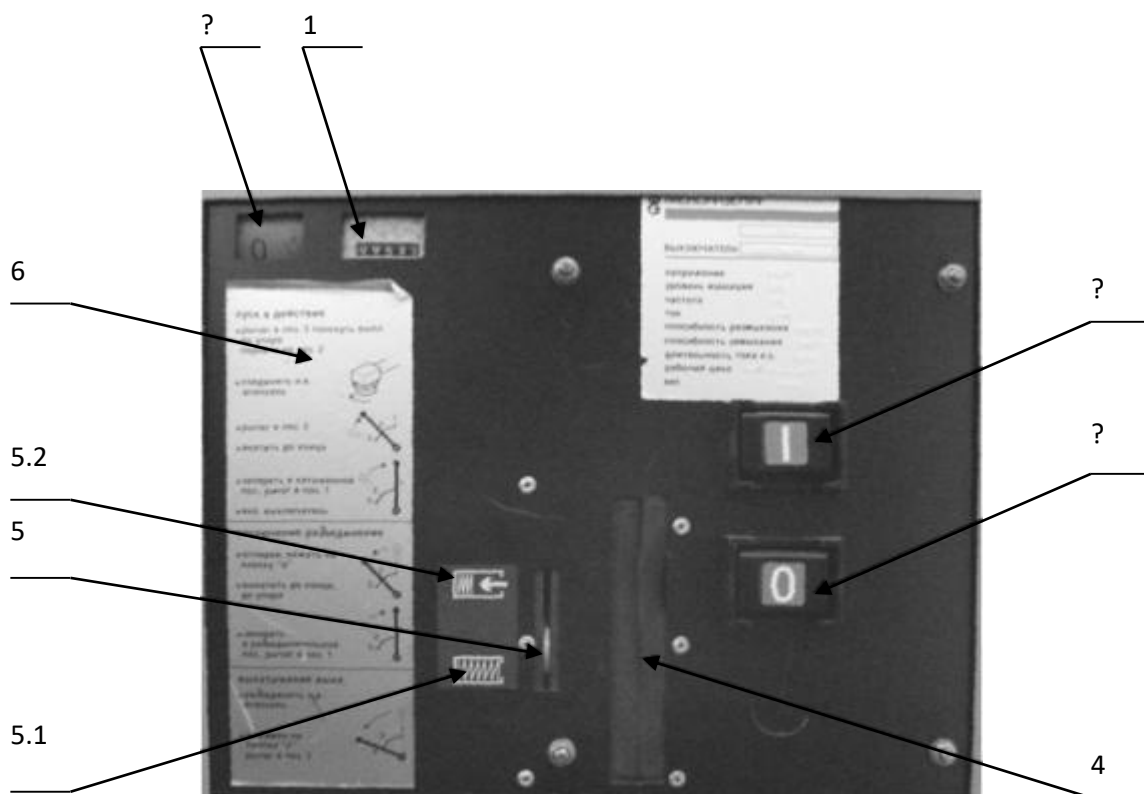


Рисунок 3 – Панель управления выключателя “Флюарк FG2”.

Таблица 2 – Элементы передней панели выключателя “Флюарк FG2”.

№	Элемент	
1	Счетчик действий.	
2	Кнопка включения.	
3	Кнопка отключения.	
4	Отсек рычага ручного завода.	
5	Указатель состояния пружины включения.	
	5.1	Не взведена.
	5.2	Взведена.
6	Инструкция по эксплуатации.	
7	Указатель положения выключателя.	
	О - выключатель отключен I – выключатель включен	

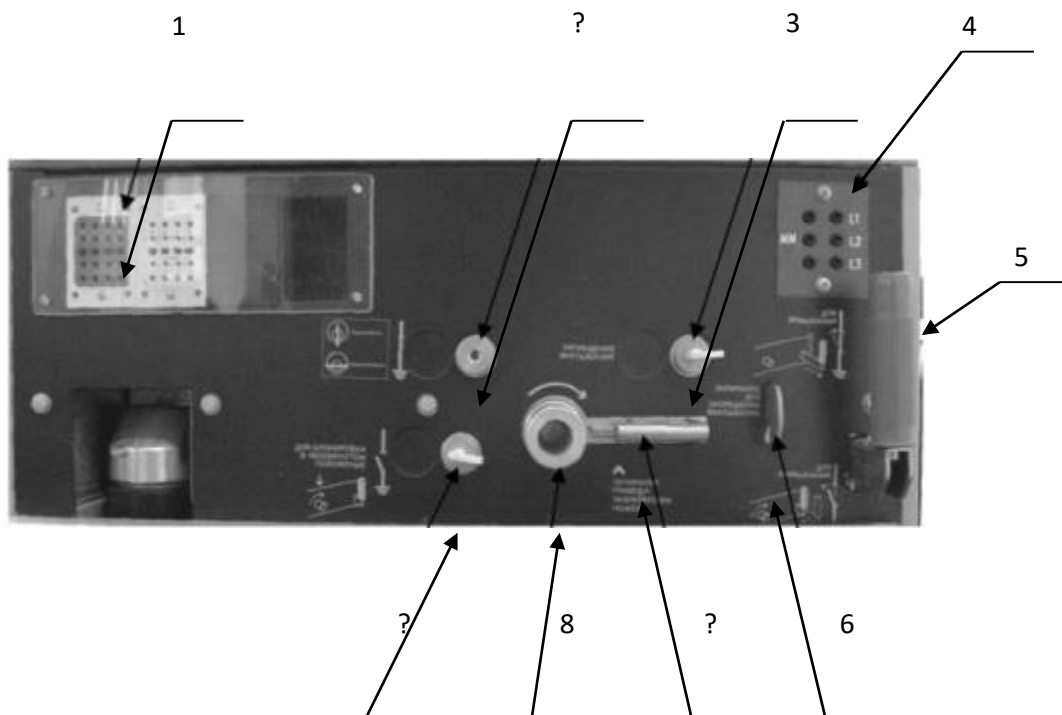
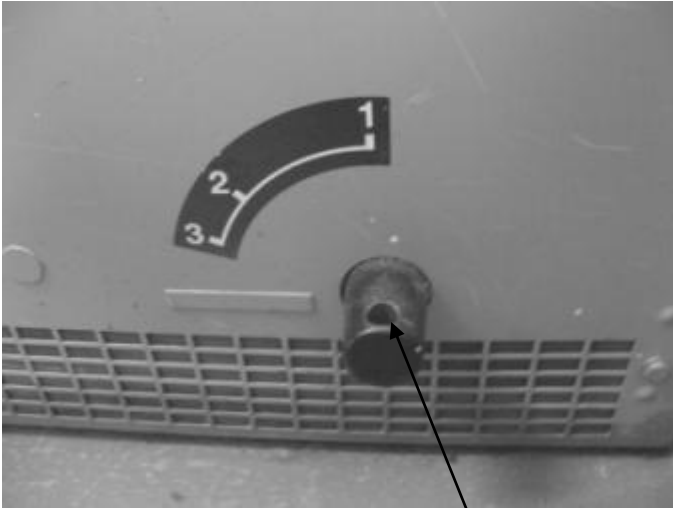


Рисунок 4 – Панель управления заземляющего разъединителя.

Таблица 3 – Элементы панели управления заземляющего разъединителя.

№	Элемент
1	Разъем для вспомогательных цепей.
2	Ключ, фиксирующий включенное положение заземляющего разъединителя.
3	Ключ, блокирующий “Рычаг включения заземляющего разъединителя” в вытянутом положении.
4	Указатели наличия напряжения.
5	Ручка управления заземляющим разъединителем.
6	Рычаг включения заземляющего разъединителя.
7	Задвижка блокировки рукоятки выключения заземляющего разъединителя.
8	Рукоятка выключения заземляющего разъединителя.
9	Ключ, фиксирующий отключенное положение заземляющего разъединителя.



Рукоятка управления выдвижным блоком.

Рисунок 5 – Панель управления выдвижным блоком.

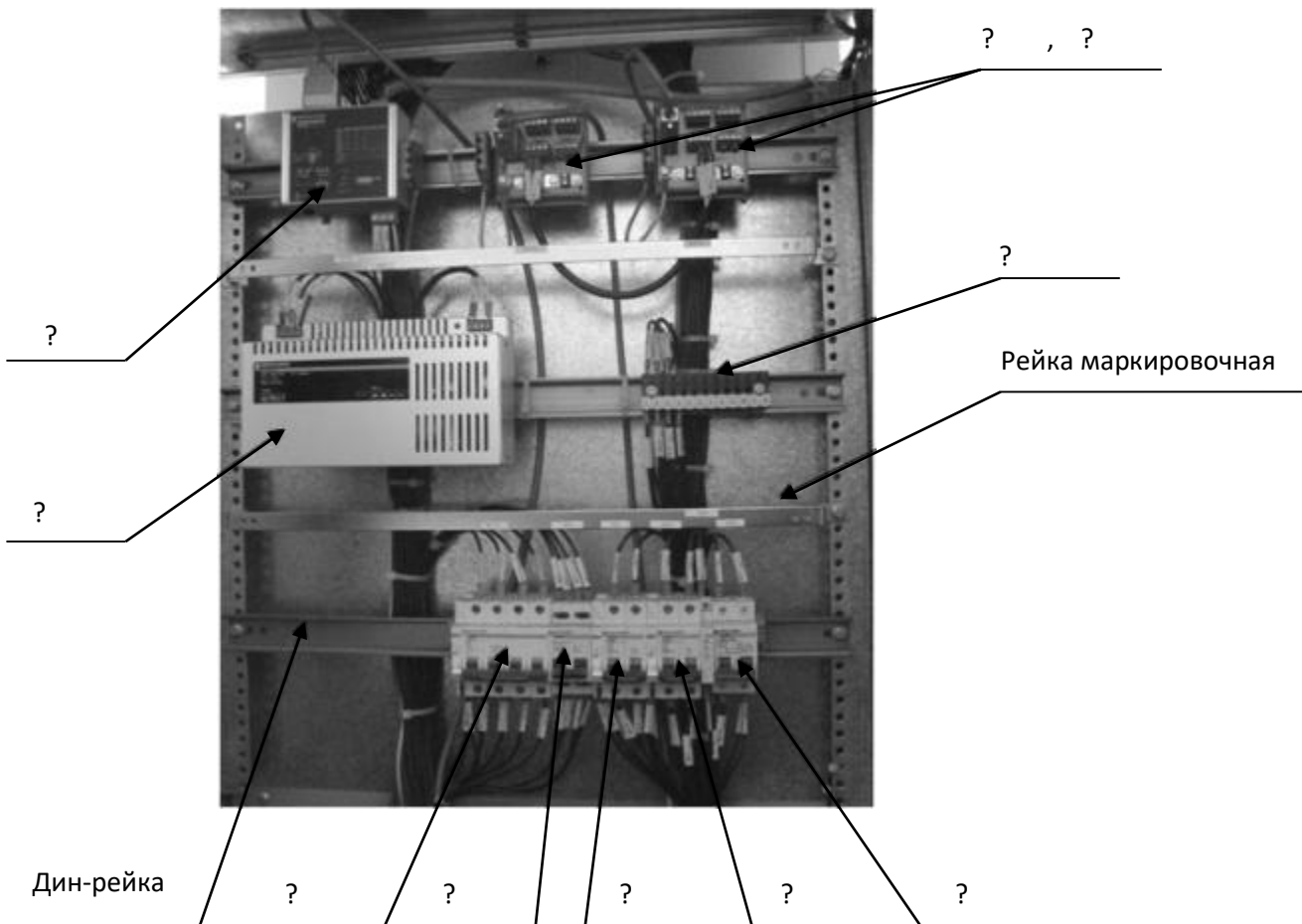


Рисунок 6 – Панель задняя отсека приборов защиты и управления

Таблица 4 – Элементы и их маркировка отсека приборов защиты и управления

Маркировка	Элемент
AP1, AP2	Коробки ССА609 для подключения к дежурному диспетчеру, имеющему канал связи JBUS.
XR	Клеммный блок.
Q3	Выключатель автоматический воздушный вспомогательного блока питания и микропроцессорной системы “Сепам 2000”.
Q4	Выключатель автоматический воздушный, отвечающий за питания выключателя “Флюарк FG2”.
Q5	Выключатель автоматический воздушный трубчатых электронагревателей
Q6, Q11	Выключатели автоматический воздушный трансформаторов напряжения.
G2	Вспомогательный блок питания 48 В.
ACE	Преобразователь RS 485/RS 232.

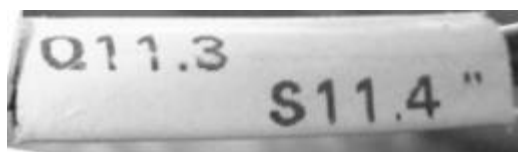


Рисунок 7 – Бирка.

Задание 1:

В таблице 5 записана некоторая цепь. Заполните пустые графы, пользуясь методикой чтения содержания бирок и таблицей 4.

Таблица 5 – Таблица к заданию 1.

Элемент (см.табл. 4)	Вспомогательный блок питания 48 В.	_____	Клеммный блок.	_____
Надпись бирки конца провода, присоединенного к элементу.	G2.PH XR.01	XR.01 G2.PH	Q4.4 XR.1	_____

Задание 2:

Выберите один из элементов ячейки КРУ серии Флюэйр-100/200, предложенных ниже, и напишите в виде короткого сообщения, каким модернизациям он был подвержен к данному времени или каким современным электротехническим прибором был заменен (опишите его).

Элемент:

- Трансформатор напряжения типа VRM 2n/S2 12/42/75 кВ 50 Hz.
- Трансформатор тока типа TCF 2/B 1S1-1S2 400/5.
- Выключатель “Флюарк FG2”.

Вывод:

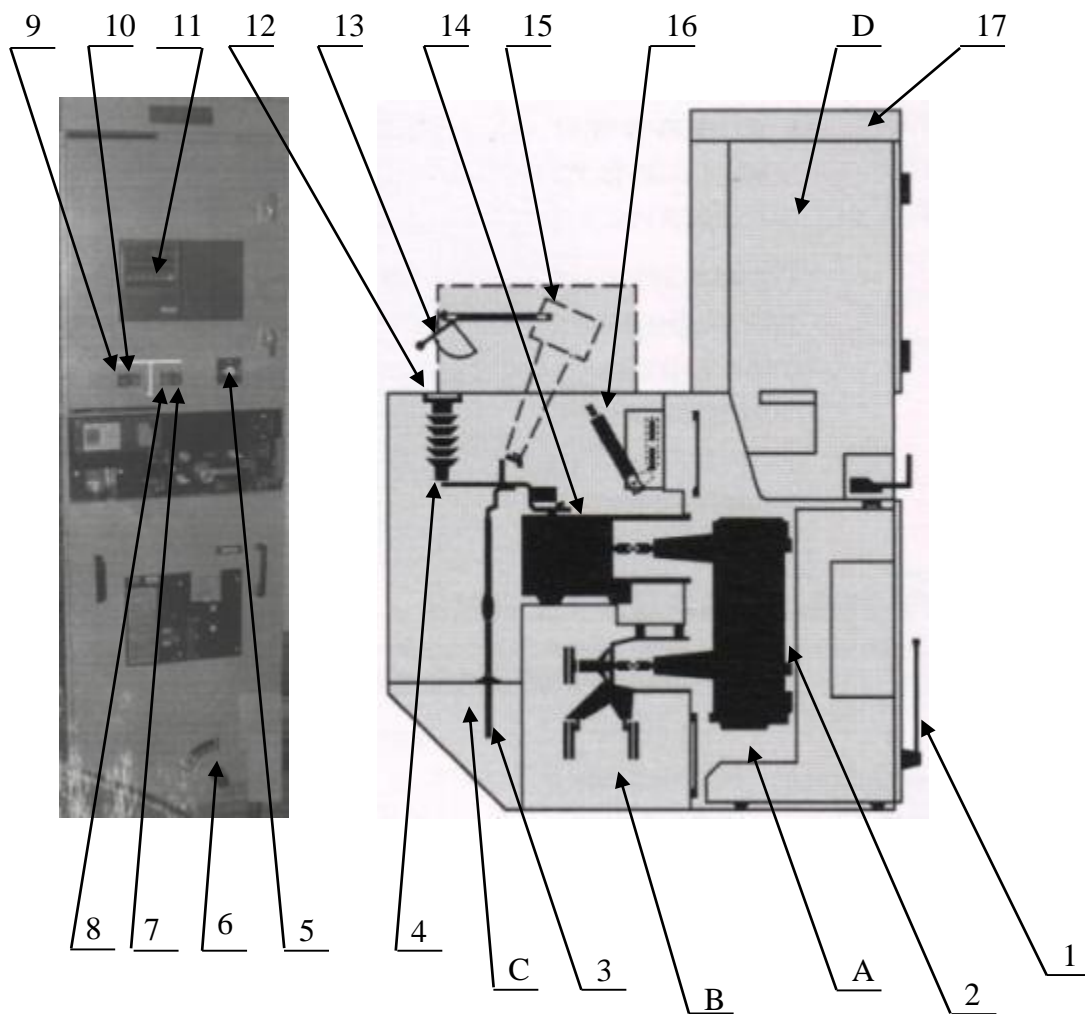


Рисунок 1 – Схема конструктивная ячейки КРУ серии Флюэйр-100/200

Элементы	Отсеки
<ol style="list-style-type: none"> 1. Рычаг управления выдвижным блоком. 2. Выдвижной блок (выключатель “Флюарк FG2”). 3. Заземляющий провод. 4. Проходные изоляторы. 5. Переключатель режимов работы ячейки 6. Рукоятка управления выдвижным блоком. 7. Кнопка включения коммутационного аппарата. 8. Индикатор выключенного положения коммутационного аппарата. 9. Индикатор включенного положения коммутационного аппарата. 10. Кнопка выключения коммутационного аппарата. 11. Микропроцессорная система “Сепам 2000”. 12. Предохранительная заслонка включения трансформатора напряжения. 13. Рычаг включения и отключения трансформатора напряжения. 14. Трансформаторы тока. 15. Трансформаторы напряжения. 16. Заземляющий разъединитель. 17. Низковольтные кабели и коннекторы. 	<ol style="list-style-type: none"> A. Отсек коммутационной аппаратуры. B. Отсек сборных шин. C. Отсек кабельной сборки. D. Отсек приборов защиты и управления.

Калининградский государственный технический университет

Отчет по лабораторной работе № 10

Выполнил
студент группы _____

Проверил

Калининград

Локальный электронный методический материал

Валерий Феодосиевич Белей

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ

Редактор Э. С. Круглова

Уч.-изд. л. 7,5. Печ. л. 6,7

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1