

Министерство общего и профессионального образования Ростовской области
НОВОШАХТИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ –
филиал государственного бюджетного профессионального
образовательного учреждения Ростовской области
«ШАХТИНСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ
им. ак. Степанова П.И.»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических занятий и лабораторных работ по МДК 01.01
«Техническое обслуживание электрооборудования электрических станций, сетей и
систем» для обучающихся очной формы обучения для по специальности 13.02.03
Электрические станции, сети и системы (базовая подготовка)

Введение

Образовательные результаты, заявленные в ФГОС по дисциплине **МДК 01.01 Техническое обслуживание электрооборудования электрических станций, сетей и систем»**

уметь:

- Проводить техническое обслуживание электрооборудования –
- Проводить работы по монтажу и демонтажу электрооборудования
- Проводить профилактические осмотры электрооборудования -.
- Оформлять техническую документацию по обслуживанию электрооборудования
- Выполнять переключение оборудования, ликвидировать дефекты и повреждения оборудования, обеспечивать бесперебойную работу оборудования, восстанавливать электроснабжение потребителей..

знать:

- назначение, конструкцию, технические параметры и принцип работы электрооборудования;
- способы определения работоспособности оборудования;
- основные виды неисправностей электрооборудования;
- безопасные методы работ на электрооборудовании;
- средства, приспособления для монтажа и демонтажа электрооборудования;
- сроки испытаний защитных средств и приспособлений;
- особенности принципов работы нового оборудования;
- способы определения работоспособности и ремонтпригодности оборудования, выведенного из работы;
- причины возникновения и способы устранения опасности для персонала, выполняющего ремонтные работы;
- мероприятия по восстановлению электроснабжения потребителей электроэнергии;
- оборудование и оснастку для проведения мероприятий по восстановлению электроснабжения;
- правила оформления технической документации в процессе обслуживания электрооборудования;
- приспособления, инструменты, аппаратуру и средства измерений, применяемые при обслуживании электрооборудования.

Окончательная оценка выставляется обучающемуся за предоставленный отчёт и устный опрос о проделанной работе:

- оценка «5» - за полностью выполненную работу, оформленный отчёт и полные ответы на контрольные вопросы;
- оценка «4» - за полностью правильно выполненную работу, оформленный отчёт, за неточные ответы на контрольные вопросы;
- оценка «3» - за правильно оформленную работу, оформленный отчёт, за неточные ответы на контрольные и наводящие вопросы;
- оценка «2» - за не полностью выполненную работу, не оформленный отчет.

Общие указания по составлению отчёта

Практические работы являются одним из элементов учебной деятельности студента, выполнив которую, он должен составить отчёт.

Правильно составить отчёт, значит показать:

- степень усвоения знаний;
- умение проявить самостоятельность, творческий подход к выполнению заданий;
- знание нормативных документов, ГОСТов, ЕСКД;
- оптимальную организацию своей работы, чтобы с наименьшими затратами времени и труда найти эффективное техническое, математическое и другое решение;
- умение пользоваться справочной, информационной, нормативной литературой, ресурсами Интернет.

Отчёт выполняется рукописным способом на обеих сторонах листа формата А 4. Оформление отчёта выполняется в соответствии с методическими указаниями по применению стандартов при оформлении учебной документации, текст отчёта иллюстрируется при необходимости графическим материалом в виде рисунков, схем, таблиц. Текст отчёта пишется пастой синего цвета. Отчёт составляется в соответствии с методическими указаниями к работе на основе результатов выполненной работы.

Проверяя отчёт, преподаватель отмечает:

- правильность оформления отчёта, т.е. соблюдение требований ГОСТ, ЕСКД и других нормативных документов;
- правильность выполнения задания;
- достоверность полученных результатов;
- ответы на контрольные вопросы и выводы по работе.

Преподаватель отмечает ошибки и выставляет оценку. В случае неудовлетворительной оценки отчёт возвращается. Студент исправляет ошибки и вновь сдаёт отчёт для проверки.

Практическое занятие №1

Тема: Невозобновляемые источники энергии. Органическое топливо.

Цель: Изучение невозобновляемого источника энергии и состава органического топлива.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Топливом может быть любое вещество, способное при горении (окислении) выделять значительное количество теплоты. По определению, данному Менделеевым Д.И., топливом называется горючее вещество, умышленно сжигаемое, для получения тепла. Практическая целесообразность топлива определяется его количественными запасами, удобствами добычи, скоростью горения, теплотворной способностью, возможностью длительного хранения и безвредностью продуктов горения для людей, растительного и животного мира, а также оборудования. Существуют естественные и искусственные виды топлива.

Процесс освобождения химической энергии представляет собой реакцию окисления горючего. Поэтому химическое топливо состоит из горючего и окислителя. Горючее топливо бывает органического и неорганического происхождения. Те и другие могут быть твердыми, жидкими и газообразными. Окислителями служат вещества, включающие элементы с незаполненными внешними атомными оболочками, например кислород, у которого не хватает двух электронов, фтор и хлор – по одному.

В энергетике для получения электрической энергии на тепловых станциях (ТЭС) в основном используется топливо органического происхождения. Все виды органического топлива (горючее) представляют собой углеводородные соединения, в которые входят другие вещества.....

В состав рабочего (твердого или жидкого топлива) входят:

$$C^p + H^p + O^p + N^p + S^p + A^p + W^p = 100\%$$

Вопросы и задания:

- 1) Назвать, что относится к твердому топливу?
- 2) Назвать, что относится к жидкому топливу?
- 3) Назвать, что относится к газообразному топливу?
- 4) Назвать элементарный состав топлива?
- 5) Назвать, что относится к балласту топлива?
- 6) Перечисли те свойства жидкого и газообразного топлива?

Практическое занятие №2

Тема: Неорганическое топливо.

Цель: Изучение состава Неорганического топлива.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Неорганические горючие пока применяются только в ракетной технике. Те из них, которые способны реагировать с водой, гидрореагирующие горючие (ГРГ) имеют некоторые перспективы применения на морских судах и аппаратах.

Однако по мере исчерпывания запасов органических горючих, интерес к неорганическим должен повышаться, особенно к такому (самому распространенному), как кремний, составляющему 25% земной коры (в связанном виде).

В качестве возможных горючих исследованы все элементы Периодической системы Д.И.Менделеева. Наилучшими показателями обладают металлические горючие – кремний(металлоид), алюминий, бериллий, литий.

При нормальных условиях они находятся в твердом состоянии. Поэтому их подают в камеру сгорания в качестве суспензии, распыляют в виде порошка или впрыскивают в расплавленном состоянии. Можно также весь запас горючего поместить в камеру сгорания и, расплавив и воспламенив его с помощью порции обычного топлива, сжигать постепенно, регулируя подачу окислителя.

Важной задачей при использовании металлов является предотвращение оседания твердых и жидких продуктов сгорания на деталях двигателя, а следовательно, их износа и выхода из строя.

Интерес представляют бороводороды B_2H_6 , B_4H_{10} , B_5H_9 и др. Одни из них, при нормальных условиях, являются жидкостями, другие - твердыми или очень вязкими веществами. Теплота сгорания бороводородов достигает 60000-75000 кДж/кг. Основные их недостатки – ядовитость, высокая температура испытания, термическая нестойкость, нестойкость при хранении на воздухе(реагируют с влагой), образование отложений на деталях двигателя. Бороводороды хорошо реагируют не только с кислородом, но и с водой. Поэтому их рассматривают и как возможность ГРГ для судов **Окислители**. Во всех обычных теплогенераторах и тепловых двигателях в качестве окислителя используют атмосферный воздух. На морских судах используют воду. На ракетах и летательных аппаратах других типов применяются окислители, содержащие кислород, фтор и хлор.

Вопросы и задания:

- 2) Назвать основные элементы неорганического топлива.
- 3) Где применяются элементы неорганического топлива?
- 4) Назвать основные элементы окислителей.

Практическое занятие №3

Тема: Ядерная энергия и механизм тепловыделения.

Цель: Изучение механизма тепловыделения ядерной энергии.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Ядерная энергия освобождается в виде тепловой в процессе торможения продуктов ядерного деления или синтеза атомных ядер, движущихся с большими скоростями, и поглощение их кинетической энергии веществом теплоносителя....

Деление ядер нейтронами. Попытки освобождения ядер энергии связи ядра путем бомбардировки протонами и другими заряженными частицами оказались неудачными. Освобождение ядерной энергии стало возможным после открытия английским ученым Чадвиком нейтрона в 1932 году. Не все нейтроны, направляемые на мишень, сталкиваются с ее ядрами, а из столкнувшихся не все вызывают соответствующую реакцию.

Если нейтрон не поглощается ядром, а только сталкивается с ним, он теряет часть своей энергии, то есть замедляется. При замедлении быстрый нейтрон может стать промежуточным, медленным (тепловым)....

Цепная реакция деления ядерных топлив. Для возникновения цепной реакции необходимо, чтобы в каждом последующем акте деления участвовало больше нейтронов, чем в предыдущем. Делящиеся ядерные топлива являются однокомпонентными. Тепловые нейтроны поглощаются делящимися изотопами наиболее интенсивно. Поэтому в атомных реакторах нейтроны замедляются в специальных веществах – замедлителях - в воде, тяжелой воде, бериллии, графите и др

Кинетическая энергия продуктов реакции, попадающая в вещество теплоносителя, превращается в теплоту. Один килограмм ядерного топлива обеспечивает получение тепловой мощности 2000 кВт в течение года.

Ядерное топливо применяется в реакторах в виде металлических блоков, отличающихся высокой эффективностью использования нейтронов, хорошей теплопроводностью и высоким сопротивлением термического удара....

Вопросы и задания:

- 1) Что называется полной энергией связи?
- 2) Что называется удельной энергией связи ядра?
- 3) В чем заключается правило Бора?
- 4) Нарисовать схему процессов воспроизводства ядерного топлива.
- 5) Назовите все достоинства и недостатки ядерного топлива.

Практическое занятие №4

Тема: Солнечная энергия.

Цель: Изучение солнечной энергии.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Лучистая энергия солнца, поступающая на Землю, представляет собой самый значительный источник энергии, которым располагает человечество. Поток солнечной энергии на земную поверхность эквивалентен условному топливу $1,28 \times 10^{14}$ т. Солнце, как и другие звезды, состоит из высокотемпературной плазмы. В его составе 82% водорода, 17% гелия, остальные элементы составляют около 1%. Внутри Солнца существует область высокого давления, где температура достигает 15-20 млн.град. На Солнце имеется в незначительном количестве кислород и поэтому процессы горения, понимаемые в обычном смысле, не протекают сколько-нибудь заметно. Огромная энергия образуется на Солнце за счет синтеза легких элементов водорода и гелия.

Одна из проблем использования солнечной энергии заключается в том, что наибольшее ее количество поступает летом, а наибольшее потребление энергии происходит зимой.

Солнечная энергетика – отрасль науки и техники, разрабатывающая основы, методы и средства использования солнечного излучения или солнечной радиации для получения электрической, тепловой и других видов энергии и использования их в народном хозяйстве.

Солнечное излучение (СИ) – это процесс переноса энергии при распространении магнитных волн в прозрачной среде.

Земля находится от Солнца на расстоянии примерно 150 млн.км. Площадь поверхности Земли, облучаемой Солнцем, составляет около 500×10^6 км².

Поток солнечной радиации, достигающий Земли, по разным оценкам составляет $(7,5-10,0) \times 10^7$ кВтч/год, что значительно превышает ресурсы всех других возобновляемых источников энергии.

Солнечное излучение на поверхность Земли зависит от многих факторов: широты и долготы местности, его географических и климатических особенностей, состояния атмосферы, высоты солнца над горизонтом, размещения приемника СИ на Земле по отношению к Солнцу....

Вопросы и задания:

- 1) Что представляет собой солнечная энергия?
- 2) Что входит в состав Солнца?
- 3) Что такое солнечное излучение и от чего оно зависит?
- 4) Опишите принцип работы солнечной фотоэлектрической установки?

Практическое занятие №5

Тема: Энергия движения воздуха в атмосфере.

Цель: Изучение энергии движения воздуха в атмосфере.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Энергия ветра на Земле оценивается в 175 тыс.-219 тыс.ТВтс в год, при этом развиваемая им мощность достигает $(20-25) \times 10^9$ кВт. Это примерно в 2,7 раза больше суммарного расхода энергии на планете. Применять ветер, т.е энергию движения воздуха, человек начал еще в глубокой древности....

Ветроэнергетика – отрасль науки и техники, разрабатывающая теоретические основы, методы и средства использования энергии ветра для получения механической, электрической и тепловой энергии.

Использование ветровой энергии осуществляется с помощью специальных установок.

Ветроэнергетическая установка (ВЭУ) – это комплекс технических устройств, для преобразования кинетической энергии ветрового потока в какой-нибудь любой вид энергии.....

Различают ветросиловые установки и ветроэлектрические станции (ВЭС).....

В настоящее время ветроэнергетика - одна из основных бурно развивающихся отраслей ветровой энергетике.

На бурное развитие ВЭУ указывают данные роста установленных мощностей в ряде стран мира (табл.6.1).....

Важным шагом в развитии ветроэнергетики России , обладающей огромным потенциалом, можно считать сдачу в эксплуатацию в 2002 году самого крупного ветропарка мощностью 5,1 МВт, построенного в Калининградской области. Построена Анадырская ВЭС (Чукотка) мощностью 2,5 МВт. И строится Элистинская ВЭС (Калмыкия) мощностью 22 МВт....

Вопросы и задания:

- 1) Дайте определение, что такое ветроэнергетика?
- 2) Что представляет собой ВЭУ и из чего состоит?
- 3) Перечислите ВЭС России?
- 4)Что такое пассаты, муссоны и бризы?

Практическое занятие №6

Тема: Гидроэнергетические ресурсы.

Цель: Изучение Гидроэнергетических ресурсов.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Гидроэлектрические станции – это высокоэффективные источники электроэнергии. В большинстве случаев ГЭС представляют собой объекты комплексного назначения, обеспечивающие нужды электроэнергетики и других отраслей народного хозяйства: водного транспорта, водоснабжения, рыбного хозяйства, мелиорации земель и прочее.

Гидроэлектрические станции - это комплекс сооружений и оборудования, посредством которых энергия водотока преобразуется в электрическую энергию.

Совокупность гидротехнических сооружений, гидротехнического и механического оборудования принято называть **гидроэнергетической установкой (ГЭУ)**.

Различают основные типы гидроэнергетических установок:

- гидроэлектростанция (ГЭС);
- насосная станция (НС);
- гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС);
- приливные электростанции (ПЭС).

Малые ГЭС (мощностью до 30МВт). В настоящее время в России, как и во всем мире, большой интерес вызывает возможность создания малых ГЭС.

Насосная станция предназначена для перекачки воды с низких отметок на высокие и транспортирование воды в удаленные пункты....

Гидроаккумулирующая электростанция предназначена для перераспределения энергии и мощности в энергосистеме. В часы понижения нагрузок ГАЭС работает как насосная станция.

Приливные электростанции сооружаются на побережье морей и океанов со значительными приливно-отливными колебаниями уровня воды....

Вопросы и задания:

- 1) Что называется гидроэлектрической станцией?
- 2) Что называется гидроэнергетическими установками?
- 3) Перечислить основанные типы гидроэнергетических установок?
- 4) Перечислить крупные ГЭС России и их мощности?
- 5) Рассказать назначение ГАЭС, ПЭС, ГЭС и НС?

Практическое занятие №7

Тема: Паротурбинные электрические станции (КЭС) и (ТЭЦ)

Цель: Изучение паротурбинных электрических станций (КЭС) и (ТЭЦ).

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

На современных тепловых электрических станциях большой мощности превращение тепла в работу производится в циклах, использующих в качестве основного рабочего тела водяной пар высоких давлений и температур. Водяной пар производится парогенераторами (паровыми котлами), в топках которых сжигаются различные виды органического топлива: уголь, мазут, газ и др.

Термодинамический цикл преобразования тепла в работу с помощью водяного пара был предложен в середине XIX века инженером и физиком У.Ренкиным. Принципиальная тепловая схема конденсационной электростанции, работающей по циклу Ренкина, показана на рисунке стр.123...

Парогенератор 1 за счет тепла, сжигаемого топлива вода, нагнетаемая парогенератором насосом 5, превращается в водяной пар, который поступает в турбину 2, вращающую электрогенератор 3.

Тепловая энергия пара преобразуется в турбине в механическую работу, которая в свою очередь преобразуется в генераторе в электроэнергию. Из турбины отработанный пар поступает в конденсатор 4, где пар конденсируется (превращается в воду). Насос 5 нагнетает конденсат парогенератор, замыкая таким образом цикл.

Построение КЭС по блочному типу дает определенные технико-экономические преимущества:.....

Технологическая схема состоит из нескольких систем: топливоподачи, топливоприготовления, основного пароводяного контура вместе с парогенератором и турбиной, циркуляционного водоснабжения, водоподготовки; золоулавливания и золоудаления, электрической части станции.

Механизм и установки, обеспечивающие функционирование вышеназванных систем, входят в так называемую систему собственных нужд станций.

Вопросы и задания:

- 1) Нарисовать принципиальную тепловую схему электростанций.
- 2) Рассказать принцип работы тепловой схемы.
- 3) Рассказать и перечислить технико-экономические преимущества блочной КЭС.
- 4) Перечислить основные системы технологической схемы.
- 5) Зарисовать принципиальную тепловую схему КЭС.

Практическое занятие №8

Тема: Цикл газотурбинной установки

Цель: Изучение цикла газотурбинных установок.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

В отличие от паротурбинного (паросилового цикла Ренкина для водяного пара), в циклах газотурбинных установок рабочим телом служат нагретые до высокой температуры сжатые газы. В качестве таких газов чаще используют смесь воздуха и продуктов сгорания жидкого (газообразного) топлива.

Принципиальная схема газотурбинной установки (ГТУ с подводом тепла при $p=const$) представлена на рисунке....

Для повышения КПД ГТУ применяют способ регенерации тепла (рис. 4.13). В отличие от предыдущей принципиальной схемы в нее включен теплообменник 2, в котором воздух, идущий от компрессора в камеру сгорания, нагревается отработанными газами, уходящими из турбины в атмосферу. В следствии частичного использования тепловой энергии отработанных газов КПД установки повышается.

Основу современных газотурбинных электростанций России составляют газовые турбины мощностью 25-100 МВт.

Вопросы и задания:

- 1) Нарисовать схему газотурбинной установки.
- 2) Записать в таблицы основные характеристики газотурбинных электростанций.
- 3) Где применяются газотурбинные электростанции?
- 4) Что применяется для повышения КПД ГТУ и зарисовать принципиальную схему с теплообменником?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9

ТЕМА: Атомная электрическая станция(АЭС).

ЦЕЛЬ: Изучение АЭС.

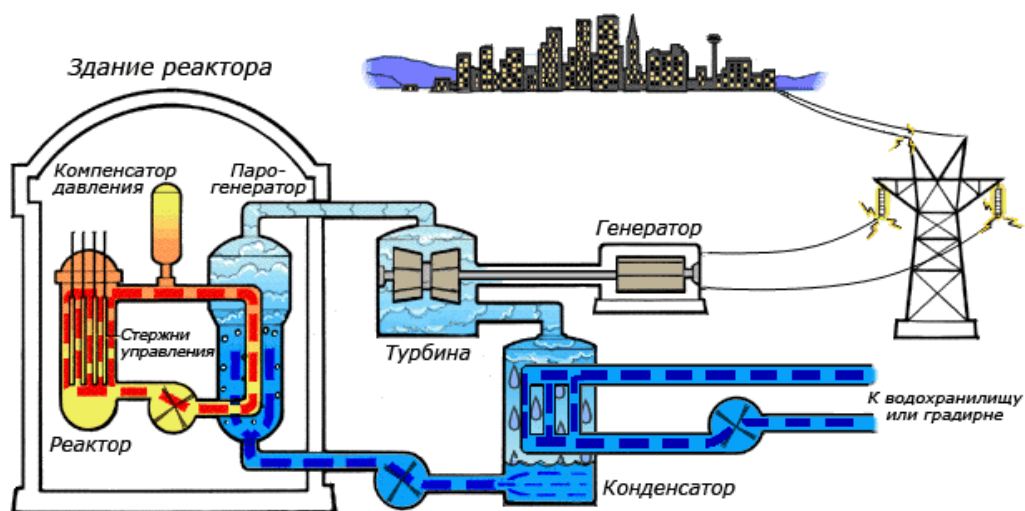
Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Атомная электростанция (АЭС) — ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определённой проектом территории, на которой для осуществления этой цели используются ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками. Атомные электростанции классифицируются в соответствии с типом используемых реакторов:

- с реакторами на тепловых нейтронах, в том числе с:
 - ВОДО-ВОДЯНЫМИ
 - КИПЯЩИМИ
 - ТЯЖЕЛОВОДНЫМИ
 - ГАЗООХЛАЖДАЕМЫМИ
 - ГРАФИТО-ВОДНЫМИ
 - ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМИ ГАЗООХЛАЖДАЕМЫМИ
 - ТЯЖЕЛОВОДНЫМИ ГАЗООХЛАЖДАЕМЫМИ
 - ТЯЖЕЛОВОДНЫМИ ВОДООХЛАЖДАЕМЫМИ
 - КИПЯЩИМИ ТЯЖЕЛОВОДНЫМИ
- с реакторами на быстрых нейтронах



На рисунке показана схема работы атомной электростанции с двухконтурным водо-водяным энергетическим реактором. Энергия, выделяемая в активной зоне реактора, передаётся теплоносителю первого контура. Далее теплоноситель поступает в теплообменник (парогенератор), где нагревает до кипения воду второго контура.

Полученный при этом пар поступает в турбины, вращающие электрогенераторы. На выходе из турбин пар поступает в конденсатор, где охлаждается большим количеством воды, поступающим из водохранилища.

Компенсатор давления представляет собой довольно сложную и громоздкую конструкцию, которая служит для выравнивания колебаний давления в контуре во время работы реактора, возникающих за счёт теплового расширения теплоносителя. Давление в 1-м контуре может достигать до 160 атмосфер (ВВЭР-1000).

Помимо воды, в различных реакторах в качестве теплоносителя могут применяться также расплавы металлов: натрий, свинец, эвтектический сплав свинца с висмутом и др. Использование жидкометаллических теплоносителей позволяет упростить конструкцию оболочки активной зоны реактора (в отличие от водяного контура, давление в жидкометаллическом контуре не превышает атмосферное), избавиться от компенсатора давления.

Общее количество контуров может меняться для различных реакторов, схема на рисунке приведена для реакторов типа ВВЭР (Водо-Водяной Энергетический Реактор). Реакторы типа РБМК (Реактор Большой Мощности Канального типа) используют один водяной контур, реакторы на быстрых нейтронах — два натриевых и один водяной контуры, перспективные проекты реакторных установок СВБР-100 и БРЕСТ предполагают двухконтурную схему, с тяжелым теплоносителем в первом контуре и водой во втором.

В случае невозможности использования большого количества воды для конденсации пара, вместо использования водохранилища вода может охлаждаться в специальных охладительных башнях (градирнях), которые благодаря своим размерам обычно являются самой заметной частью атомной электростанции.

Вопросы и задания:

1. Циклы АЭС и их эффективность
2. Зарисуйте принципиальную технологическую схему АЭС.
3. Назовите основные виды ядерных реакторов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

ТЕМА: Обслуживание воздушных выключателей.

ЦЕЛЬ: Изучение конструкций воздушных выключателей.

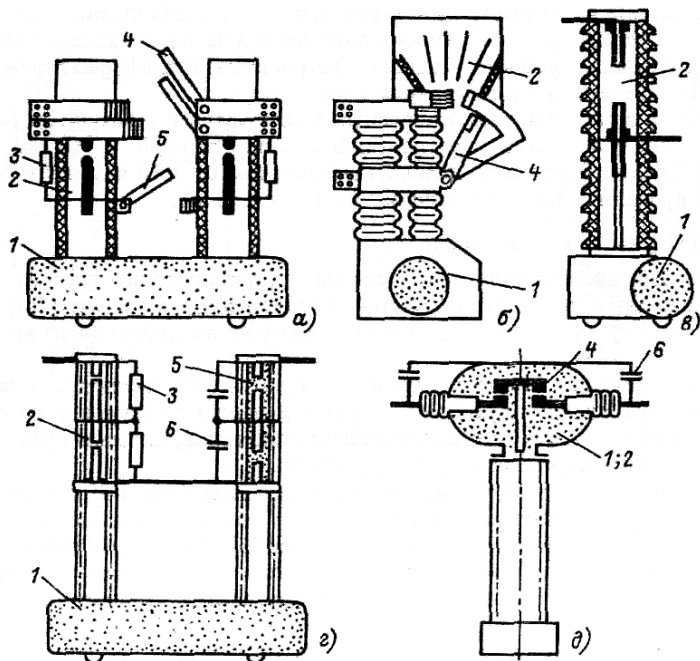
Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

В воздушных выключателях гашение дуги происходит сжатым воздухом, а изоляция токоведущих частей и дугогасительного устройства осуществляется фарфором или другими твердыми изолирующими материалами. Конструктивные схемы воздушных выключателей различны и зависят от их номинального напряжения, способа создания изоляционного промежутка между контактами в отключенном положении, способа подачи сжатого воздуха в дугогасительные устройства.

В выключателях на большие номинальные токи (рис. а, б) имеются главный и дугогасительный контуры, как и в маломасляных выключателях МГ и ВГМ.



Основная часть тока во включенном положении выключателя проходит по главным контактам 4, расположенным открыто. При отключении выключателя главные контакты размыкаются первыми, после чего весь ток проходит по дугогасительным контактам, заключенным в камере 2. К моменту размыкания этих контактов в камеру подается сжатый воздух из резервуара 1, создается мощное дутье, гасящее дугу. Дутье может быть продольным или поперечным. Необходимый изоляционный промежуток между контактами в отключенном положении создается в дугогасительной камере путем разведения контактов на достаточное расстояние или специальным отделителем 5, расположенным открыто. После отключения отделителя прекращается подача сжатого воздуха в камеры и дугогасительные контакты замыкаются. Выключатели, выполненные по такой конструктивной схеме,

изготавливаются для внутренней установки на напряжение 15 и 20 кВ и ток до 20000 А, а также на 35 Кв.

В выключателях для открытой установки дугогасительная камера расположена внутри фарфорового изолятора, причем на напряжение 35 кВ достаточно иметь один разрыв на фазу (рис. в), на 110 кВ - два разрыва на фазу (рис. г). Различие между этими конструкциями состоит в том, что в выключателе на 35 кВ изоляционный промежуток создается в дугогасительной камере 2, а в выключателях напряжением 110 кВ и выше после гашения дуги размыкаются контакты отделителя 5 и камера отделителя остается заполненной сжатым воздухом на все время отключенного положения. При этом в дугогасительную камеру сжатый воздух не подается и контакты в ней замыкаются. По конструктивной схеме рис.,г созданы выключатели серии ВВ на напряжение до 500 кВ. Чем выше номинальное напряжение и чем больше отключаемая мощность, тем больше разрывов необходимо иметь в дугогасительной камере и в отделителе (на 330 кВ - восемь; на 500 кВ - десять).

В рассмотренных конструкциях воздух подается в дугогасительные камеры из резервуара, расположенного около основания выключателя. Если контактную систему поместить в резервуар сжатого воздуха, изолированный от земли, то скорость гашения дуги значительно увеличится. Такой принцип заложен в основу серии выключателей ВВБ (рис. д). В этих выключателях нет отделителя. При отключении выключателя дугогасительная камера 2, являющаяся одновременно резервуаром сжатого воздуха, сообщается с атмосферой через дутьевые клапаны, благодаря чему создается дутье, гасящее дугу. В отключенном положении контакты находятся в среде сжатого воздуха. По такой конструктивной схеме созданы выключатели до 750 кВ. Количество дугогасительных камер зависит от напряжения:

1. при напряжении 110 кВ - одна;
2. при напряжении 220, 330 кВ - две;
3. при напряжении 500 кВ - четыре;
4. при напряжении 750 кВ - шесть (в серии ВВБК).

Воздушные выключатели имеют следующие достоинства: взрыво- и пожаробезопасность, быстроедействие и возможность осуществления быстрогодействия АПВ, высокую отключающую способность, надежное отключение емкостных токов линий, малый износ дугогасительных контактов, легкий доступ к дугогасительным камерам, возможность создания серий из крупных узлов, пригодность для наружной и внутренней установки.

Недостатками воздушных выключателей являются: необходимость компрессорной установки, сложная конструкция ряда деталей и узлов, относительно высокая стоимость, трудность установки встроенных трансформаторов тока.

Показатели надежности и долговечности, гарантируемые предприятием-изготовителем, могут быть достигнуты в условиях эксплуатации при соблюдении ряда требований

Поскольку в воздушном выключателе гашение электрической дуги и приведение контактов в движение осуществляются сжатым воздухом, основные характеристики выключателей зависят от его физических свойств

Задания для выполнения работы: Изобразите ВВ.

Контрольные вопросы для формулировки вывода.

- 1.Опишите принцип работы ВВ.

2. Опишите как происходят осмотры и обслуживание воздушных выключателей.

3. Где применяются и устанавливается ВВ?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11

ТЕМА: Обслуживание элегазового выключателя.

ЦЕЛЬ: Изучение конструкций и принципа работы элегазового выключателя.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Элегазовый выключатель — это разновидность высоковольтного выключателя, коммутационный аппарат, использующий элегаз в качестве среды гашения электрической дуги; предназначенный для оперативных включений и отключений отдельных цепей или электрооборудования в энергосистеме, в нормальных или аварийных режимах, при ручном дистанционном или автоматическом управлении.

По конструкции различают колонковые и баковые выключатели. Колонковые ни внешне, ни по размерам принципиально не отличаются от маломасляных, кроме того, что в современных элегазовых выключателях 220 кВ только один разрыв на фазу. Баковые элегазовые выключатели имеют гораздо меньшие габариты по сравнению с масляными, имеют один общий привод на три полюса, встроенные трансформаторы тока.

Элегазовый выключатель состоит из трех основных частей:

1. Полюс с фарфоровой изоляцией, состоящий из опорного изолятора и дугогасительной камеры;
2. Пружинный привод;
3. Рама и поддерживающие стойки.

Схематически, можно обозначить следующие основные части колонкового элегазового выключателя.

К преимуществам элегазовых выключателей можно отнести

- возможность применения на все классы напряжений свыше 1 кВ;
- гашение дуги происходит в замкнутом объеме без выхлопа в атмосферу;
- относительно малые габариты и масса;
- пожаро- и взрывобезопасность;
- быстрота действия;
- высокая отключающая способность;
- надежное отключение малых индуктивных и емкостных токов в момент перехода тока через нуль без среза и возникновения перенапряжений;
- малый износ дугогасительных контактов;
- бесшумная работа;
- возможность создания серий с унифицированными узлами;
- пригодность для наружной и внутренней установки.

К недостаткам элегазовых выключателей можно отнести

- высокие требования к качеству элегаза;
- температурные недостатки SF₆, необходимость подогрева и использования смесей элегаза с азотом, хладоном и другими веществами, позволяющими работать элегазовым выключателям в условиях низких температур окружающей среды;
- необходимость специальных устройств для наполнения, перекачки и очистки SF₆;
- относительно высокая стоимость SF₆;

- требуется более внимательное отношение к использованию и учету элегаза.

Элегазовые выключатели напряжением 6-10 кВ серии LF производства Merlin Gerin, находящиеся в эксплуатации в электрических сетях России и Украины, достаточно надежны (имели место всего лишь 4 отказа на 10 тыс. выключателей в год) и долговечны в работе: они позволяют осуществить не менее 10 тыс. циклов «ВО» номинального тока и 40 отключений номинальных токов КЗ (25 кА). В процессе эксплуатации таких выключателей не требуется осуществлять их техническое обслуживание в течение 10 лет или в течение 10 тыс. циклов «ВО» механического пружинного привода выключателя. Действие этого привода основано на аккумулировании энергии, необходимой для отключения и последующего включения выключателя. Обслуживание дугогасительной камеры выключателя не требуется в течение всего срока эксплуатации. Гарантированный срок эксплуатации элегазовых выключателей - 25 и более лет.

Задания: Изобразите элегазовый выключатель

Контрольные вопросы:

- 1.Опишите принцип работы Элегазового выключателя.
2. Опишите как происходят осмотры и обслуживание Элегазового выключателя?
- 3.Где применяются и устанавливается Элегазовый выключатель?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12

ТЕМА: Устройства и конструкция разъединителя.

ЦЕЛЬ: Обслуживание разъединителя.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Разъединитель - контактный коммутационный аппарат, который обеспечивает в отключенном положении изоляционный промежуток, удовлетворяющий нормированным требованиям.

Разъединители используются для видимого отделения участка электрической сети на время ревизии или ремонта оборудования, для создания безопасных условий работы и отделения от смежных частей электрооборудования, находящихся под напряжением, для создания которых разъединители комплектуются блокировкой включенного (отключенного) положения и заземляющими ножами, исключающими подачу напряжения на выведенный в ремонт участок сети. Также разъединители применяются для переключения присоединений с одной системы шин на другую, в электроустановках с несколькими системами шин.

Согласно Правилам технической эксплуатации электроустановок разрешалось (возможны отклонения в зависимости от Правил, которым подчиняется организация, в чьем ведении находится электроустановка) отключение и включение разъединителями:

- нейтралей силовых трансформаторов 110—220 кВ;
- заземляющих дугогасящих реакторов 6 — 35 кВ при отсутствии в сети замыкания на землю;
- намагничивающего тока силовых трансформаторов 6 — 500 кВ;
- зарядного тока и тока замыкания на землю воздушных и кабельных линий электропередачи;
- зарядного тока систем шин, а также зарядного тока присоединений с соблюдением требований нормативных документов.

В кольцевых сетях 6 — 10 кВ разрешается отключение разъединителями уравнивающих токов до 70 А и замыкание сети в кольцо при разности напряжений на разомкнутых контактах разъединителей не более, чем на 5 %.

Допускается отключение и включение трёхполюсными разъединителями наружной установки при напряжении 10 кВ и ниже нагрузочного тока до 15 А.

Допускается дистанционное отключение разъединителями неисправного выключателя 220 кВ и выше, зашунтированного одним выключателем или цепочкой из нескольких выключателей других присоединений системы шин (схема четырехугольника, полуторная и т.п.), если отключение выключателя может привести к его разрушению и обесточиванию подстанции.

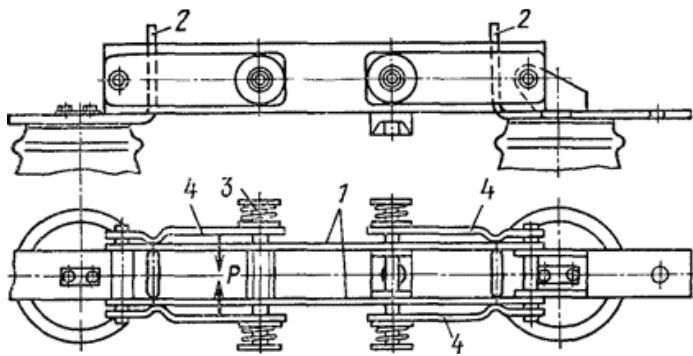


Рис. 1. Контактная система разъединителя типа РВ

Подвижный контакт 1 выполнен в виде двух параллельных шин. При КЗ электродинамическая сила прижимает шины 1 к стойкам неподвижного контакта 2. При номинальном токе контактное нажатие создается пружинами 3, которые воздействуют на подвижный контакт через стальные пластины 4. Магнитный поток, создаваемый проходящим по шинам током, замыкается вокруг них и через стальные пластины 4. В системе возникают электродинамические силы такого направления, чтобы возросла энергия магнитного поля. Пластины приближаются к шинам 1 и попадают в зону более сильного магнитного поля. Электромагнитная энергия при этом возрастает. Таким образом создается сила P , притягивающая стальные пластины к шинам и увеличивающая контактное нажатие.

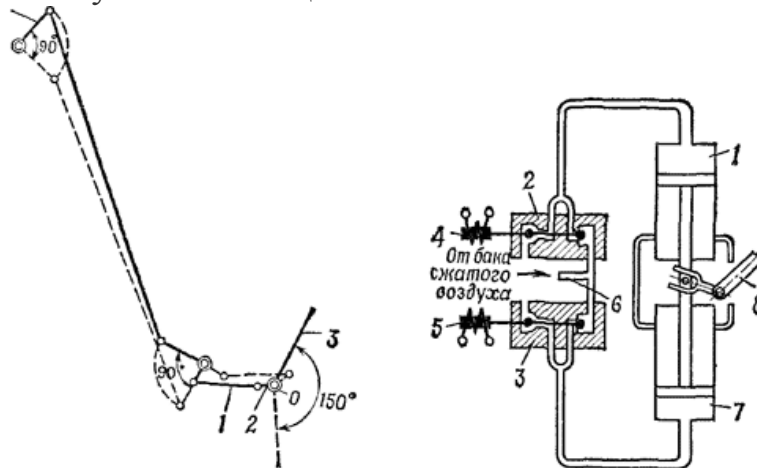


Рис. 2. Рычажный привод разъединителя

Для дистанционного управления применяются электрические и пневматические приводы. В электрических приводах ось двигателя связывается с выходным рычагом привода через систему червячной передачи. В пневматическом приводе отсутствуют громоздкие рычажные передачи и обеспечивается плавный ход контактов (рис. 5). Поршневой механизм (цилиндры, поршни) 1, блок пневматических клапанов управления 2 и 3 и электромагниты управления 4 и 5 устанавливаются непосредственно на раме разъединителя. К разъединителю подводятся трубопровод со сжатым воздухом 6 и цепи управления электромагнитами

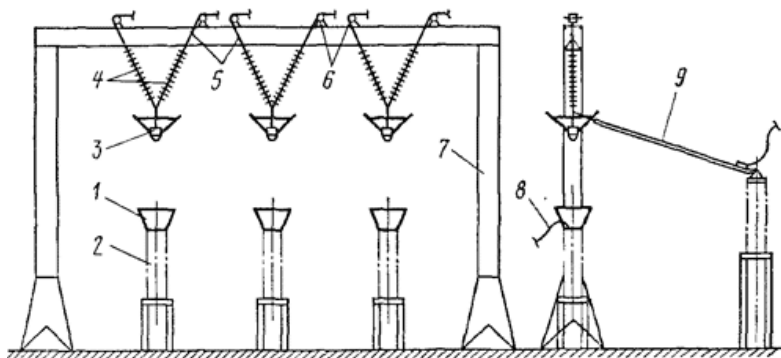


Рис. 3. Подвесной разъединитель

В качестве опоры контакта 1 могут использоваться трансформаторы тока или напряжения. Конический подвижный контакт 3 подвешен к гирлянде 4 подвесных изоляторов на стальных тросах 5. Тросы 5 пропущены через блоки 6 на портале 7 и связаны с барабаном электролебедки. Подвижный контакт 3 соединен с токоведущей трубой 9, неподвижный контакт соединен с гибкой шиной 8 либо с контактом аппарата. При включении контакт 3 опускается вниз под действием специального груза, который создает необходимое контактное нажатие. При отключении контакт 3 и связанный с ним груз поднимаются с помощью электролебедки. Такие разъединители разработаны в СССР на напряжение до 1150 кВ и длительные токи до 3,2 кА.

Задания: Изобразите разъединитель.

Контрольные вопросы:

1. Опишите принцип работы разъединителя.
2. Опишите как происходят осмотры и обслуживание разъединителя.
3. Где применяются и устанавливается разъединитель?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13

ТЕМА: Обслуживание разрядников.

ЦЕЛЬ: Изучение разрядников.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения .

Разрядник — электрический аппарат, предназначенный для ограничения перенапряжений в электротехнических установках и электрических сетях. Первоначально разрядником называли устройство для защиты от перенапряжений, основанный на технологии искрового промежутка. Затем, с развитием технологий, для ограничения перенапряжений начали применять устройства на основе полупроводников и металл-оксидных варисторов, применительно к которым продолжают употреблять термин "разрядник".

В электрических сетях часто возникают импульсные всплески напряжения, вызванные коммутациями электроаппаратов, атмосферными разрядами или иными причинами. Несмотря на кратковременность такого перенапряжения, его может быть достаточно для пробоя изоляции и, как следствие, короткого замыкания, приводящего к разрушительным последствиям. Для того, чтобы устранить вероятность короткого замыкания, можно применять более надежную изоляцию, но это приводит к значительному увеличению стоимости оборудования. В связи с этим в электрических сетях целесообразно применять разрядники.

Разрядник состоит из двух электродов и дугогасительного устройства.

Разрядники бывают: воздушные, газовые, вентельные, стержневые. Техническое обслуживание и ремонт разрядников рассмотрим на примере разрядника РВП-10. Он состоит (рисунок 7) из многократных искровых промежутков и последовательных нелинейных резисторов (сопротивлений), помещенных в фарфоровый корпус. Единичный искровой промежуток состоит из двух фасонных латунных электродов 14, приклеенных к изоляционной миканитовой или картонной прокладке 15. Искровые промежутки в определенном количестве помещены в бакелитово-бумажный цилиндр, который не позволяет им смещаться друг относительно друга.

Резисторы набирают из вилитовых (вилит — запеченная смесь карборунда и жидкого стекла) дисков, плоскости которых металлизуют алюминием, а боковые поверхности покрывают изолирующей обмазкой. Разрядник, как правило, находится все время во включенном положении. При осмотрах, особенно после грозы, и автоматических отключениях обращают внимание на целостность фарфоровых корпусов: они должны быть очищены от грязи и пыли и осмотрены. При наличии трещин на корпусе разрядник заменяют. Незначительные трещины эмалированного покрытия допускают дальнейшую эксплуатацию разрядника. Головки болтов и гайки должны быть окрашены, чтобы не было ржавых подтеков. Наиболее характерные повреждения разрядников: сколы и трещины фарфорового корпуса, нарушения герметичности и крепления внутренних деталей разрядника, увеличенный ток утечки (более 10 мА) и низкое пробивное напряжение промышленной частоты (менее 26—30,5 кВ).

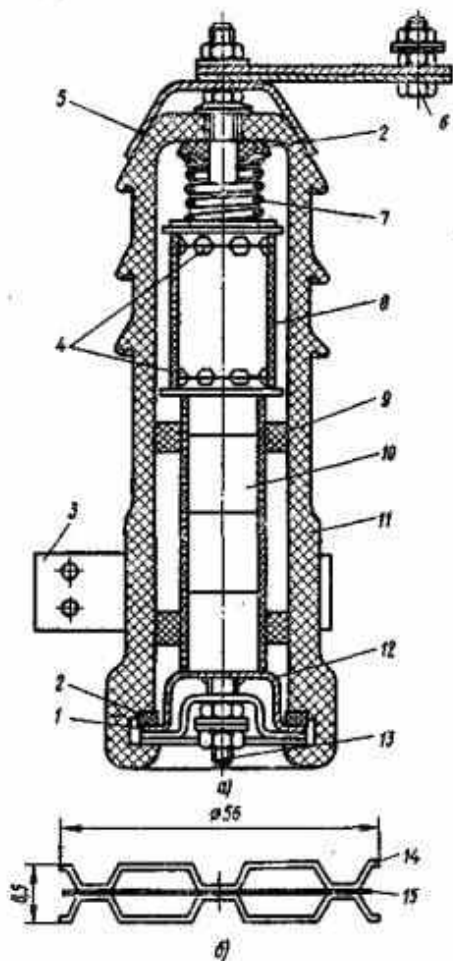


Рисунок 7 – Вентильный разрядник РВП-10: а — общий вид, б — единственный искровой промежуток; 1 — металлический сегмент, 2 — озоностойкая резина, 3 — хомут, 4 — искровые промежутки, 5 — металлический колпак, 6 — болт для присоединения шин, 7 — спиральная пружина, 8 — изоляционный цилиндр, 9 — прокладка из фетра или войлока, 10 — резисторы, 11 — фарфоровый корпус, 12 — нижняя диафрагма, 13 — болт для заземления, 14 — латунный электрод, 15 — изоляционная прокладка из миканита или картона

Полная ревизия разрядника производится одновременно с проведением текущего или капитального ремонта всего оборудования подстанции. Разрядник отсоединяют от шин и осторожно в вертикальном положении переносят к месту проверки и профилактических испытаний. Легким покачиванием проверяют на слух

плотность укладки внутренних деталей.

Измеряют ток утечки и величину пробивного напряжения. При обнаружении неисправностей или отступления от норм электрических показателей разрядник заменяют новым, проверенным. Вскрытие разрядника с целью ремонта его деталей является сложной операцией, требует специального оборудования и опыта ремонтного персонала. Вскрытие разрядника возможно в чистом, сухом, теплом, светлом помещении. Замену отдельных деталей или изменение их взаимного расположения, а также ремонт их проводят в строгом соответствии с заводскими инструкциями.

При ремонте трубчатых разрядников проверяют искровой промежуток, целостность деталей и в случае повреждений разрядник заменяют новым

Задания: Изобразите разрядник.

Контрольные вопросы:

- 1.Опишите принцип работы разрядников.
2. Опишите как происходят осмотры и обслуживание разрядников.
- 3.Где применяются и устанавливается разрядники?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №14

Тема: Основные элементы котельного агрегата.

Цель: Изучение основных элементов котельного агрегата.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Испарительные поверхности котла.

Основными элементами котла являются: испарительные поверхности нагрева (экранные трубы и котельный пучок); пароперегреватель с регулятором перегрева пара ; водяной экономайзер, воздухоподогреватель и тягодутьевое устройство.

Парогенерирующие (испарительные) поверхности нагрева отличаются друг от друга в котлах различных систем, но, как правило, располагаются в основном в топочной камере и воспринимают теплоту излучением - радиацией.

Пароперегреватели.

Пароперегреватель предназначен для повышения температуры пара, поступающего из испарительной системы котлов. Он является одним из наиболее ответственных элементов котельного агрегата.

В зависимости от определяющего способа передачи теплоты от газов перегревателя или отдельной их ступени разделяются на конвективные, радиационные и полурadiационные.

Пароперегреватели выполняются обычно из труб диаметром 22-54 мм. При высоких параметрах пара, их размещают в топочной камере и большую часть тепла они получают излучением от факела. Это *радиационный пароперегреватель*.

Конвективные пароперегреватели располагаются в горизонтальном газоходе....

Водяные экономайзеры.

Водяные экономайзеры расположены в конвективном газоходе и работают при относительно невысоких продуктах сгорания (дымовых газов).

Они предназначены для подогрева питательной воды перед ее поступлением в испарительную часть котлоагрегата за счет использования тепла уходящих газов. Наиболее часто экономайзеры выполняются из стальных труб диаметром 28-38 мм. , согнутых в вертикальные змеевики и скомпонованы в пакеты.

В зависимости от степени подогрева воды экономайзеры подразделяются на кипящие и некипящие.

Воздухоподогреватели.

Воздухоподогреватели устанавливаются с целью подогрева воздуха, направляемого затем в топку для повышения эффективности горения топлива и в углеразмольных устройствах, за счет использования тепла уходящих газов.

Вопросы и задания:

- 1) Назовите основные элементы котельного агрегата.
- 2) Опишите принцип действия пароперегревателя.
- 3) Опишите принцип действия водяного экономайзера.
- 4) Опишите принцип действия воздухоподогревателя.
- 5) По какому принципу делятся воздухоподогреватели?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15

Тема: Изучение работы и конструкции магнитного пускателя ПМЛ 2100

Цель: Изучить устройство, принцип действия, условные обозначения и технические параметры магнитного пускателя

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Магнитные пускатели предназначены для пуска, остановки, реверсирования и тепловой защиты главным образом асинхронных двигателей.

Наиболее современными магнитными пускателями являются пускатели серии ПМЛ, они заменили снятые с производства пускатели ПМЕ и ПАЕ.

Кроме защиты от перегрузок и обрыва фазы, обеспечивается защита от токов короткого замыкания (встроенные предохранители) и нулевая защита (при снижении напряжения в сети меньше $0,4 U_{ном}$ или при полном исчезновении напряжения) магнитный пускатель отключается.



Рисунок 1 Устройство магнитного пускателя ПМЛ

Условное обозначение:

ПМЛ – магнитный пускатель линейный

Первая цифра - условное обозначение тока (габарит)

1 – 10А;

2 – 25А;
3 – 40А;
4 – 63А;
5 – 80А;
6 – 125А;
7 – 200А

Вторая цифра – исполнение пускателя по назначению и наличию теплового реле:

1 – нереверсивный без ТР; 2 – нереверсивный с ТР;

5 – реверсивный без ТР; 6 – реверсивный с ТР

Третья цифра - исполнение пускателя по степени защиты и наличию кнопок:

0 – IP00 без кнопок

1 – IP54 с кнопкой «Реле» возврата в исходное состояние после срабатывания;

2 – IP54 с кнопками «Пуск и «Стоп»;

3 – IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп» и сигнальной лампой;

IP00 – открытое незащищенное исполнение;

IP54 – пылебрызгозащищенное Четвертая цифра: - исполнение пускателя по числу и виду контактов вспомогательной цепи (З – замыкающий; Р - размыкающий)

Для габарита 1 и 2:

0 – 1з; 1 – 1р

Для габаритов 3 – 7:

0 – 1з+1р; 1 – 2з+2р; 2 – 3з+1р; 3 – 4з+1р; 4 – 5з+1р

Контрольные вопросы

1.Что называют магнитным пускателем?

2.Как маркируются магнитные пускатели?

3.Расшифруйте марку магнитного пускателя ПМЛ 2100

4.В чем разница между магнитным пускателем и контактором?

5.Назначение короткозамкнутых витков на сердечнике магнитного пускателя

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16

Тема: Изучение конструкции и работы тепловых реле серии РТЛ 25

Цель: Изучить устройство тепловых реле

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Тепловое реле служит для тепловой защиты электродвигателя от токов перегрузки, встраиваются в магнитный пускатель. Чтобы обеспечить защиту линии от токов перегруза и токов к.з. тепловое реле применяют в сочетании с предохранителями или автоматическими выключателями.

Тепловые реле серии РТЛ – это наиболее современные реле, трехполюсные, встраиваемые в магнитные пускатели ПМЛ, предназначены для защиты АД от перегрузок и обрыва фазы.

Условное обозначение: РТЛ – 25

РТЛ – реле тепловое линейное

25 – номинальный ток, А



Рисунок 2 Тепловое реле РТЛ

Для возврата реле в исходное состояние на корпусе реле имеется красная кнопка возврата, на которой напечатана буква R.

Тепловое реле крепится непосредственно на выходные контакты пускателя и без пускателя не используется.

Для различных вариантов пускателей необходимо передвинуть выводы (контакты) теплового реле для правильной фиксации.

Параметр	РТЛ - 25	РТЛ - 80	РТЛ 200
Номинальный ток реле, А	25	80	200
Пределы регулирования тока срабатывания	0,1-0,17 0,16-0,26 0,24-0,4 0,38-0,65 0,61-1,0 0,95-1,6 1,5-2,6 2,4-4,0 3,8-6,0 5,5-8,0 7,0-10	18-25 23-32 30-40 38-50 47-57 54-66 63-80	75-105 95-125 120-160 150-200
Номинальный ток пускателя ПМЛ, А	10, 25	40,63,80,125	200

Таблица 1 Технические данные тепловых реле РТЛ

Контрольные вопросы

1. Для чего служит тепловое реле?
2. Как маркируются тепловые реле?
3. Расшифруйте марку теплового реле РТЛ 1022
4. Как крепится тепловое реле?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17

Тема: Изучение конструкции предохранителей плавких ПР, ПН, НПН

Цель: Изучить устройство плавких предохранителей

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Предохранители с плавкими вставками являются наиболее простыми и дешевыми аппаратами защиты, требующими меньшей затраты материалов на изготовление.

Основное назначение – защита от токов короткого замыкания.

Плавкие предохранители наряду с простой их устройства и малой стоимостью имеют ряд существенных недостатков:

- не могут защищать линию от перегрузки, т.к. допускают длительную перегрузку до момента плавления;
- не всегда обеспечивают избирательную защиту в сети вследствие разброса их характеристик;
- при к.з. в трехфазной линии возможно перегорание одного из трех предохранителей и линия остается в работе на двух фазах

Чувствительным элементом предохранителя является плавкая вставка из легкоплавкого цветного металла или сплавов, помещенная в корпус.

Применяют плавкие вставки безинерционные (малая тепловая инерция) и инерционные (большая тепловая инерция).

Безинерционные из металлов с высокой электропроводностью и малой теплоемкостью (медь, серебро) применяют для быстродействующей защиты от токов к.з., к перегрузкам не чувствительны.

Инерционные из металлов с большим удельным сопротивлением (свинец и его сплавы) выдерживают кратковременные перегрузки, и быстродействие защиты не обеспечивают.

В сетях напряжения до 1 кВ широко распространены предохранители типов ПР2, ПН2, НПН- 15 и НПН - 60.

ПР2 – трубчатый предохранитель, разборный с закрытым фибровым корпусом без наполнения. Гашение дуги в среде газа, выделяемого фиброй при высокой температуре. Разрывная способность небольшая (ПР2 - 15, ПР2 – 60, ПР2 – 100, ПР2 – 200, ПР2 – 350, ПР2 – 600, ПР2 - -1000)

ПН2 – предохранитель насыпной разборный заполнен кварцевым песком, который способствует гашению дуги (ПН2 – 100, ПН2 - -200, ПН2 - -350, ПН2 – 600, ПН2 - 1000)

НПН – предохранитель насыпной неразборный аналогичен по своим характеристикам ПН2 (НПН – 15, НПН - 60)

ППН – предохранитель плавкий, низковольтный

Условное обозначение:

Например ПН2 – 400

ПН – предохранитель насыпной разборный

2 – обозначение серии

400 – номинальный ток предохранителя

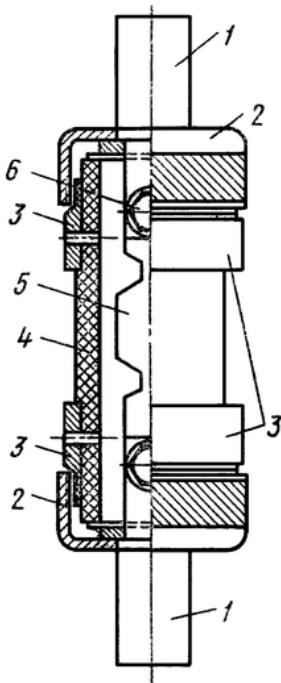


Рисунок 3 Устройство разборного предохранителя ПР2

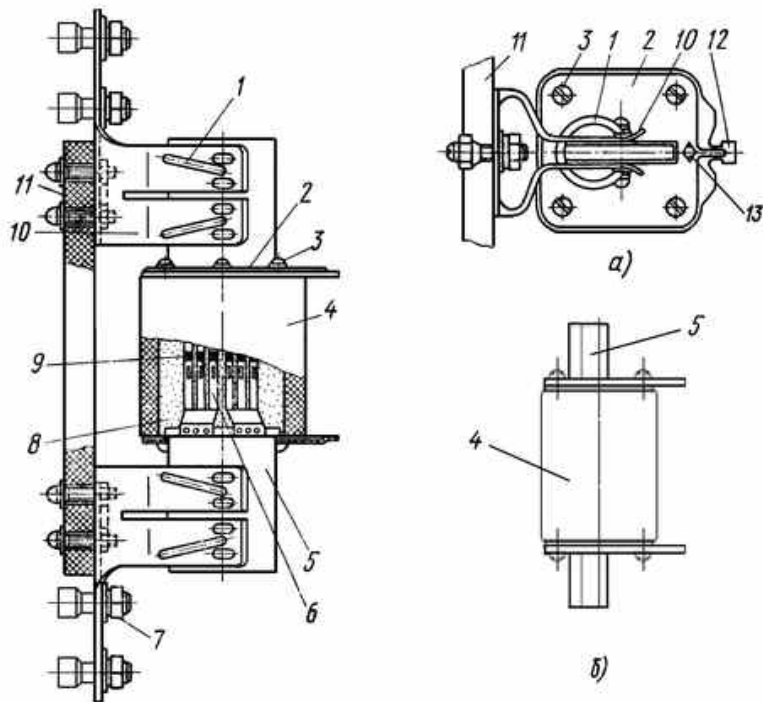


Рисунок 4 Устройство разборного предохранителя ПН2

Таблица 2 Технические данные некоторых предохранителей ПР, ПН, НПН для сетей переменного тока напряжением 380В

Тип предохранителя	Номинальный ток вставки, А	Ток отключения, КА
ПР2 - 15	6, 10, 15	8
ПР2 - 1000	600, 700, 850, 1000	20
ПН2 - 100	31,5, 40, 50, 63, 80, 100	10
ПН2 - 1000	500, 600, 750, 800, 1000	120
НПН - 15	6, 10, 15	10

Выбор плавких предохранителей производится с учетом технических характеристик защищаемой аппаратуры. Основные показатели и требования к устройствам устанавливаются национальными и международными нормами.

Выбор плавких предохранителей осуществляется с учетом соответствующей классификации, основанной на принципе действия устройства. На каждом изделии производитель проставляет соответствующий маркировку, где первый символ (а или g) – это функциональность самого устройства, а второй – тип защищаемого объекта.

a (accompanied fuses) означает, что плавкие вставки предохранителей обеспечивают защиту с отключающим действием в части диапазона.

g (general purpose fuses) свидетельствует о том, что предохранители плавкие предназначены для предотвращения короткого замыкания и перегрузок.

Второй символ может быть следующим.

L – для кабелей и распределителей в соответствии с устаревшей нормой DIN VDE.

B – для установок для горных работ, шахтного оборудования.

G – для проводов и кабелей.

M – для двигателей и коммутационных аппаратов.

R – для тиристоров и полупроводников.

Tr – для трансформаторов.

Обозначение **gG** имеют предохранители плавкие общего назначения. Помимо этого существуют быстродействующие (flink) и инерционные (trag) плавкие вставки предохранителей. Последние предусмотрены для обеспечения безопасности работы железнодорожных установок постоянного тока и рассчитаны на отключение токов с большой индуктивностью.

Таким образом, для защиты линейных цепей в полном диапазоне предусмотрены предохранители плавкие класса **gG** и **gL**, а для полупроводников – **gR** (быстрые). Плавкие вставки предохранителей **aM** (замедленные) рассчитаны для предупреждения короткого замыкания в цепях электродвигателей и коммутирующих устройств.

Замена предохранителей

- При замене высоковольтных предохранителей необходимо:
отключить коммутационный аппарат;
проверить отсутствие напряжения;
установить заземления.

Под напряжением, но без нагрузки допускается снимать и устанавливать предохранители на присоединениях, в схеме которых отсутствуют коммутационные аппараты, позволяющие снимать напряжение.

Под напряжением и под нагрузкой можно заменять предохранители трансформаторов напряжения.

- При снятии и установке предохранителей под напряжением необходимо пользоваться следующими средствами защиты:

в электроустановках напряжением до 1000 В - изолирующими клещами или диэлектрическими перчатками и защитными очками;

в электроустановках напряжением выше 1000 В - изолирующими клещами (штангой) с применением диэлектрических перчаток и защитных очков.

- Снятие и установку предохранителей должны производить работники, имеющие группу III.

- Не допускается применять некалиброванные плавкие вставки и предохранители.

Контрольные вопросы

1. Для чего применяют предохранители?
2. Что является чувствительным элементом предохранителя?
3. Из каких металлов выполняют безинерционные плавкие вставки?
4. Из каких металлов выполняют инерционные плавкие вставки?
5. Как маркируются предохранители?
6. Какие предохранители распространены в сетях до 1 кВ?
7. Замена предохранителей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18

Тема: Изучение конструкции автоматических выключателей серии АП 50 ЗМТ

Цель: Изучить устройство автоматических выключателей

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Автоматический выключатель (автомат) предназначен для автоматического размыкания электрической цепи при перегрузках, коротких замыканиях и понижениях напряжения, а также для редких отключений и включений. Автоматы выпускаются в одно-, двух- и трехполюсном исполнении для цепей постоянного и переменного токов. Управление ими может быть ручное (местное или дистанционное).

Автоматы характеризуются следующими показателями:

1. номинальным напряжением $U_{\text{ном}}$ - максимальным напряжением постоянного или переменного тока, предназначенным для нормальной работы автомата;
2. номинальным током автомата $I_{\text{н.а}}$ - максимальным длительные током главных контактов автомата;

3. током срабатывания автомата $I_{ср.а}$ - наименьшим током, при котором автомат разрывает электрическую цепь;
4. предельным током отключения $I_{пр.а}$ - наибольшим током, который может быть отключен автоматом;
5. номинальным током расцепителя $I_{н.р}$ - максимальным длительным током, при котором расцепитель не срабатывает;
6. током уставки расцепителя I_v - наименьшим током срабатывания расцепителя, на который он настраивается;
7. уставкой тока мгновенного срабатывания электромагнитного расцепителя, называемой отсечкой.

Главной частью автоматических выключателей служит реле, поэтому и принцип работы их тот же, что и реле.

Реле с относящимися к нему механизмами отключения называют расцепителем. Автоматические выключатели бывают с электромагнитными, электротепловыми и комбинированными расцепителями.

Устройство и схема действия автоматического выключателя АП-50 показаны на рисунке 1

Конструкция выключателя АП 50

Выключатель смонтирован в корпусе из ударо- и дугостойкой пластмассы, допускающей возможность работы в условиях умеренного, холодного и тропического климата. Корпус состоит из основания 1 и крышки 2.

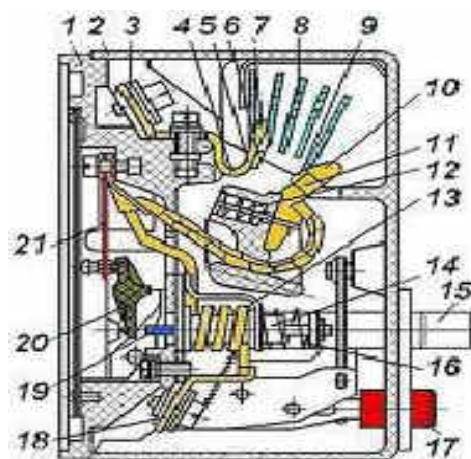


Рисунок 1 Автоматический выключатель АП 50

Внешние цепи подключаются к зажимам 3 и 18. Управление выключателем производится двумя кнопками – включения (светлого цвета) 15 и отключения (красного цвета) 17.

Внутри корпуса располагается контактная система, состоящая из подвижного 11 и неподвижного 5 контактов с контактными накладками 6 и 9. Контактное нажатие создает пружина 12.

Контактные накладки изготовлены из специально подобранной серебросодержащей металлокерамической композиции, которая обеспечивает высокую дугостойкость и износостойкость контактов.

Исключение возможности механического удержания контактов в замкнутом состоянии при возникновении аварийного режима обеспечивает механизм свободного расцепления, состоящий из системы «ломающихся» рычагов и пружин.

На короткие замыкания реагирует электромагнитный расцепитель, состоящий из обмотки 13 и якоря 14, на котором закреплен шток 19. При аварийных токах, превосходящих ток уставки, электромагнитная сила, втягивающая якорь в отверстие обмотки, становится больше усилия сжатия пружины 16, якорь втягивается в отверстие обмотки и шток, воздействуя на рейку 20 механизма свободного расцепления, проворачивает ее, в результате чего выключатель срабатывает, вызывая размыкание главных и свободных контактов выключателя.

Благодаря электродинамической петле 4, опорные точки дуги, возникающей между контактами, быстро перемещаются по дугогасительным рогам 7 и 10, в результате дуга, попадая в камеру, состоящую из ряда стальных пластин 8, гаснет.

Защиту от токов перегрузки обеспечивает биметаллический расцепитель 21, с регулятором, рычаг которого установлен на механизме выключателя. Регулятор позволяет уменьшать уставку во всех полюсах до 70% от ее номинального значения.

Внутри корпуса располагается контактная система, состоящая из подвижного 11 и неподвижного 5 контактов с контактными накладками 6 и 9. Контактное нажатие создает пружина 12.

Контактные накладки изготовлены из специально подобранной серебросодержащей металлокерамической композиции, которая обеспечивает высокую дугостойкость и износостойкость контактов.

Исключение возможности механического удержания контактов в замкнутом состоянии при возникновении аварийного режима обеспечивает механизм свободного расцепления, состоящий из системы «ломающихся» рычагов и пружин.

На короткие замыкания реагирует электромагнитный расцепитель, состоящий из обмотки 13 и якоря 14, на котором закреплен шток 19. При аварийных токах, превосходящих ток уставки, электромагнитная сила, втягивающая якорь в отверстие обмотки, становится больше усилия сжатия пружины 16, якорь втягивается в отверстие обмотки и шток, воздействуя на рейку 20 механизма свободного расцепления, проворачивает ее, в результате чего выключатель срабатывает, вызывая размыкание главных и свободных контактов выключателя.

Благодаря электродинамической петле 4, опорные точки дуги, возникающей между контактами, быстро перемещаются по дугогасительным рогам 7 и 10, в результате дуга, попадая в камеру, состоящую из ряда стальных пластин 8, гаснет.

Защиту от токов перегрузки обеспечивает биметаллический расцепитель 21, с регулятором, рычаг которого установлен на механизме выключателя. Регулятор позволяет уменьшать уставку во всех полюсах до 70% от ее номинального значения.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство автоматического выключателя АП 50
2. Перечислите основные характеристики автоматов

3. Чем обеспечивается защита от перегрузки в автоматах АП 50

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 19

Тема: Изучение конструкции автоматических выключателей нового поколения серии ВА

Цель: Изучить устройство автоматических выключателей серии ВА

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Автоматические выключатели являются наиболее совершенными аппаратами защиты, надежными, срабатывающими при перегрузках и к.з. в защищаемой линии. Чувствительными элементами автоматов являются расцепители: тепловые, электромагнитные и полупроводниковые.

Тепловые срабатывают при перегрузках, электромагнитные – при к.з., полупроводниковые – при перегрузках и при к.з.

Наиболее современные автоматические выключатели «ВА», предназначенные для замены устаревших АЗ7, АЕ, АВМ и «Электрон».

Они имеют уменьшенные габариты, совершенные узлы и элементы.

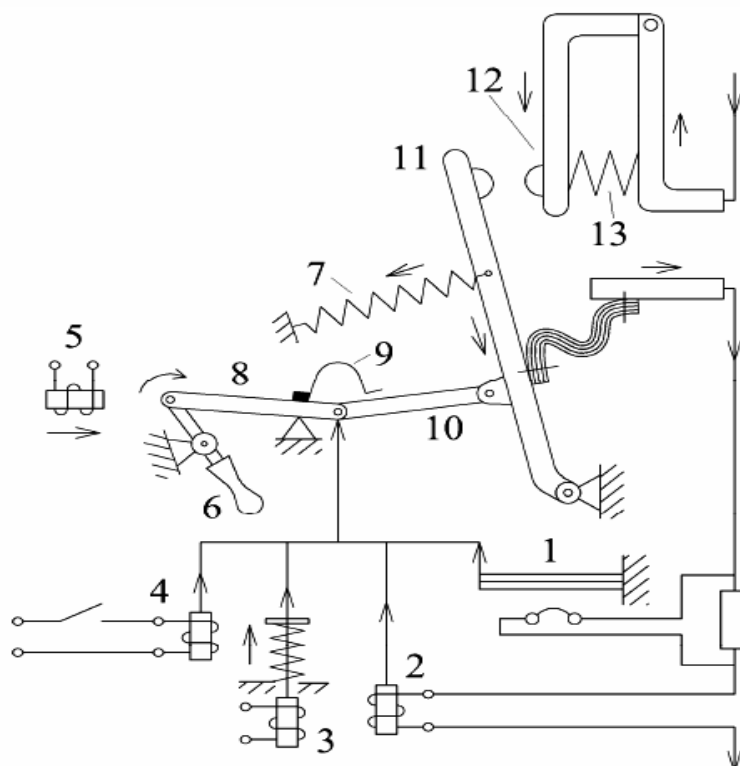
Работают в сетях постоянного и переменного тока, применяются в комплектных распределительных устройствах в виде различных комбинаций.

Расцепитель – электрическое устройство, воздействующее на механизм отключения автомата при действии тока срабатывания

Рассмотрим принцип действия различных расцепителей

Кинематическая схема автоматического выключателя:

1 – тепловой расцепитель; 2 – электромагнитный расцепитель; 3 – минимальный расцепитель; 4 – независимый расцепитель; 5 – электромагнитный привод; 6 – рукоятка управления; 7 – пружина, ускоряющая отключение; 8, 9, 10 – механизм свободного расцепления; 11 – подвижный контакт; 12 – неподвижный контакт; 13 – контактная пружина.



Расцепитель тепловой ТР состоит из биметаллической пластины, связанной с толкателем, нагревательного элемента, нагревательного элемента ЕК и шунта RS. Принцип действия, как и РТ магнитных пускателей, основан на изгибании биметаллической пластины за счет тепла от нагревательного элемента, получающего питание с шунта. Ток срабатывания РТ можно регулировать.

Расцепитель максимального тока состоит из катушки с сердечником, связанным с толкателем.

Принцип действия основан на создании механического усилия при прохождении тока к.з.

Электромагнитный расцепитель (ЭМР) срабатывает мгновенно или с выдержкой времени (при наличии механизма выдержки времени, зависимой или независимой от тока).

Расцепитель минимального напряжения (нулевой) срабатывает при снижении напряжения в сети ниже $(0,3 - 0,5)U_{ном}$. Применяются для предотвращения самозапуска электродвигателей при восстановлении напряжения.

Расцепитель независимый срабатывает при нажатии кнопки SBC. Применяется для дистанционного отключения.

Номинальный ток автомата $I_{н.А}$ – это наибольший длительный ток, протекающий по главным контактам и не вызывающим перегрева.

Номинальное напряжение автомата $U_{н.А}$ – это наибольшее рабочее напряжение, которое приводит к пробое изоляции в течении всего срока службы.

Отключающая способность автомата $I_{откл.А}$ – это наибольший ток к.з., проходящий через автомат, вызывающий его отключение без повреждений.

Отсечка – I_o – это уставка тока электромагнитного расцепителя на мгновенное срабатывание.

Номинальный ток расцепителя $I_{н.р}$ – это наибольший длительный ток, протекающий по расцепителю и не вызывающий его срабатывания

Уставка срабатывания в зоне перегрузки $I_{у.п}$ – это наименьший ток, протекающий по тепловому расцепителю, приводящий к его срабатыванию по перегрузке.

Уставка срабатывания в зоне к.з. $I_{у.к.з.}$ – это наименьший ток, протекающий по электромагнитному расцепителю, приводящий к его срабатыванию по к.з.

Автоматические выключатели ВА

Выключатели ВА серии 51, 52, 53, 55 предназначены для отключений при к.з. и перегрузках в электрических сетях, отключений при недопустимых снижениях напряжения, а также для нечастых оперативных включений и отключений электрических цепей.

Выключатели ВА серии 51 и 52 имеют тепловой ТР и электромагнитный ЭМР расцепители, имеют среднюю коммутационную способность, ВА 52 – повышенную, ВА 51Г и ВА 52Г – повышенную и предназначены для защиты асинхронного двигателя с к.з. ротором, работающих в режиме пуск и отключение.

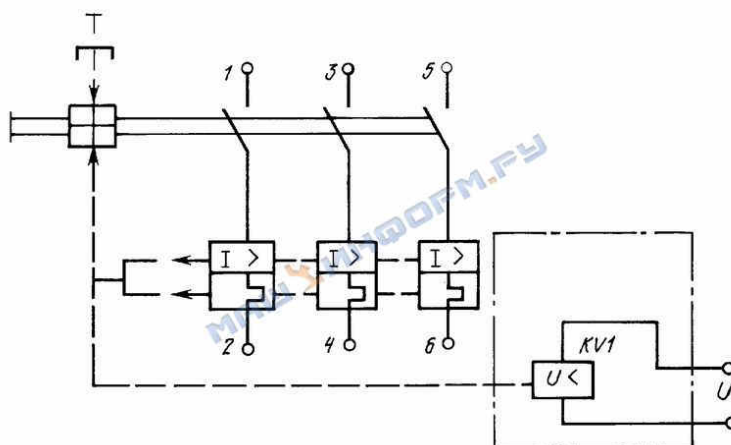


Рисунок1 Принципиальная электросхема ВА 51 и ВА 52

Имеют 2 и 3 – полюсное исполнение на напряжение до 660В переменного и 440В постоянного тока.

ВА 51-31-1 применяются только для осветительных установок и имеют однополюсное исполнение.

Выключатели ВА серии 53, 55, 75 имеют полупроводниковый максимальный расцепитель с регулированием ступеней:

Например:

- при $I_{н.А}=160$ А можно установить номинальный ток расцепителя $I_{н.р.}=100, 125, 160$ А;
- уставки срабатывания в зоне к.з. для переменного тока (2, 3, 5, 7, 10)· $I_{н.р.}$;
- уставки времени срабатывания 4, 8, 16 с

Таблица 1 Технические данные некоторых выключателей серии ВА

Тип	И н.А.	И н.р.	И откл. кА
ВА 51-25	25	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25	2 2,5 3,8
ВА 52-35	250	80. 100, 125 160, 200, 250	30
ВА 53-37	160 250 400	Регулируется ступенями 0,63-0,8-1,0 от И н.р.	20
ВА 55-43	1600	Регулируется ступенями 0,63-0,8-1,0 от И н.р.	31
ВА 75-47	4000	Регулируется ступенями 0,63-0,8-1,0 от И н.р.	45

Таблица 2 Характеристика по исполнению ВА

И н.А.	Исполнение	Отклонение напряжения	Расцепители основные	Расцепители устанавливаются по заказу
До 100	Стационарное	(0,85 – 1,1) от Ун.А	Тепловой и электромагнитный ВА 51 и ВА 52	независимый
160, 250	Стационарное и втычное	(0,85 – 1,1) от Ун.А	Полупроводниковый ВА 53	Минимального напряжения U откл (0,7-035) Ун.А
400-1600	Стационарное и выдвижное	(0,85 – 1,1) от Ун.А	Полупроводниковый ВА 55 и ВА 75	
ВА 75 45 (2500)	Только выдвижное	(0,85 – 1,1) от Ун.А	Полупроводниковый ВА 55 и ВА 75	
ВА 75 47 (4000)	Только стационарное		Без расцепителей ВА 56	

ВА выдвижного исполнения поставляют на тележках со всеми элементами, необходимыми для монтажа в комплектных РУ, в том числе с втычными контактами главных и вспомогательных цепей.

Условное обозначение ВА 51-31-1:

ВА – выключатель автоматический

51, 52 – серия с ТР и ЭМР

53, 55, 75 – с ПМР

56 – без МР

31 – обозначение ном.тока выключателя И н.А.

25-25А; 29-63А; 31-100А; 33-160А; 35-250А; 37-400А; 39-630А; 41-1000А; 43-1600А; 45-2500А; 47-4000А.

1- обозначение количества полюсов

1-один; 2-два; 3-три.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство выключателя ВА серии 51

2. Перечислите основные характеристики автоматов

3. Чем обеспечивается защита от перегрузки в выключателях ВА серии 51

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 20

Тема: Бесконтактные коммутационные устройства.

Цель: Изучить назначение, принцип работы и область применения бесконтактных коммутационных устройств.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Бесконтактными электрическими аппаратами называют устройства, предназначенные для включения и отключения (коммутации) электрических цепей без физического разрыва самой цепи. Основой для построения бесконтактных аппаратов служат различные элементы с нелинейным электрическим сопротивлением, величина которого изменяется в достаточно широких пределах, в настоящее время это - тиристоры и транзисторы, раньше использовались магнитные усилители.

Достоинства и недостатки бесконтактных аппаратов по сравнению с обычными пускателями и контакторами.

По сравнению с контактными аппаратами бесконтактные имеют преимущества:

- а) не образуется электрическая дуга, оказывающая разрушительное воздействие на детали аппарата; время срабатывания может достигать небольших величин, поэтому они допускают большую частоту срабатываний (сотни тысяч срабатываний в час),
- б) не изнашиваются механически,

В то же время, у бесконтактных аппаратов есть и недостатки:

- а) они не обеспечивают гальваническую развязку в цепи и не создают видимого разрыва в ней, что важно с точки зрения техники безопасности;
- б) глубина коммутации на несколько порядков меньше контактных аппаратов,
- в) габариты, вес и стоимость на сопоставимые технические параметры выше.

Бесконтактные аппараты, построенные на полупроводниковых элементах, весьма чувствительны к перенапряжениям и сверхтокам. Чем больше номинальный ток элемента, тем ниже обратное напряжение, которое способен выдержать этот элемент в непроводящем состоянии. Для элементов, рассчитанных на токи в сотни ампер, это напряжение измеряется несколькими сотнями вольт.

Возможности контактных аппаратов в этом отношении неограниченны: воздушный промежуток между контактами протяженностью 1 см способен выдержать напряжение до 30 000 В. Полупроводниковые элементы допускают лишь кратковременную перегрузку током: в течение десятых долей секунды по ним может протекать ток порядка десятикратного по отношению к номинальному. Контактные аппараты способны выдерживать стократные перегрузки током в течение указанных отрезков времени.

Падение напряжения на полупроводниковом элементе в проводящем состоянии при номинальном токе примерно в 50 раз больше, чем в обычных контактах. Это определяет большие тепловые потери в полупроводниковом элементе в режиме длительного тока и необходимость в специальных охлаждающих устройствах.

Все это говорит о том, что вопрос о выборе контактного или бесконтактного аппарата определяется заданными условиями работы. При небольших коммутируемых токах и невысоких напряжениях использование бесконтактных аппаратов может оказаться более, целесообразным, чем контактных.

Бесконтактные аппараты нельзя заменить контактными в условиях большой частоты срабатываний и большого быстродействия.



Рисунок 1 Общий вид бесконтактного пускателя

Безусловно, бесконтактные аппараты даже при больших токах предпочтительны, когда требуется обеспечить усилительный режим управления цепью. Но в настоящее время контактные аппараты имеют определенные преимущества перед бесконтактными, если при относительно больших токах и напряжениях требуется обеспечивать коммутационный режим, т. е. простое отключение и включение цепей с током при небольшой частоте срабатываний аппарата.

Существенным недостатком элементов электромагнитной аппаратуры, коммутирующих электрические цепи, является низкая надежность контактов. Коммутация больших значений тока связана с возникновением электрической дуги между контактами в момент размыкания, которая вызывает их нагрев, оплавление и, как следствие, выход аппарата из строя.

В установках с частым включением и отключением силовых цепей ненадежная работа контактов коммутирующих аппаратов отрицательно сказывается на

работоспособности и производительности всей установки. Бесконтактные электрические коммутирующие аппараты лишены указанных недостатков.

Тиристорный однополюсный контактор

Схема тиристорного однополюсного контактора представлена на рисунке 2. Для включения контактора и подачи напряжения на нагрузку должны замкнуться контакты K в цепи управления тиристоров $VS1$ и $VS2$. Если в этот момент на зажиме 1 положительный потенциал (положительная полуволна синусоиды переменного тока), то на управляющий электрод тиристора $VS1$ будет подано через резистор $R1$ и диод $VD1$ положительное напряжение. Тиристор $VS1$ откроется, и через нагрузку R_n пойдет ток. При смене полярности напряжения сети откроется тиристор $VS2$, таким образом, нагрузка будет подключена к сети переменного тока. При отключении контактами K размыкаются цепи управляющих электродов, тиристоры закрываются и нагрузка отключается от сети.

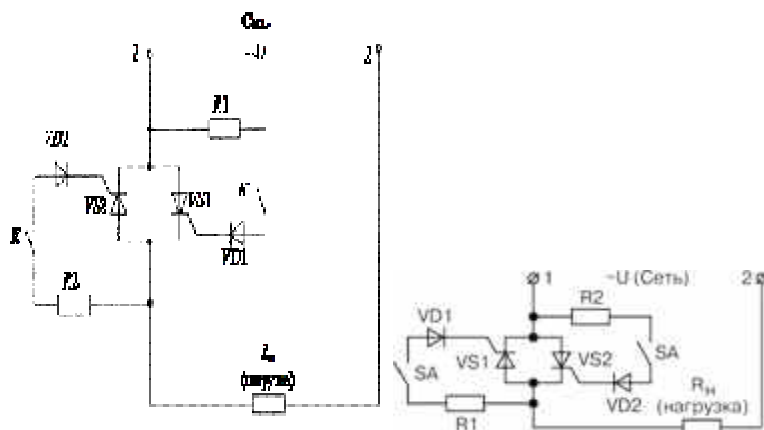


Рисунок 2 Электрическая схема однополюсного контактора

Бесконтактные тиристорные пускатели

Для включения, отключения, реверсирования в схемах управления асинхронными электродвигателями разработаны тиристорные трехполюсные пускатели серии ПТ. Пускатель трехполюсного исполнения в схеме имеет шесть тиристоров $VS1, \dots, VS6$, включенных по два тиристора на каждый полюс. Включение пускателя осуществляется посредством кнопок управления $SB1$ «Пуск» и $SB2$ «Стоп».

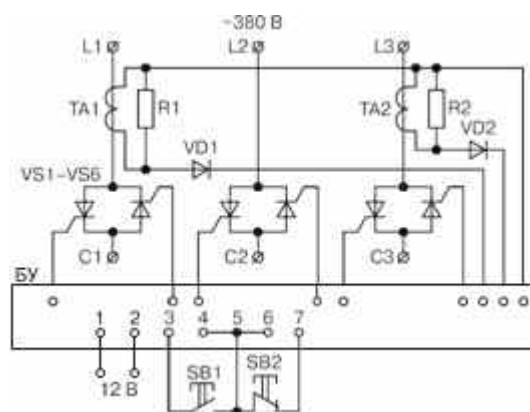


Рисунок 3 Бесконтактный трехполюсный пускатель на тиристорах серии ПТ

Схема тиристорного пускателя (рисунок 3) предусматривает защиту электродвигателя от перегрузки, для этого в силовую часть схемы установлены трансформаторы тока $TA1$ и $TA2$, вторичные обмотки которых включены в блок управления тиристорами.

Контрольные вопросы

1. Что называют бесконтактным коммутационным аппаратом?
2. Перечислите достоинства и недостатки бесконтактных аппаратов по сравнению с обычными пускателями и контакторами.
3. Что определяет большие тепловые потери в полупроводниковом элементе в режиме длительного тока?

Лабораторная работа №1

Тема: Тяговые устройства котельного агрегата

Цель: Сформировать практические навыки.

Оснащение: методические указания, литература Быстрицкий Г.Ф. ЛУ02 стр. 222-225

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Для того, чтобы в топке котельного агрегата могло происходить горение топлива, в нее необходимо подавать воздух. Для удаления же из топки газообразных продуктов сгорания и обеспечения их прохождения через всю систему поверхностей нагрева котельного агрегата должна быть создана тяга.

В настоящее время различают четыре схемы подачи воздуха и отвода продуктов сгорания в котельных установках, а именно:

- а) с естественной тягой, создаваемой дымососом, и засасыванием воздуха в топку в результате разрежения в ней, создаваемого тягой трубы;
- б) с искусственной тягой, создаваемой дымососом, и засасыванием воздуха в топку в результате разрежения, создаваемого дымососом;
- в) с искусственной тягой, создаваемой дымососом, и принудительной подачей воздуха в топку дутьевым вентилятором;
- г) с наддувом, при котором вся котельная установка герметизируется и становится под некоторое, создаваемое дутьевым вентилятором избыточное давление, которого хватает на преодоление всех сопротивлений воздушного и газового трактов, что снимает необходимость установки дымососа.

Дымовая труба во всех случаях искусственной тяги или работы под наддувом сохраняется, но при этом основное назначение трубы становится вывод дымовых газов в более высокие слои атмосферы для улучшения условий рассеивания их в пространстве.

Вопросы и задания:

- 1) Перечислите четыре схемы подачи воздуха и продуктов сгорания в котельных установках.
- 2) Назовите принцип действия дымовой трубы.
- 3) Зарисуйте схему работы центробежного вентилятора.

Лабораторная работа №2

Тема: Энергетические котельные агрегаты.

Цель: Изучение Энергетических котельных агрегатов.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Котельные агрегаты паропроизводительностью от 50 до 220т/ч на давление 3,92...13,7 МПа выполняют только в виде барабанных, работающих с естественной циркуляцией воды. Агрегаты паропроизводительностью от 250 до 640т/ч на давление 13,7 МПа выполняют и в виде барабанных, и прямоточных, а котельные агрегаты паропроизводительностью от 950т/ч и более на давление 25 МПа только в виде прямоточных, так как при сверхкритическом давлении естественную циркуляцию осуществить нельзя....

Типичный котельный агрегат паропроизводительностью от 50 до 220т/ч на давление пара 3,97...13,7Мпа при температуре 440...570°С характеризуется компоновкой его элементов в виде буквы П, в результате образуются два хода дымовых газов....

Котельные агрегаты паропроизводительностью 950,1600 и 2500т/ч на давление пара 25Мпа предназначаются для работы в блоке с турбинами мощностью 300,500 и 800 МВт.

Компоновка котельных агрегатов названной паропроизводительности П-образная с воздухоподогревателем вынесена за пределы основной части агрегата. Перегрев пара двойной. Давление его после первичного перегревателя составляет 25МПа, температура 565°С; после вторичного – 4Мпа и 570 °С соответственно.

Вопросы и задания:

- 1) Опишите устройство котельного агрегата.

- 2) Чем отличаются котельные агрегаты большой мощности?
- 3) Назовите мощности котельных агрегатов.
- 4) Какой перегрев пара в П-образном котле?

Лабораторная работа №3

Тема: Паровые турбины ТЭС. Преобразование энергии в соплах и на рабочих лопатках.

Цель: Изучение Паровые турбины ТЭС.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Паровые турбины представляют собой основной тип тепловых машин (двигателей), служащих для привода электрических генераторов современных тепловых электростанций.

По сравнению с другими типами тепловых двигателей, паровые двигатели имеют ряд преимуществ: постоянная частота вращения, одинаковой с частотой вращения электрогенератора, экономичность работы и большая концентрация единичных мощностей в одном агрегате.

Принцип действия паровой турбины заключается в преобразовании тепловой энергии пара, поступающего из парогенератора в кинетическую энергию потока пара, который воздействуя на рабочее колесо турбины, приводит его во вращение, отдавая при этом часть своей энергии.

Схема работы пара в турбине показаны на рисунке 8.1....

По направлению потока пара различают *осевые* турбины, в которых поток направлен вдоль оси ротора и *радиальные*, в которых поток направлен от центра к периферии ротора.

В конструкции турбины выделяют два основных элемента: сопловые каналы и рабочие колеса с лопатками, образующие рабочие решетки....

Если преобразование потенциальной энергии пара в кинетическую происходит только в сопловых решетках, то такой принцип работы пара в турбине называется активным....

Сопла в паровой турбине представляет собой канал с сечением, близким к прямоугольному. В паровых турбинах применяют как расширяющиеся, так и сужающиеся сопла в зависимости от перепада давления....

Вопросы и задания:

- 1) Для чего служат паровые турбины?
- 2) Перечислите преимущества паровых турбин.
- 3) Принцип действия паровой турбины.
- 4) Как различаются паровые турбины по направлению потока пара?
- 5) Опишите преобразование энергии пара в соплах турбины.

Лабораторная работа №4

Тема: Классификация и основные конструкции паровых турбин.

Цель: Изучение. классификация и основные конструкции паровых турбин.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

По назначению турбины подразделяются на: чисто конденсационные с противодавлением; конденсационные с отбором пара; конденсационные с отбором пара и противодавлением чистого пара....

Каждая турбина обозначается шифром, состоящим из трех частей: первая из них - буквенная, остальные – цифровые....

В качестве характерного примера конструкции паровой турбины на рисунке 8.8

Пар с начальными параметрами 9 МПа и 535°C подводится по паровпускной трубе к расположенной на корпусе турбины в паровой коробке 3, в которой размещены регулирующие клапаны 4....

В местах, где вал проходит через расположенные между рабочими дисками перегородки – диафрагмы, установлены промежуточные уплотнения, препятствующие протечкам пара из одной ступени в другую в обход сопловых решеток.

На переднем конце вала турбины расположен предельный скоростной регулятор, который служит для предотвращения повышения частоты вращения вала турбины более чем на 10-12% сверх номинальной.

Масляный насос предназначен для подачи масла в систему смазки подшипника турбогенератора привода механизма системы автоматического регулирования турбины и управления им.

Вопросы и задания:

- 1) Перечислите классификацию паровых турбин.
- 2) Сделайте расшифровку наименования данной турбины.

- 3) Опишите по рисунку 8.8 конструкцию паровой турбины.
- 4) Для чего предназначен масляный насос?

Лабораторная работа №5

Тема: Системы теплоснабжения.

Цель: Изучение системы теплоснабжения.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Основное назначение любой системы теплоснабжения состоит в обеспечении потребителей необходимым количеством теплоты заданных параметров.

В зависимости от размещения источников теплоты по отношению к потребителям системы теплоснабжения подразделяются на *децентрализованные* и *централизованные*.

В *децентрализованных* системах источник теплоты и теплоприемники потребителей совмещены в одном агрегате и размещены столь близко, что передача теплоты от источника до теплоприемников может производиться без промежуточного звена – тепловой сети.

В системах *централизованного* теплоснабжения источник теплоты и теплоприемники потребителей размещены отдельно, часто на значительном расстоянии, поэтому передача теплоты от источника до потребителей производится по тепловым сетям....

Комплекс установок предназначен для подготовки, передачи использования теплоносителя составляет *систему централизованного теплоснабжения*.

Для передачи теплоты на большие расстояния применяются два теплоносителя: вода и водяной пар. Как правило, для удовлетворения сезонной нагрузки и нагрузки горячего водоснабжения в качестве теплоносителя используется вода, для промышленной технологической нагрузки – пар...

Преимущества воды....

Преимущества пара....

Вопросы и задания:

- 1) В чем заключается основное назначение системы теплоснабжения.
- 2) Подразделение систем теплоснабжения.
- 3) Какие теплоносители применяются для теплоснабжения?

- 4) Назовите преимущества и недостатки воды.
- 5) Назовите преимущества и недостатки пара.

Лабораторная работа №6

ТЕМА: Требования к распределительным устройствам.

Цель: Изучение требований к распределительным устройствам.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Требования к распределительным устройствам и задачи их обслуживания

Требования к распределительным устройствам. Распределительные устройства станций и подстанций представляют собой комплексы сооружений и оборудования, предназначенные для приема и распределения электрической энергии. Они бывают открытыми и закрытыми.

Широкое распространение получили комплексные распределительные устройства (КРУ) для установки внутри помещений (рис. 10.1) и наружные (КРУН) — непосредственно на открытом воздухе (рис. 10.2).

Их изготавливают в стационарном или выкатном исполнениях и поставляют в собранном или полностью подготовленном к сборке виде.

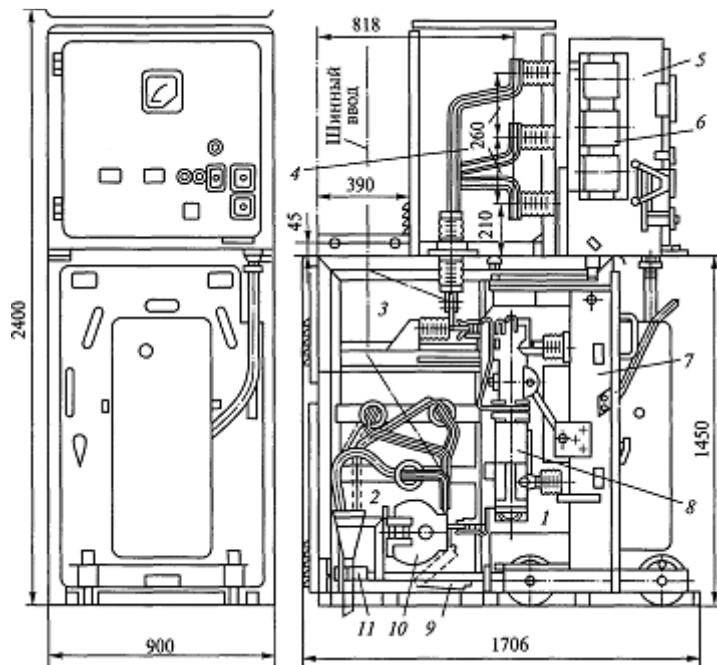


Рис. 10.1. Шкаф серии К-ХП с выключателем ВМЦ-10:

/ — отсек выкатной тележки; 2 — отсек трансформаторов тока и кабельного ввода; 3 — отсек верхних (шинных) разъединяющих контактов; 4 — отсек сборных шин; 5 — приборный шкаф; 6 — релейный отсек; 7 — тележка; 8 — выключатель ВМЦ-10 с приводом ПЭ-11; 9 — заземляющий разъединитель; 10 — трансформатор тока; 11 — трансформатор тока нулевой последовательности

1 Распределительные устройства напряжением 6...35 кВ состоят из первичных устройств напряжением 6...35 кВ и вторичных устройств напряжением до 1 кВ. К последним относятся электроцепи постоянного и переменного напряжения и устройства, питающие их.

Задачи обслуживания РУ:

обеспечение соответствия режимов работы РУ и отдельных электрических цепей техническим характеристикам установленного оборудования;

поддержание в каждый период времени такой схемы РУ и подстанций, чтобы они в наибольшей степени отвечали требованиям надежной работы энергосистемы и безотказной селективной работы устройств релейной защиты и автоматики;

систематический надзор и уход за оборудованием и помещениями РУ, устранение в кратчайший срок выявленных неисправностей и дефектов, так как развитие их может повлечь за собой отказы в работе и аварии; контроль за своевременным проведением профилактических испытаний и ремонта оборудования;

соблюдение установленного порядка и последовательности выполнения переключений в РУ.

Модернизация РУ. С ростом потребителей пропускная способность ранее установленного оборудования часто оказывается недостаточной. Проверка соответствия параметров оборудования изменяющимся условиям работы в энергосистемах выполняется систематически путем контроля наибольших нагрузок потребителей и сопоставления их с номинальными данными оборудования, а также путем расчета токов КЗ при включениях нового оборудования (турбо- и

гидрогенераторов, трансформаторов) и изменениях схем электрических соединений. В случае выявления несоответствий производится модернизация оборудования или его полная замена, а также секционирование электрической сети, ввод в работу автоматических устройств деления сети для ограничения токов КЗ и т.д.

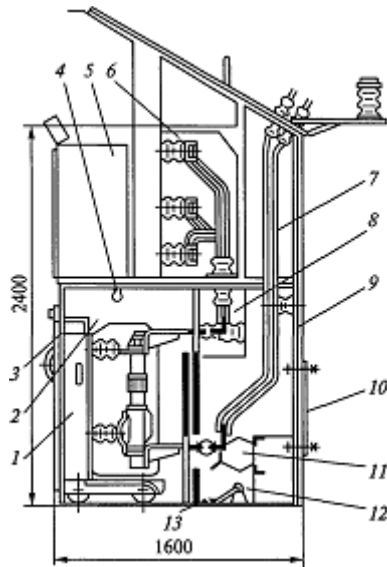


Рис. 10.2. Шкаф КРУН серии

К-37:

1 — выдвижной элемент; 2 — отсек выдвижного элемента (выключателя); 3 — корпус; 4 — лампа накаливания; 5 — релейный шкаф; 6 — отсек сборных шин; 7 — шинный ввод; 8 — отсек шинных разъединяющих контактов; 9 — съемная задняя стенка; 10 — дверца; 11 — трансформатор тока; 12 — отсек линейных разъединяющих контактов; 13 — стационарный заземлитель

Задание: Описать из чего состоит КРУ, и начертить схему КРУ.

Контрольные вопросы.

- 1) Назначение РУ?
- 2) Какие бывают РУ?
- 3) Чем они отличаются?
- 4) Что такое КРУЭ?
- 5) Какие требования к ним предъявляются?

Лабораторная работа №7

Тема: Обслуживание шин.

Цель: Изучение способа Обслуживания шин.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Шины. Электрическое оборудование соединяется между собой для совместной работы системами проводников — шинами и шинопроводами. По экономическим соображениям, как правило, применяют шины из алюминия и его сплавов. Медные шины в последнее время находят применение в установках с большими токами и в специальных установках.

По форме поперечного сечения шины могут быть прямоугольными (плоские полосы), трубчатыми (квадратного и круглого сечения). Применяются также шины корытного профиля, которые по своим свойствам близки к трубчатым шинам.

Соединения и ответвления шин из алюминия и алюминиевого сплава выполняют сваркой (неразборные соединения) или болтами (разборные соединения). При этом для болтовых соединений алюминиевых шин используют средства стабилизации сопротивления (например, тарельчатые пружины).

Для открытых РУ напряжением 35 кВ и выше шины изготавливают из гибкого провода или жестких труб. Гибкая ошиновка крепится к гирляндам подвесных изоляторов.

Неизолированные алюминиевые провода изготавливают сечением 16...600 мм², а неизолированные сталеалюминиевые, в конструкции которых предусмотрен сердечник из стальных проволок, — сечением 10/1,8...800/105 мм² (в числителе указано сечение алюминиевых проволок, в знаменателе — диаметр сердечника из стальных проволок). Соединения на неизолированных проводах и ответвлениях от них выполняют обжатием, опрессованием, с помощью петлевых или ответвительных болтовых зажимов, пропанокислородной сваркой, а оконцевания этих проводов — аппаратными зажимами, соединяемыми с проводами опрессованием, болтами или сваркой. В аппаратных зажимах используют переходные медные пластины, обеспечивающие контактное соединение зажимов с медными выводами электротехнических устройств. При соединении алюминиевых проводов, оконцованных аппаратными зажимами, с медными выводами электротехнических устройств применяют также медно-алюминиевые переходные пластины или пластины из алюминиевого сплава. Сечение шин выбирают по экономической плотности тока и проверяют по длительно допустимому току нагрузки, при протекании которого шины не должны нагреваться выше 70 °С при температуре окружающего воздуха 25 °С. Шины проверяют на термическую и электродинамическую стойкость при токах КЗ, а при напряжении 110 кВ и выше — на коронирование. Гибкие шины на электродинамическую стойкость не проверяют. Основной задачей обслуживания шин является контроль за исправностью их контактных соединений (методы контроля изложены во второй главе) и состоянием изоляции. Опорные фарфоровые одноэлементные изоляторы внутренней и наружной установки испытывают повышенным напряжением промышленной частоты (продолжительность испытаний 1 мин):

Номинальное напряжение изолятора, кВ..... 3 6 10 20 30

Испытательное напряжение изолятора, кВ.....25 32 42 68 100

Опорно-стержневые изоляторы напряжением 35 кВ и выше в эксплуатации не подвергаются электрическим испытаниям. Состояние подвесных изоляторов в РУ контролируют штангой с переменным искровым промежутком. Токопроводы на электростанциях соединения выводов генераторов с блочными повышающими трансформаторами выполняются открытыми шинными мостами или комплектными токопроводами заводского изготовления. По сравнению с открытыми шинами токопроводы обладают рядом эксплуатационных преимуществ: токоведущие части и изоляторы предохраняются от пыли и атмосферных осадков, исключается возможность возникновения междуфазных КЗ на генераторном напряжении, обеспечивается безопасность обслуживания.

Контрольные вопросы и задания:

- 1) Как проверяются показатели, характеризующие исправное состояние оборудования?
- 2) Какое место самое уязвимое для дефектов в шинах?
- 3) Чем измеряется падение напряжения на контактах?
- 4) Чем измеряется падение сопротивления на контактах?

Лабораторная работа №8

Тема: Структура оперативно диспетчерского управления Задачи и функции диспетчерского управления.

Цель: Изучение задач и функции диспетчерского управления.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

1.1. В каждом АО-энерго (энергосистеме), объединенной энергосистеме (ОЭС), Единой энергосистеме (ЕЭС России) должно быть организовано круглосуточное диспетчерское управление согласованной работой электростанций, электрических и тепловых сетей, задачами которого являются: разработка и ведение режимов работы электростанций, сетей и энергосистем, обеспечивающих заданные условия энергоснабжения потребителей

планирование и подготовка ремонтных работ

обеспечение устойчивости энергосистем;

выполнение требований к качеству электрической энергии и тепла;

обеспечение экономичности работы энергосистем и рационального использования энергоресурсов при соблюдении режимов потребления;

предотвращение и ликвидация технологических нарушений при производстве, преобразовании, передаче и распределении электрической энергии и тепла.

1.2. На каждом энергообъекте (электростанции, электрической сети, тепловой сети) должно быть организовано круглосуточное оперативное управление оборудованием, задачами которого являются:

- ведение требуемого режима работы;
- производство переключений, пусков и остановов;
- локализация аварий и восстановление режима работы;
- подготовка к производству ремонтных работ.

1.3. Оперативно-диспетчерское управление должно быть организовано по иерархической структуре, предусматривающей распределение функций оперативного контроля и управления между отдельными уровнями, а также подчиненность, нижестоящих уровней управления вышестоящим.

- 1.4. Функции диспетчерского управления должны выполнять:
- в ЕЭС центральное диспетчерское управление (ЦДУ ЕЭС России);
 - в ОЭС объединенное диспетчерское управление (ОДУ);
 - в энергосистеме центральная диспетчерская служба (ЦДС);
 - в электрической сети оперативно-диспетчерская служба этой сети;
 - в тепловой сети диспетчерская служба этой сети.

1.5. Для каждого диспетчерского уровня должны быть установлены две категории управления оборудованием и сооружениями оперативное управление и оперативное ведение.

1.6. В оперативном управлении диспетчера должны находиться оборудование, теплопроводы, линии электропередачи, устройства релейной защиты, аппаратура систем противоаварийной и режимной автоматики, средства диспетчерского и технологического управления, операции с которыми требуют координации действий подчиненного оперативно-диспетчерского персонала и согласованных изменений на нескольких объектах разного оперативного подчинения.

Операции с указанным оборудованием и устройствами должны производиться под руководством диспетчера.

1.7. В оперативном ведении диспетчера должны находиться оборудование, теплопроводы, линии электропередачи, устройства релейной защиты, аппаратура систем противоаварийной и режимной автоматики, средства диспетчерского и технологического управления, оперативно-информационные комплексы, состояние и режим которых влияют на располагаемую мощность и резерв электростанций и энергосистемы в целом, режим и надежность сетей, а также настройку противоаварийной автоматики.

Операции с указанным оборудованием и устройствами должны производиться с разрешения диспетчера.

1.8. Все линии электропередачи, теплопроводы, оборудование и устройства электростанций и сетей должны быть распределены по уровням диспетчерского управления.

Перечни линий электропередачи, теплопроводов, оборудования и устройств, находящихся в оперативном управлении или оперативном ведении диспетчеров энергообъектов или АО-энерго, должны быть составлены решением вышестоящего органа оперативно-диспетчерского управления и утверждены техническим руководителем этого энергообъекта или АО-энерго.

1.9. Взаимоотношения персонала различных уровней оперативно-диспетчерского управления должны быть регламентированы соответствующими типовыми положениями и договорами на участие собственников энергообъектов в параллельной работе с ЕЭС России. Уклонение от заключения договоров не допускается. Спорные вопросы, возникающие при заключении договоров, должны решаться в соответствии с законодательством Российской Федерации.

1.10. Оперативно-диспетчерское управление должно осуществляться с диспетчерских пунктов и щитов управления, оборудованных средствами диспетчерского и технологического управления и системами контроля, а также укомплектованных оперативными схемами.

1.11. В каждом АО-энерго должны быть разработаны инструкции по оперативно-диспетчерскому управлению, ведению оперативных переговоров и записей, производству переключений и ликвидации аварийных режимов с учетом специфики и структурных особенностей энергосистемы.

Все оперативные переговоры, оперативно-диспетчерская документация на всех уровнях диспетчерского управления должны вестись с применением единой общепринятой терминологии, типовых распоряжений, сообщений и записей.

Контрольные вопросы и задание:

1. Нарисовать структуру ОДУ
2. Контрольные вопросы для формулировки вывода
3. Описать структуру ОДУ?
4. Назвать функции ОДУ?

Лабораторная работа №9

Тема: Защита оборудования ПС от перенапряжения.

Цель: формирование умений и знаний по защите оборудования ПС от перенапряжения.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

В процессе эксплуатации оборудование подстанций (ПС) подвергается воздействию рабочего напряжения, а также различных видов перенапряжений. В случае возможности превышения допустимой величины и длительности какого-либо из воздействий на оборудование необходимо принять меры по их ограничению. К таким мерам относятся:

установка на ПС специальных защитных аппаратов (ЗА) – вентильных разрядников (РВ) и нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН). Указанные аппараты предназначены для защиты оборудования ПС от грозových и коммутационных перенапряжений, но не от квазистационарных (феррорезонансные перенапряжения, резонансное смещение нейтрали);

схемно-режимные мероприятия, направленные на снижение тех видов перенапряжений, для ограничения которых ОПН и РВ не предназначены и которые могут привести к повреждению оборудования ПС (в том числе и самих ЗА).

При построении (или модернизации уже существующих) схем защиты оборудования ПС от перенапряжений с помощью ОПН и РВ необходимо решать две основные, тесно связанные друг с другом задачи:

выбор количества, мест установки и характеристик ЗА, которые обеспечат надежную защиту основного оборудования ПС;

обеспечение надежной работы самих ЗА.

Необходимо иметь в виду, что вентильные разрядники уже сняты с производства, а используемые в большинстве случаев отслужили свой нормативный срок. Поэтому замена РВ возможна лишь на современные ОПН. И при модернизации существующих схем защиты необходимо решать дополнительную задачу по выбору характеристик ОПН, предназначенных для замены устаревших РВ.

О настройках защитных аппаратов и месте их установки

Как мы уже сказали, защита высоковольтного оборудования ПС от грозовых и коммутационных перенапряжений осуществляется с помощью вентильных разрядников и ограничителей перенапряжений.

Для оборудования сетей номинальным напряжением 110–220 кВ наибольшую опасность представляют грозовые перенапряжения, для оборудования сетей 330–750 кВ – как грозовые, так и коммутационные. Поэтому в сетях 110–220 кВ вольт-секундные характеристики искровых промежутков РВ выбирались так, чтобы разрядники типа РВС, РВМ, РВМГ не срабатывали при воздействии коммутационных перенапряжений; разрядники для сетей 330–750 кВ (типа РВМК) настраивались на срабатывание при воздействии как грозовых, так и коммутационных перенапряжений.

Так как нелинейные элементы ОПН постоянно присоединены к сети, то при использовании ограничителей перенапряжений вместо разрядников защита изоляции электрооборудования, вне зависимости от номинального напряжения сети (110–750 кВ), будет производиться и от грозовых, и от коммутационных перенапряжений.

Защитные аппараты на ПС могут быть установлены:

в цепи трансформатора, автотрансформатора;

у шунтирующего реактора;

на шинах распределительного устройства ПС (например, у шинных измерительных трансформаторов напряжения);

на концах присоединенных к ПС линий.

При защите ПС от перенапряжений одной из требующих решения задач является обеспечение надежности самих защитных аппаратов, т.е. ОПН и РВ. Иными словами, характеристики установленных на подстанциях защитных аппаратов должны быть согласованы с эксплуатационными воздействиями на них. Основными характеристиками защитных РВ и ОПН являются [1]:

наибольшее рабочее напряжение аппарата;

амплитуда импульса тока пропускной способности или удельная энергоемкость аппарата;

характеристика «напряжение–время»;

номинальный разрядный ток грозового импульса;

ток взрывобезопасности.

Превышение значений какого-либо из этих воздействий может стать причиной повреждения аппарата. Даже в случае, если защитный аппарат и не выйдет из строя непосредственно после такого воздействия, его ресурс будет снижен относительно расчетного и соответственно срок службы сократится.

Задание: Начертить схему защиты РУ 10 кВ от грозových перенапряжений.

Контрольные вопросы:

- 1) Описать принцип работы разрядника на ВЛ?
- 2) Опишите принцип работы ОПН?
- 3) Зарисовать ОПН, разрядник.

Лабораторная работа №10

Тема: Заземляющие устройства.

Цель: формирование умений и знаний по заземляющим устройствам.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Защитное заземление представляет собой комплекс устройств, состоящий из заземлителей и заземляющих проводников. С помощью защитного заземления все основания и металлические корпуса электрооборудования соединяют с землей, чтобы получить на них нулевой потенциал, что гарантирует безопасность обслуживающего персонала. Кроме того, его используют, чтобы обеспечить достаточную величину тока короткого замыкания, необходимую для четкой работы релейных и других защит.

Каждый элемент электроустановки, подлежащий заземлению или занулению, должен быть присоединён к заземлителю или защитному зануляющему проводнику посредством отдельного заземляющего или зануляющего проводника. Последовательное соединение заземляющими или зануляющими проводниками нескольких металлически несвязанных элементов установки запрещается.

Присоединение заземляющих проводников к заземлителю и заземляемым конструкциям должно быть выполнено сваркой, а к корпусам аппаратов, машин и опорам ВЛ – сваркой или болтовым соединением.

Работы по сооружению заземляющей системы распределительного устройства складываются из двух основных этапов: монтажа наружного заземляющего контура и монтажа полос (шин) заземления внутри здания.

При устройстве наружного заземляющего контура первоначально размечают и устраивают траншеи согласно заданному чертежу, причем разметку производят электрики, а земляные работы — землекопы.

Расстояние от стен зданий до центра траншеи должно быть не менее 2—2,5 м. глубина ее 0,6—0,7 м.

Одновременно заготавливают электроды-заземлители (если их не доставляют на монтаж в централизованном порядке из мастерской). В качестве электродов служат стальные круглые пруты диаметром 6-10 мм, стальные трубы диаметром от 2 до 2 1/2" и угловая сталь 50x50 мм. Длина электродов 2,5—3 м. Расстояние между отдельными электродами равно 2,5—3 м.

Электроды забивают в землю или с помощью приспособления Мартынова-Бродянского, или электровибратором, или автояμβуром с приставкой для забивания электродов. При отсутствии необходимых механизмов забивку выполняют ручным способом с применением кувалды и направляющих. Как трубы, так и угловую сталь забивают таким образом, чтобы их концы выступали над дном траншеи на 150-200 мм. К выступающим концам электродов приваривают ленточные заземлители.

Задание: Начертите заземляющие устройства подстанции здания.

Контрольные вопросы:

- 1) Для чего применяются заземляющие устройства?
- 2) Метод расчета заземляющего устройства?
- 3) Где применяются заземляющие устройства?

Лабораторная работа №11

ТЕМА: Обслуживание высоковольтных изоляторов.

Цель: Изучение Обслуживания высоковольтных изоляторов.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Изолятор — это электротехническое устройство, предназначенное для электрической изоляции и механического крепления электроустановок или их отдельных частей, находящихся под разными электрическими потенциалами (ГОСТ 27744—88).

Арматура изолятора — часть изолятора, предназначенная для механического крепления к электроустановкам или объектам (ГОСТ 27744—88).

Подвесной изолятор — это линейный изолятор, предназначенный для подвижного крепления токоведущих элементов к несущим конструкциям или объектам (ГОСТ 27744—88).

Опорный изолятор — это изолятор, используемый в качестве жесткой опоры для электротехнического устройства или отдельных его частей (ГОСТ 27744—88).

Стержневой опорный изолятор — это опорный изолятор со сплошным телом в форме цилиндра или усеченного конуса, неподвижно соединенным с арматурой (ГОСТ 27744—88).

Стержневой подвесной изолятор — это подвесной изолятор с телом в форме цилиндра, жестко соединенный с арматурой, расположенной на концах (ГОСТ 27744—88).

На ПС применяются подвесные и опорные изоляторы.

В последние два десятилетия в электроэнергетике осуществляется постепенный переход на полимерную изоляцию, что привело к расширению применения полимерных изоляторов в электроустановках ВН.

Высоковольтные изоляторы, применяемые на ЛЭП, в аппаратах и оборудовании ОРУ, должны без старения выдерживать: многократные температурные колебания в сочетании со знакопеременными механическими нагрузками; длительное ультрафиолетовое облучение солнечной радиации; воздействие электрической дуги без образования электропроводных следов; действие токов утечки по поверхности в увлажненном и загрязненном состоянии (эрозийная стойкость); воздействие неблагоприятных условий окружающей среды; воздействие сильно неравномерного электрического поля; действия и ошибки персонала при монтаже и эксплуатации.

Опыт эксплуатации показал неминуемость старения электротехнического фарфора, электропроводность поверхностного слоя стекла при увлажнении, разрушение стекла вследствие выщелачивания и электролиза, хрупкость этих материалов.

Изолятор состоит из изолирующей части, изготовленной из электротехнического фарфора или щелочного стекла, и металлической арматуры, служащей для крепления изолятора к заземленной металлической или железобетонной конструкции и для крепления к изолятору токопроводящих частей. Изолирующие части соединяются с арматурой с помощью цементно-песчаных связей из портланд-цемента.

Несмотря на указанные выше недостатки, фарфоровые изоляторы имеют широкое применение вследствие их высокой электрической и механической прочности, а также стойкости к атмосферным воздействиям.

Достоинствами изоляторов из щелочного стекла являются также высокие электрические и механические характеристики, хорошая стойкость к перепадам температуры и к воздействию химически агрессивных сред. Однако при сильных концентрированных ударах механическая прочность стеклянных изоляторов становится ниже, чем у фарфоровых, так как закаленное стекло рассыпается на мелкие кусочки (например, при ударе камнем). Опорные изоляторы делятся на опорно-стержневые и опорно-штыревые. Опорно-стержневые изоляторы, как правило, применяются для внутренней установки в РУ 6-35 кВ и представляют собой полые фарфоровые изоляторы, армированные фланцами для установки изоляторов и колпачками для крепления токоведущих частей. Опорно-штыревые изоляторы применяются для внутренней и наружной установки. Изоляторы на напряжение 110 кВ и выше собираются в колонки из изоляторов напряжением 35 кВ.

Подвесные изоляторы применяются для подвешивания проводов к опорам ВЛ и шин РУ к металлическим и железобетонным конструкциям ПС. Эти изоляторы разделяются на тарельчатые и стержневые.

Тарельчатый изолятор содержит изолирующий элемент, к которому при помощи цементной связки крепится чугунная, покрытая цинком головка с гнездом для

введения в него стержня другого изолятора при их соединении в гирлянду. Защита изоляторов от разрушения при температурных перепадах обеспечивается применением компенсирующих промазок и эластичных прокладок.

Подвесные изоляторы стержневого типа применяются на ПС в качестве растяжек для крепления воздушных выключателей и РВ. В этих случаях фарфор работает на растяжение, поэтому механическая прочность стержневых изоляторов ниже прочности тарельчатых.

Задание: Нарисовать полимерный высоковольтный изолятор 10 В.

Контрольные вопросы:

- 1) Изоляторы - определение?
- 2) Какие бывают изоляторы?
- 3) Что должны выдерживать высоковольтные изоляторы?

Лабораторная работа № 12

ТЕМА: Комплексные РУ 6-10 кВ.

Цель: формирование умений и знаний по изучению КРУ 6-10 кВ.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Комплектным распределительным устройством называется распределительное устройство, состоящее из полностью или частично закрытых шкафов или блоков с встроенными в них аппаратами, устройствами защиты и автоматики, поставляемое в собранном или полностью подготовленном для сборки виде. Комплектные распределительные устройства на напряжение 6—10 кВ по способу установки в них аппаратов и приборов разделяют на два типа: КСО и КРУ.

В распределительных устройствах с камерами КСО электрооборудование, аппараты и приборы смонтированы стационарно без выдвижных элементов с частичным ограждением, а в устройствах с камерами КРУ — на выкатной тележке с выдвижными элементами, в шкафах, являющихся одновременно их сплошным защитным ограждением. Шкафы КРУ бывают одностороннего (прислонного типа) и двустороннего (свободностоящие с проходами с обеих сторон) обслуживания. Камеры КСО предназначаются только для одностороннего обслуживания и устанавливаются в электротехнических помещениях.

Большие преимущества КРУ привели к почти полному вытеснению РУ старого типа, оборудование которых поставлялось россыпью и собиралось на месте монтажа.

Камеры КРУ и КСО изготавливают на заводах комплектно, в собранном виде, с необходимой аппаратурой и оборудованием. Поэтому сокращаются и упрощаются проектные работы; упрощается сооружение строительной части; значительно уменьшаются трудозатраты, стоимость и длительность сооружения распределительных устройств.

Надежность работы и безопасность эксплуатации электроустановок, составленных из крупных блоков заводского изготовления, значительно выше, чем у установок, собранных из отдельных аппаратов, приборов и оборудования, полученных россыпью и конструктивно не приспособленных для компактного монтажа и взаимной блокировки.

Монтаж КРУ состоит из установки в подготовленном помещении готовых комплектных камер, соединения их между собой в определенных сочетаниях согласно проектным схемам, выполнения внешних подсоединений. Современный монтаж комплектных РУ и подстанций может служить образцом индустриальных методов монтажа.

Выкатная часть у всех однотипных камер одинаковая, что удобно в эксплуатации, поскольку обеспечивает взаимозаменяемость и позволяет, имея запасной выкатной элемент, быстро производить ревизию, профилактические осмотры, а также при необходимости замену электрооборудования (выключателя, трансформатора напряжения, разрядника) в любой камере. Комплектные камеры КРУ и КСО выпускают разных серий и типов, перечень конструкций обширный, поэтому ниже рассматриваются только основные принципы их устройства. Распределительные

устройства КРУ предназначены для приема и распределения электроэнергии между отдельными присоединениями и выполняются в виде шкафов. Шкафы КРУ выпускают в сериях, отличающихся одна от другой габаритами, конструктивными особенностями, типом встраиваемой аппаратуры и ее техническими характеристиками, а также ошиновками и проводками вторичных цепей в пределах каждого шкафа. В шкафы встраивают выключатели высокого напряжения, штепсельные разъединители, трансформаторы тока или напряжения, предохранители высокого напряжения, разрядники, аппараты релейной защиты, приборы учета и измерения электроэнергии. Шкафы КРУ любого типа состоят из корпуса, выкатной части и релейной камеры (шкафа). Выкатная часть представляет собой тележку, которая вместе с выключателем может выкатываться из камеры для ревизии, регулировки или ремонта. На тележках кроме выключателей устанавливают также трансформаторы напряжения, разрядники, выкатываемые для осмотра и ревизии. Выкатная часть подсоединяется к неподвижной части камеры с помощью разъемных (штепсельных) контактов. Сборные шины монтируют на малогабаритных опорных изоляторах. Измерительные приборы и приборы управления, релейной защиты и сигнализации размещены в верхней фасадной части камеры, а измерительные трансформаторы тока и кабельные вводы — в задней неподвижной части камеры.

Рассмотрим устройство шкафа КРУ серии К-ХП (рис. 1). Шкаф состоит из корпуса 4, выкатной тележки 3, релейного шкафа 2. Корпус шкафа выполнен из стали. Конструктивное исполнение шкафов КРУ для одностороннего и двустороннего обслуживания одинаково.

Задание: Начертите электрическую схему РУ.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите преимущество комплектного РУ?
2. Расскажите по рисунку, из чего состоит КРУ?
3. Особенность конструкции КРУ и КРУН?

Лабораторная работа №13

ТЕМА: Осмотр и обслуживание КРУ и КРУН.

Цель: формирование умений и знаний по осмотру и обслуживанию КРУ и КРУН.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Перед осмотром комплектного РУ необходимо прежде всего убедиться в отсутствии шума и характерных потрескиваний внутри шкафов. При обнаружении ненормального шума или дыма приближаться к шкафам не следует. В случае необходимости снятие напряжения с поврежденного оборудования шкафов должно производиться дистанционно.

При осмотрах КРУ и КРУН без их отключения проверяют:

- работу сети освещения и отопления (в холодное время года) помещений и шкафов,

- уровень масла в маслонаполненных аппаратах, отсутствие течей масла; состояние разъединителей; разъединяющих контактов первичной цепи, механизмов блокировки, доступных для осмотра; состояние контактных соединений шин и их термоиндикаторов; степень загрязненности, отсутствие видимых повреждений и коронирования изоляторов; состояние цепей вторичных соединений (рядов зажимов, штепсельных разъемов, гибких связей, реле и измерительных приборов); показания измерительных приборов; действие ключей (кнопок) управления выключателями, находящимися в контрольном положении; состояние низковольтных аппаратов (автоматических выключателей, предохранителей и т.д.); качество уплотнений дверей и днищ; отсутствие щелей, через которые в шкафы могут проникнуть мелкие животные и птицы.

Наблюдение за оборудованием ведется через смотровые окна и сетчатые ограждения.

При обнаружении повреждений, могущих привести к аварии, необходимо срочное принятие мер по их устранению. Сведения о других дефектах, не требующих немедленного устранения, записываются в журнал дефектов для последующего устранения их.

Практика показала, что в КРУН при резких перепадах температуры наружного воздуха происходит повышение относительной влажности в шкафах (в отдельные периоды года до 100%) и увлажнение поверхности изоляторов. По увлажненной поверхности происходит перекрытие изоляторов. Для борьбы с перекрытиями изоляции необходимо систематически, в зависимости от местных условий, производить отчистку изоляции от пыли. Эффективным способом повышения надежности изоляции КРУН является обмазка изоляторов гидрофобными пастами.

В шкафах должен поддерживаться микроклимат с относительной влажностью воздуха 60-70%. Для этого шкафы утепляют минераловатными плитами и оборудуют электроподогревателями, которые должны автоматически включаться, когда относительная влажность повышается до 65-70%.

Значительные понижения температуры наружного воздуха могут привести также к неудовлетворительной работе встроенной в шкафы аппаратуры. Поэтому при

температуре ниже 5°C должен предусматриваться обогрев счетчиков и релейной аппаратуры, а при температуре -25°C - обогрев масляных выключателей.

Автоматическое включение нагревательных устройств выполняется с помощью реле влажности воздуха (влажнорегулятор ВДК) и термореле (датчик ДТКБ). Упрощенная схема устройства для сушки воздуха и отопления в шкафах КРУ приведена на рис. 5.7.

В летнее время из-за нагрева солнечными лучами температура КРУН может превысить максимально допустимую (40°C), что отрицательно сказывается на работе контактных соединений аппаратов, концевых кабельных разделок и т.д. Снижение перегрева КРУН солнечными лучами достигается окраской поверхности шкафов белой краской, установкой навесов, устройством принудительной приточно-вытяжной вентиляции.

Задание: Начертить схему для сушки воздуха и отопления в шкафах КРУ.

Контрольные вопросы.

- 1) Перечислите, что проверяют в КРУ без отключения тока?
- 2) Перечислите повреждения, которые могут привести к аварии?
- 3) Чем повышается надежность изоляции?

Лабораторная работа № 14

ТЕМА: Комплексные распределительные устройства 110-220 кВ с элегазовой изоляцией.

Цель: Изучение комплексно распределительных устройств 110-220 кВ с элегазовой изоляцией.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Дано краткое описание элегазового выключателя. Там же названы основные физико-химические свойства элегаза. Высокие изоляционные и другие свойства элегаза положены в основу создания комплексов электрических аппаратов, образующих комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией КРУЭ. Отметим характерные особенности конструкций КРУЭ. Собирают КРУЭ из стандартных электрических элементов (выключателей, разъединителей, заземлителей, трансформаторов тока и напряжения, сборных и соединительных шин). Каждый элемент оборудования заключают в герметизированную металлическую заземленную оболочку, необходимую для сохранения изолирующей среды (элегаза) под определенным избыточным давлением. Оболочки изготавливают из немагнитного металла (сплав алюминия, конструкционная сталь) во избежание нагрева их переменным магнитным потоком. Оболочки отдельных элементов соединяют между собой при помощи фланцев с уплотнениями из синтетического каучука, этиленпропилена и других материалов. Внутренние объемы оболочек нескольких таких элементов, работающих под одинаковым избыточным давлением, объединяют в секции. В целом КРУЭ секционированы по газу. Каждая секция имеет свою контрольно-измерительную газовую аппаратуру.

Электрическое соединение элементов оборудования в КРУЭ выполняется разъемным через многоламельный контакт одного элемента с токопроводящим стержнем другого. Исполнение КРУЭ отдельными элементами дает возможность демонтажа и ремонта любого элемента без демонтажа остальных. Перед демонтажем элемента элегаз из него удаляют при помощи передвижной установки, содержащей вакуумный насос, компрессор и резервуар для газа. С помощью компрессора элегаз из оболочки элемента перекачивают в резервуар, пока давление в оболочке не снизится до 100 Па. После этого вскрывают люки на оболочке и производят демонтаж элемента или его ремонт. Если производится ремонт, то после его окончания люки оболочек закрывают, подключают вакуумный насос и из оболочки удаляют воздух. При давлении в оболочке около 100 Па приступают к наполнению ее элегазом. Отечественные КРУЭ изготавливают на напряжение 110 и 220 кВ.

Задание: Начертите ячейки КРУЭ 110 кВ со схемой электрических соединений.

Контрольные вопросы.

- 1) Перечислите характерные особенности конструкции КРУЭ?
- 2) Чем отделяются секции в КРУЭ?
- 3) Перечислите основные технические данные КРУЭ?

Лабораторная работа № 15

Тема: Обслуживание силовых трансформаторов.

Цель: Изучение Обслуживания силовых трансформаторов.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

При осмотре силовых трансформаторов проверяют показания термометров и мановакууметров; состояние кожухов трансформаторов; отсутствие течи масла; наличие масла в маслonaполненных вводах; соответствие уровня масла в расширителе температурной отметке; состояние изоляторов, маслоохлаждающих и маслосборных устройств, ошиновки и кабелей; отсутствие нагрева контактных соединений; исправности пробивных предохранителей и сигнализации; состояние сети заземления трансформаторного помещения.

Осмотры без отключения трансформаторов производят:

1 раз в сутки — в установках с постоянным дежурным персоналом.

Не реже 1 раза в месяц — в установках без постоянного дежурного персонала.

Не реже 1 раза в 6 мес. — на трансформаторных пунктах.

Внеочередные осмотры производят при резком изменении температуры наружного воздуха и при каждом отключении трансформатора от действия токовой или дифференциальной защиты. Трансформатор выводят из работы при обнаружении:

потрескивания внутри трансформатора и сильно неравномерного шума; ненормального и постоянно возрастающего нагрева трансформаторов при нормальных нагрузке и охлаждении;

выброса масла из расширителя или разрыва диафрагмы выхлопной трубы;

течи масла с понижением уровня его ниже уровня масломерного стекла;

при необходимости немедленной замены масла по результатам лабораторных анализов. У трансформаторов мощностью 160 кВА и более масло подвергают непрерывной регенерации, осуществляемой в термосифонных фильтрах или путем периодического присоединения абсорбера.

Находящееся в эксплуатации изоляционное масло подвергают лабораторным испытаниям в следующие сроки: не реже 1 раза в 3 года для трансформаторов, работающих с термосифонными фильтрами (сокращенный анализ);

после капитальных ремонтов трансформаторов и аппаратов;

1 раз в год для трансформаторов, работающих без термосифонных фильтров (сокращенный анализ). Внеочередную пробу масла для определения температуры вспышки отбирают из трансформатора при обнаружении горючего газа в газовом реле трансформатора. В трансформаторах и аппаратах изоляционное масло при понижении электрической прочности, снижении химических показателей ниже норм на эксплуатационное масло, а также при обнаружении в нем механических примесей восстанавливают или заменяют. Допустимость смешения разных масел при доливках его в трансформаторы мощностью 1000 кВА и более, а также смешение свежего и эксплуатационного масел должны подтверждаться лабораторным испытанием на выпадение осадка и стабильность.

Температура верхних слоев масла при номинальной нагрузке трансформатора и максимальной температуре охлаждающей среды (30°C — воздуха, 25°C — воды) не должна превышать:

70°С в трансформаторах с принудительной циркуляцией масла и воды;
75°С в трансформаторах с принудительной циркуляцией масла и воздуха;
95°С в трансформаторах с естественной циркуляцией воздуха и масла или принудительной циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла. Допускается работа трансформаторов с дутьевым охлаждением масла с выключенным дутьем, если нагрузка меньше номинальной и температура верхних слоев масла не превышает 55°С и при минусовых температурах окружающего воздуха и температуре масла не выше 45°С, вне зависимости от нагрузки. На главных понизительных подстанциях многих предприятий в настоящее время широко используются силовые трансформаторы с расщепленной обмоткой низшего напряжения. Мощность каждой обмотки допускает нагрузку не более 62 % от номинальной мощности трансформатора.

Задание: Начертите принципиальную схему охлаждения трансформатора.

Контрольные вопросы

- 1)Опишите, что такое система охлаждения?
- 2)Какие бывают системы охлаждения?
- 3)Принцип работы систем охлаждения?

Лабораторная работа № 16

ТЕМА: Охлаждающее устройство трансформаторов и их обслуживание.

Цель: Изучение Охлаждающего устройства трансформаторов и их обслуживание.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Теплота, выделяющаяся в обмотках, магнитопроводе и стальных деталях конструкции работающего трансформатора, рассеивается в окружающую среду, при этом процесс передачи теплоты может быть разбит на два этапа: передача теплоты от обмоток и магнитопровода охлаждающему маслу и от масла окружающей среде. На первом этапе передача теплоты определяется превышением температуры обмоток и магнитопровода над температурой масла, на втором — превышением температуры масла над температурой окружающей среды.

Принято считать, что охлаждающее устройство масляного трансформатора состоит из системы внутреннего охлаждения, обеспечивающей передачу теплоты на первом этапе охлаждения, и системы наружного охлаждения, обеспечивающей передачу теплоты на втором этапе. Элементами системы внутреннего охлаждения являются горизонтальные и вертикальные каналы в обмотках и магнитопроводе, а также специальные трубы и изоляционные щиты, создающие направленную циркуляцию масла по каналам. Все элементы системы внутреннего охлаждения находятся внутри бака трансформатора, поэтому визуальный контроль за их состоянием невозможен.

Система наружного охлаждения включает маслоохладители, фильтры, насосы, вентиляторы и другое оборудование, расположенное снаружи трансформатора. За работой этого оборудования ведется систематический эксплуатационный надзор. На подстанциях энергосистем применяются трансформаторы отечественного производства с системами охлаждения М, Д, ДЦ и Ц.

Система охлаждения М применяется у трансформаторов сравнительно небольшой мощности напряжением, как правило, до 35 кВ. Баки таких трансформаторов гладкие с охлаждающими трубами или навесными трубчатыми охладителями (радиаторами). Каждый радиатор представляет собой самостоятельный узел, присоединяемый своими патрубками к патрубкам бака. Между фланцами патрубков встроены плоские краны, перекрывающие доступ масла в радиатор. Естественное движение нагретых и холодных слоев масла в трансформаторе происходит за счет разной их плотности, т. е. за счет гравитационных сил. В окружающую среду теплота передается конвекционными потоками воздуха у поверхности бака и радиаторов, а также излучением. Система охлаждения Д применяется у трансформаторов средней мощности напряжением 35, 110 и 220 кВ. Оно основано на использовании навесных радиаторов, обдуваемых вентиляторами. Вентиляторы устанавливаются на консолях, приваренных к стенке бака. Каждый вентилятор состоит из трехфазного асинхронного двигателя типа АЗЛ-31-4У и крыльчатки серии МЦ. Ступица крыльчатки имеет шпоночную посадку на вал двигателя, исключая соскакивание крыльчатки во время работы.

Задание: Сделать таблицу и выписать системы охлаждения.

Контрольные вопросы.

- 1) Расскажите о двух этапах передачи теплоты в трансформаторах?
- 2) Рассказать о задачах технического обслуживания?
- 3) Что в себя включает технический уход за трансформаторами?

Лабораторная работа № 17

ТЕМА: Включение в сеть и контроль над работой силовых трансформаторов.

Цель: Изучение включения в сеть и контроль над работой силовых трансформаторов.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Перед включением трансформатора в сеть из резерва или после ремонта производится тщательный осмотр как самого трансформатора, так и всего включаемого с ним оборудования. В процессе осмотра проверяется уровень масла в расширителе и выводах (в расширителе неработающего трансформатора уровень масла должен быть не ниже отметки, соответствующей температуре окружающего воздуха), пусковое положение оборудования в системе охлаждения, правильное положение указателей переключателей напряжения, положение заземляющих разъединителей и оборудования защиты нейтралей, отключенное положение дугогасящего реактора, а на подстанциях без выключателей со стороны ВН - отключенное положение короткозамыкателей. Если трансформатор находился в ремонте, то обращается внимание на чистоту рабочих мест, отсутствие закороток, защитных заземлений на трансформаторе и его оборудовании. Необходимо также получение согласия ремонтного персонала на включения трансформатора. Заметим, что трансформаторы, находящиеся в резерве (ручном или автоматическом), допускается включать в работу без предварительного осмотра. Осмотр резервных трансформаторов и проверка их готовности к немедленному включению производится каждый раз при очередных осмотрах работающего оборудования.

Включение трансформаторов в сеть производят, как правило, со стороны питания, т. е. со стороны ВН. Включение часто сопровождается броском тока намагничивания, что можно заметить по отклонению стрелки амперметра. Максимальный ток намагничивания превышает номинальный ток в несколько раз. Однако эти броски тока не опасны для трансформатора, так как его обмотки рассчитаны на прохождение токов короткого замыкания, значения которых больше максимально возможных токов намагничивания, имеющих затухающий характер. Дифференциальная защита трансформатора обычно отстраивается от тока намагничивания при первом опробовании трансформатора напряжением, что устраняет ложное срабатывание ее при всех последующих включениях. На подстанциях 110-220 кВ с упрощенными схемами (без выключателей со стороны ВН) и при наличии в схемах трансформаторов последовательно включенных разъединителей и отделителей включать трансформатор под напряжение рекомендуется разъединителями.

После включения трансформатора в работу нагрузка на нем устанавливается в зависимости от общей нагрузки на шинах подстанции, при этом не исключено включение сразу под номинальную нагрузку. Трансформаторы с охлаждением М и Д разрешается включать под номинальную нагрузку при температуре масла не ниже -40°C , а трансформаторы с охлаждением ДЦ - не ниже -25°C . Если температура верхних слоев масла окажется ниже указанной, ее следует поднять включением трансформатора только на холостой ход или под нагрузку, не превышающую 40-50% номинальной. В аварийных ситуациях этих ограничений не придерживаются и трансформаторы включают под номинальную нагрузку при любой температуре. Возникающий при этом значительный перепад температур между маслом и

обмотками из-за высокой вязкости холодного масла не приводит к повреждению трансформатора, однако износ изоляции обмоток ускоряется.

Повышение вязкости масла в зимнее время года учитывается при включении в работу не только самого трансформатора, но и его охлаждающих устройств. Погруженные в масло циркуляционные насосы серии ЭЦТ надежно работают при температуре перекачиваемого масла не ниже -25°C , а серии ЭЦТЭ -20°C . При более низкой температуре и, следовательно, более высокой вязкости масла наблюдались повреждения насосов из-за перегрузки. Поэтому у трансформаторов с охлаждением ДЦ и Ц рекомендуется включать циркуляционные насосы лишь после предварительного нагрева масла до температуры, указанной выше. Во всех остальных случаях (при отсутствии специальных указаний завода-поставщика) насосы принудительной циркуляции масла должны включаться в работу одновременно с включением трансформатора в сеть и находиться в работе постоянно независимо от нагрузки трансформатора. Вентиляторы охладителей при низких температурах воздуха включаются в работу позже, когда температура масла достигнет 45°C . Система охлаждения Д не исключает работу трансформаторов с отключенными устройствами воздушного дутья, но это возможно только при нагрузке 0,5 номинальной независимо от температуры масла, что приводит примерно к такому же износу их изоляции, как и при работе с номинальной нагрузкой и включенным дутьем. На этом основании пришли к выводу о том, что вентиляторы дутья должны находиться в работе, если нагрузка трансформатора $S \geq S_{\text{НОМ}}$ или если температура верхних слоев масла равна или больше 55°C . Отключение вентиляторов дутья должно производиться при снижении температуры, масла до 50°C , если нагрузка трансформатора меньше номинальной.

Задание: Начертить таблицу допустимых перегрузок трансформатор.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие трансформаторы получили большое распространение?
- 2) Расскажите номинальные условия окружающей среды для работы трансформатора?
- 3) Назовите основные параметры режима работы трансформатора?

Лабораторная работа № 18

ТЕМА: Включение трансформаторов на параллельную работу.

Цель: Изучение включения трансформаторов на параллельную работу

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

Параллельная работа трансформаторов, т. е. включение их на одни сборные шины ВН и НН, а также СН, возможна: а) при равенстве их первичных и их вторичных напряжений; б) при равенстве напряжений короткого замыкания; в) тождественности групп соединения обмоток. На этих же условиях возможна параллельная работа и автотрансформаторов, а также трансформаторов с автотрансформаторами.

У трансформаторов, имеющих разные номинальные напряжения или разные коэффициенты трансформации, напряжения на зажимах вторичных обмоток неодинаковы. При включении таких трансформаторов на параллельную работу в замкнутых контурах первичных и вторичных обмоток возникнут уравнивающие токи, обусловленные разностью вторичных напряжений.

Уравнивающий ток равен:

где $D U = U_1 - U_2$ - разность вторичных напряжений трансформаторов; ZK_1 и ZK_2 - сопротивления первого и второго трансформаторов, определяемые по формуле

где $u\%$ - напряжение КЗ трансформатора.

Пример. Два трансформатора с разными значениями вторичных напряжений включаются на параллельную работу. Трансформаторы имеют следующие параметры: $S_1 = S_2 = 10000$ кВ·; $U_1 = 6600$ В; $U_2 = 6300$ В; $u_{k1} = u_{k2} = 8\%$; группы соединения обмоток U/D-11. Определить уравнивающий ток после включения на параллельную работу.

Решение. Номинальные токи трансформаторов

Сопротивления трансформаторов

Разность вторичных напряжений

Уравнивающий ток

Из примера видно, что при неравенстве вторичных напряжений трансформаторы будут загружаться уравнивающим током даже в режиме холостого хода. При работе под нагрузкой уравнивающий ток наложится на ток нагрузки. Уравнивающий ток, загружая обмотки трансформаторов, увеличивает потери энергии в них и снижает суммарную мощность подстанции. Поэтому разность вторичных напряжений при включении трансформаторов на параллельную работу должна быть минимальной. Отклонения по коэффициенту трансформации допускаются в пределах $\pm 0,5\%$ номинального значения. Напряжение короткого замыкания ik является постоянной для каждого трансформатора величиной, зависящей исключительно от его конструкции. При работе трансформатора под нагрузкой необходимо равенство их ik . Это объясняется тем, что нагрузка между трансформаторами распределяется прямо пропорционально их мощностям и обратно пропорционально напряжениям короткого замыкания. В общем случае неравенство ik приводит к недогрузке одного трансформатора и перегрузке другого. Если два трансформатора номинальной мощности S_1 и S_2 имеют различные напряжения

короткого замыкания u_{k1} и u_{k2} соответственно, то распределение общей нагрузки S между ними определяется по формуле

где S' и S'' - реальные нагрузки первого и второго трансформаторов; u'_{k} - некоторое эквивалентное напряжение короткого замыкания параллельно включенных трансформаторов.

Пример. На параллельную работу включаются два трансформатора мощностью $S_1 = S_2 = 10000$ кВ·А, имеющих напряжения короткого замыкания $u_{k1} = 8\%$, $u_{k2} = 6,5\%$. Суммарная мощность нагрузки потребителей $S = 20000$ кВ·А. Определить, как распределится нагрузка между трансформаторами.

Решение. Эквивалентное напряжение короткого замыкания

Нагрузки трансформаторов.

Таким образом, при включении на параллельную работу трансформаторов с различными напряжениями короткого замыкания трансформатор с меньшим u_k примет на себя бóльшую нагрузку. Некоторое перераспределение (выравнивание) нагрузки в данном случае можно получить путем изменения коэффициента трансформации, т. е. повышением вторичного напряжения недогруженного трансформатора. Но пользоваться этим способом в эксплуатации не следует, так как при этом возрастают потери от уравнивающего тока.

Наилучшее использование установленной мощности трансформаторов возможно только при равенстве напряжений короткого замыкания. Однако в эксплуатации допускается включение на параллельную работу трансформаторов с отклонениями u_k на основном ответвлении не более чем на $\pm 10\%$. Такое допущение связано с технологией изготовления трансформаторов, т. е. с отступлениями в размерах обмоток

Задание: Записать в таблицу допустимых значений повышения допустимых значений трансформаторов на параллельную работу.

Контрольные вопросы

- 1) Что нужно проверить перед включением трансформаторов в сеть?
- 2) Условия, при которых включается трансформатора на параллельную работу?
- 3) Расскажите последовательность включения трансформатора на параллельную работу?

Лабораторная работа № 19

Тема: Неполадки в работе трансформатора.

Цель: Изучение неполадки в работе трансформатора.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические сведения

В процессе эксплуатации трансформаторов могут возникнуть различные неполадки, нарушающие тем или иным образом нормальную работу трансформаторов. Неполадки можно разделить на два вида: не препятствующие оставлению трансформатора в работе и препятствующие работе трансформатора. Последние, как правило, вызывают действие релейной защиты и трансформатор автоматически отключается от электросети или от источника электроэнергии. К такого рода неполадкам относятся: повреждения изоляции обмоток, повреждения магнитопровода, вводов, переключателей ответвлений и других частей, вызывающие пробой изоляционных промежутков и короткие замыкания на корпус или между фазами и выделение газа.

После отключения трансформатора от действия релейной защиты повторное его включение в работу может быть допущено в исключительных случаях — если нет внешних видимых признаков повреждения, а трансформатор отключился от действия только газовой или только дифференциальной защиты, если в газовом реле нет выделившегося газа и необходимо срочно восстановить питание потребителей. Если имеется возможность допустить перерыв в питании потребителей (или питать от другого источника), следует произвести не только тщательный осмотр трансформатора, но и проверку изоляции обмоток мегомметром, соблюдая требования техники безопасности.

Во всех случаях, когда при отсутствии внешних повреждений измерение изоляции показывает поврежденную изоляцию или понижение ее значения, включение трансформатора без внутреннего осмотра не допускается. Ряд повреждений в трансформаторе не вызывает немедленного отключения от действия защиты. К таким повреждениям относятся, например, некоторые витковые замыкания, повреждения изоляции листов стали или стержней шпилек магнитопровода. Витковые замыкания могут происходить вследствие местного нагрева в обмотке, например из-за перекрытия шламом вентиляционного масляного канала; витковые замыкания также могут происходить вследствие динамических воздействий при сквозных коротких замыканиях, когда отдельные витки сближаются и изоляция витков может повредиться в местах, где произведена транспозиция проводников или если на элементарных проводниках имеются заусенцы, прокалывающие витковую изоляцию.

Поэтому после коротких замыканий в сети, особенно вблизи от трансформаторов, следует через некоторое время осмотреть трансформатор. При возникновении виткового замыкания происходит сильный нагрев места замыкания (меди проводников) из-за большой величины тока между замкнувшимися проводниками. Это влечет перегрев и разложение масла, окружающего место повреждения, с выделением газообразных продуктов разложения масла.

Газы собираются в газовом реле. Таким образом, появление замыкания может быть обнаружено по действию газовой защиты. Если нагрев в месте замыкания не

очень сильный, газ будет выделяться медленно и защита подействует на сигнал. При бурном выделении газа (если ток замыкания велик) возможно действие защиты и на отключение.

При повреждении изоляции стали магнитопровода или стяжных шпилек в двух местах возникает коротко- замкнутый контур, по которому проходят паразитные вихревые токи. Эти токи достигают значительной величины и сильно разогревают отдельные листы стали, шпильки и другие детали настолько, что изоляция, прилегающая к этим деталям, обугливается. Такой нагрев приводит к разложению масла и выделению газа. Поэтому и этот вид повреждения может быть выявлен с помощью газовой защиты.

Витковые замыкания обычно приводят к последующим повреждениям и перекрытию главной изоляции и выгоранию части обмотки, а повреждения магнитопровода приводят к так называемому «пожару стали» со значительным объемом повреждения стали магнитопровода.

Внутренние повреждения крупных трансформаторов могут быть вызваны причинами двух видов: так называемыми заводскими дефектами, т. е. недостатками конструкции или технологии изготовления, и нарушениями требований по монтажу, ремонту или обслуживанию. В то время как недостатки технологии, монтажа, ремонта проявляются на отдельных трансформаторах, недостатки конструкции сопутствуют всем трансформаторам данного типа или серии (до тех пор, пока не будет внесено соответствующее изменение в техническую документацию, основанное на опыте эксплуатации). Наиболее часто встречающимся недостатком является чрезмерный перегрев крайних витков обмотки НН, вызванный тем, что проходящий через витки в радиальном направлении поток рассеяния создает вихревые токи, дополнительно нагревающие провода крайних витков, если они выполнены проводом, имеющим значительный размер в направлении оси обмотки. Единственным способом устранения такого недостатка является замена обмотки НН целиком на обмотку с крайними витками, выполненными из провода с малой высотой. Могут быть заменены только крайние витки, но это требует более сложной технологии ремонта и менее надежно.

В трансформаторах, имеющих на крайних и входных катушках обмотки ВН и на крайних катушках обмотки НН дополнительную бумажную изоляцию, выявляется недопустимый нагрев катушек с дополнительной изоляцией вследствие того, что происходит разбухание в горячем масле недостаточно плотно наложенной дополнительной изоляции и заполнение ею масляных междукатушечных каналов. Уменьшение (или полное закрытие) канала приводит к ухудшению или прекращению циркуляции масла в таком канале и, следовательно, к ухудшению охлаждения, т. е. к перегреву катушек с дополнительной изоляцией, достигающему при длительной эксплуатации до обугливания изоляции. Особенно интенсивно это явление сказывается на катушках верхней части обмотки, как более нагретых в верхних слоях масла. Единственным способом устранения такого дефекта является замена катушек с дефектной дополнительной изоляцией катушками, на которых изоляция после наложения запекается и превращается в монолитную и неразбухающую (в ряде случаев целесообразно заменять всю обмотку).

В некоторых трансформаторах, главным образом на напряжение 330 и 500 кВ, могут возникать повреждения, связанные с появлением так называемого «ползущего разряда». Ползущий разряд представляет собой

Длительное Постепенное разрушение изоляции местными разрядами, обусловленное сочетанием ряда неблагоприятных факторов как наличия конструктивного или технологического дефекта изоляции, повышенного содержания влаги в изоляции вследствие неполноценной сушки ее, попадания на изоляцию посторонних проводящих частиц.

Задание: Выписать в виде таблицы все возможные повреждения и причины.

Контрольные вопросы.

- 1) Назовите возможные причины неполадок трансформаторов?
- 2) Назовите Типичные повреждения трансформатора?

Лабораторная работа № 20

ТЕМА: Обслуживание масляного выключателя.

Цель: Изучение Обслуживания Масляного выключателя.

Оснащение: методические указания

Порядок выполнения работы

Краткие теоретические 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.

Общее описание и принцип действия масляных выключателей

Во всех приводах реализован механизм свободного расцепления, который при его активации отсоединяет механизм привода от механизма высоковольтного выключателя. Вал привода обычно соединяется с валом разъединителя, или высоковольтного выключателя, при помощи тяг и рычагов которые образуют механизм отключения. Наиболее тяжелой работой привода является включение выключателей и разъединителей, так как при этом преодолевается сопротивление контактов и всех пружин высоковольтного устройства, в таком режиме привод выключателя потребляет больше всего мощности. При отключении устройства всё гораздо проще – освобождается механическая защелка привода, которая удерживает его во включенном положении, и электроустановка отключается. Это процедура происходит уже без потребления особой мощности, так как после освобождения защелки привода, разъединитель и выключатель выключаются под действием отключающих пружин. Приводы различаются по способу включения и отключения, бывают ручные приводы, электромагнитные – такие как ПЭ-11, ПЭ-12, пружинные – ПП-67, ППО-10, а так же пневматические приводы. Для включения и отключения трехполюсных разъединителей обычно применяется ручной привод ПР-2, с его помощью можно вручную включать и отключать разъединитель.

Осмотры и обслуживание масляных выключателей.

При наружном осмотре проверяют действительное положение каждого выключателя по показанию его сигнального устройства и соответствие этого положения изображенному на оперативной схеме. Проверяют состояние поверхности фарфоровых покрышек вводов, изоляторов и тяг, целостность мембран предохранительных клапанов и отсутствие выброса масла из газоотводов, отсутствие следов просачивания масла через сварные швы, разъемы и краны. На слух определяют отсутствие треска и шума внутри выключателя. По цвету термопленок или показаний тепловизоров устанавливают температуру контактных соединений. Обращают внимание на уровень масла в баках и соответствие его температурным отметкам на шкалах маслоуказателей. При значительном понижении уровня или ухода масла из бака принимают меры, препятствующие отключению выключателя тока нагрузки и тем более тока короткого замыкания. Для этого отключают автоматические выключатели (снимают предохранитель) на обоих полюсах цепи электромагнита отключения. Затем создают схему, при которой электрическая цепь с

неуправляемым выключателем отключается другим выключателем, например шиносоединительным или обходным. В зимнее время при температуре окружающего воздуха ниже $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ условия гашения дуги в масляных выключателях резко ухудшаются из-за повышения вязкости масла и уменьшения в связи с этим скорости движения подвижных частей. Для улучшения условий работы масляных выключателей при длительном (более суток) понижении температуры должен включаться электроподогрев, отключение которого производится при температуре выше $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. На скорость и надежность работы выключателей большое влияние оказывает четкая работа их приводов при возможных в эксплуатации отклонениях напряжения от номинального в сети оперативного тока. При пониженном напряжении усилие, развиваемое электромагнитом отключения, может оказаться недостаточным и выключатель окажется в отключенном состоянии. При пониженном напряжении в силовых цепях привод может не полностью включить выключатель, что особенно опасно при его работе в цикле АПВ. При повышенном напряжении электромагниты могут развивать чрезмерно большие усилия, которые могут привести к поломкам деталей привода и сбоям в работе запирающего механизма. Для предупреждения отказов в работе приводов их действие периодически проверяют при напряжении $0,8$ и $1,15$ $U_{ном}$. Если выключатель оборудован АПВ, опробование на отключение целесообразно производить от защиты с включением от АПВ. При отказе в отключении выключатель должен немедленно выводиться в ремонт.

Задания для выполнения работы: Изобразите МВ.

Контрольные вопросы для формулировки вывода.

1. Опишите принцип работы МВ.
2. Опишите как происходят осмотры и обслуживание масляных выключателей.
3. Где применяются МВ?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1 Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий М.: Издательский центр Академии, - 2020г, 300с.

2 Александровская А.Н. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования— М.: Издательство «Академия», 2019г.- 300с.

3 Бредихин, А. Н. Организация и методика производственного обучения. Электромонтер- кабельщик: учебное пособие для СПО / А. Н. Бредихин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 162 с. — (Профессиональное образование).

Дополнительные источники:

1 Силаев, Г. В. Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования: учебное пособие для СПО / Г. В. Силаев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2020. — 282 с. — (Профессиональное образование).

2 Воробьев, В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных организаций: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2021. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Интернет-ресурсы

1 <http://www.edu.ru/> - Российское образование. Федеральный портал

2 <http://window.edu.ru/> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам

3 <http://garant-rostovdon.ru/> - Информационно-правовой портал

4 <http://www.ict.edu.ru/> Информационно-коммуникационные технологии в образовании

5 <http://www.openet.edu.ru> Российский портал открытого образования