

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»



УТВЕРЖДАЮ

Директор МГЭК

С.М.Алексеев

«19»

12

2019г

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Для учащихся – заочников по специальности

2 – 43 01 01 «Электрические станции»

Программа, методические указания и задания для контрольной работы

Автор – Преподаватель МГЭК

II квалификационной категории

Н.С. Сахаров

Рассмотрено, обсуждено и одобрено

предметной комиссией специальных

электротехнических дисциплин

Протокол № 4 от

«19» 12 2019 г.

Председатель

Ядловский Н.Н.

Программой учебной дисциплины «Эксплуатация электрооборудования электростанций» предусматривается изучение вопросов организации эксплуатации электрооборудования электрических станций; эксплуатации электрооборудования, воздушных и кабельных электрических линий; обучения и подготовки оперативного персонала; выполнения оперативных переключений; ликвидации аварий.

Данная программа базируется на знании учащимися предметов «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины и трансформаторы», «Конструкционные и электротехнические материалы», «Электрические измерения», «Электрические сети энергетических систем». Изложение отдельных тем предмета базируется с учетом знаний, полученных учащимися при изучении дисциплин: Основы диспетчерского и технологического управления энергосистемами, «Охрана труда», «Электрооборудование электростанций»; «Релейная защита и автоматика энергосистем», «Электрооборудование подстанций».

При изучении программного материала следует руководствоваться директивными материалами, касающимися развития энергетики, а также учитывать последние достижения науки и техники.

В процессе изучения дисциплины следует обращать внимание на необходимость соблюдения требований стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и других действующих ГОСТов.

При изучении материала дисциплины необходимо обращать внимание на вопросы соблюдения государственной, трудовой, технологической дисциплины; а также правильной эксплуатации электрической части электростанций или электрических сетей, производить анализ повреждений электрооборудования и аварий, имевших место в практике из-за нарушения правил технической эксплуатации и ошибок персонала. Следует также обращать особое внимание на вопросы охраны труда при эксплуатации электрооборудования электрических станций или сетей. В процессе изучения предмета следует связывать теоретические вопросы с работой и изучением на производстве.

При изучении дисциплины необходимо использовать технические средства обучения и наглядные пособия, знакомить учащихся со справочной литературой.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны знать принципы организации эксплуатации электрооборудования; основные правила технической эксплуатации электрооборудования; правила выполнения оперативных переключений и основные положения по ликвидации аварий в электрической части электрических станций или подстанций и на линиях электропередачи.

Введение

Значение дисциплины, междисциплинарная связь. Особенности энергетического производства. Основные направления технического прогресса в области эксплуатации электрооборудования.

[1, § §1.1,1.2; 3, стр.3]

Методические указания

В ведении учащиеся знакомятся с сущностью и значением учебной дисциплины, Какую роль занимают эксплуатации электрооборудования в энергетическом производстве и в развитии энергетики.

Отличительными особенностями энергетического производства являются: совпадение во времени и выработки электроэнергии и потребления, непрерывность и автоматическое протекания всего технологического процесса; тесная связь энергетических предприятий с промышленностью, транспортом, сельским и коммунальным хозяйством. Нарушения в процессах выработки, передача и распределение электрической энергии могут вызвать нарушение электроснабжения целого района, области и даже смежных областей. Поэтому первым требованием правил технической эксплуатации (ПТЭ) к работникам электрических станций и электрических сетей является «обеспечение бесперебойного электроснабжения потребителей и надежность работы оборудования».

Для обеспечения надежности и бесперебойности производства, преобразование и распределение электрической энергии и тепла электростанции, электрические и тепловые сети объединены между собой в энергетические системы. Энергетическая система (энергосистема) представляет собой совокупность электростанций, энергетических и тепловых сетей, а также установок потребителей электрической энергии, связанных общностью режимы производства, распределения и потребления электрической энергии и теплоты. Совместная работа электростанций выгодно экономический и технический.

Эксплуатация энергосистемы организуется в двух направлениях: техническая эксплуатация оборудования и сооружений и оперативного управления работы энергосистемы в целом.

Под технической эксплуатацией понимается процесс правильного использования электрической части станций и сетей для производства, передачи и распределения электрической энергии.

Под оперативным управлением понимается процесс непрерывного руководством согласованное наиболее экономичной работы электрических станций и сетей, Объединённых в энергосистему.

Энергосистема, как основное звено электрические управляется энергоуправлением ЭУ. Электрические станции, сетевые, ремонтные и

другие предприятия, входящие в состав энергосистемы, являются производственными подразделениями.

Персонал ЭУ и у всех его производственных предприятий обязан обеспечивать выполнение требований бесперебойности, надежности, экономичности, поддержания нормального качества отпускаемой энергии: частоты и напряжения электрического тока, давления и температуры пара и горячей воды; защиты окружающей среды и людей от вредных влияний производства.

Вопросы для самопроверки.

1. В чём заключаются особенности энергетического производства?
2. Для какой цели электростанции, электрические и тепловые сети объединяются в энергосистемы?
3. По каким направлениям организуется эксплуатация энергосистемы и что они означают?
4. Какие требования должны выполнять работники ЭУ и его производственных подразделений?
5. Какие новые принципы и методы эксплуатации электрооборудования вы знаете?

Раздел 1. Организация эксплуатация электрооборудования энергопредприятий

Тема 1.1. Задачи эксплуатации организационная структура

Производственная структура энергопредприятия, схема оперативного управления их работы.

Основные обязанности работников энергопредприятий и энергетических управлений.

Объединенные диспетчерские управления Объединенных энергосистем. Центральное диспетчерское управление ЕЭС. Схема и задачи диспетчерского управления энергосистемой и обязанности дежурного диспетчера. Основные задачи оперативного диспетчерского диспетчера. Основные задачи оперативного диспетчерского управления работой электрических станций и сетей.

Обязанности оперативного персонала. Оперативный контроль за работой оборудования. Приемка - сдача смены. Соблюдение природоохранных требований. Ответственность за выполнение правил технической эксплуатации электрических станций и сетей (ПТЭ).

[1, § §1.3-1.7;9, гл.1]

Методические указания

Производительная структура каждого энергопредприятия имеет свои потребности, но в целом структура всех энергопредприятий строится по единой схеме. Поэтому при изучении данной темы учащиеся могут рассматривать производственную структуру любого энергопредприятия, в том числе на котором они работают. Если это вызывает затруднения, то можно обратиться к (1, § 1.3,1.4), где приведены схема управления электрическим цехом, схема оперативного управления блочной электростанции и схема производственной структуры ПТЭ.

Непрерывно изменяющийся потребление электроэнергии потребителями, присоединенным к энергосистеме, вызывает необходимость регулирования частоты, напряжение, перетоков мощности и так далее. Все эти мероприятия по регулированию режим работы энергосистемы, присущие энергосистеме в целом и обеспечивающие нормальное функционирование, естественно, не могут производиться руководством отдельных электростанций. Для этого создана центральное диспетчерское управление.

В диспетчерской службе энергосистемы обычно две группы: режимов и оперативно-диспетчерская. Группа режимов занимается планированием и разработкой предстоящих режимов. Персонал оперативно-диспетчерской группы, состоящие преимущественно из дежурных диспетчеров, занят текущим оперативным регулированием режима энергосистемы. Непосредственное оперативное руководство согласованной работой электрических станций и сетей осуществляется дежурным диспетчером энергосистемы через подчиненный ему в оперативном отношении персонала. Дежурный диспетчер энергосистемы выполняет следующие функции:

- контролирует выполнение станциями заданных графиков нагрузки и поддержания ими запланированного резерва активной мощности; обеспечивает оптимальный режим работы станции при минимальном расходе топлива;
- обеспечивает регулирование частоты в пределах допустимых отклонений;
- обеспечивает требуемый уровень напряжения в узловых точках электрической сети;
- обеспечивает требуемый уровень напряжения в узловых точках электрической сети;
- руководит выводом в ремонт исключением в работу после ремонта важнейшего оборудование энергосистемы;
- руководит изменениями схемы энергосистемы;
- предотвращает системные аварии и руководит их ликвидацией.

На любом энергопредприятии существуют обязанности персонала, также организован контроль за работой оборудования и порядок приемки сдачи смены. Также с требованиями к оперативному персоналу и его производственными функциями можно ознакомиться в (8 § 3.1.-3.3)

Вопросы для самопроверки

1. Изобразите производственную структуру электроцеха, оперативного управления блочного электростанции?
2. По каким принципам строится Производственная структура псы как организуется оперативное управление подстанциями?
3. С какой целью соединяют энергосистем объединенные энергосистемы?
4. Структура диспетчерской службы энергосистемы?
5. Перечислите основные функции дежурного диспетчера энергосистемы?
6. Как осуществляется регулирование частоты и напряжения в энергосистеме?
7. Какие требования предъявляются к оперативному персоналу при обслуживании электростанции и подстанции?
8. Как осуществляется приемка-сдача смены оперативным персоналом? Какие требования предъявляются к оперативному персоналу при приемке-сдаче смены?

Тема 1.2. Подготовка персонала

Медицинские освидетельствование перед оформлением на работу на энергопредприятия.

Формы обучения по назначения на самостоятельную работу: необходимая теоретическая подготовка; обучение на рабочем месте; стажировка; проверка знаний ПТЭ, производственных и должностных инструкция; дублирование.

Техническое оснащение энергопредприятий для обучения персонала.

Противоаварийные и противопожарные тренировки. Повышение квалификации персонала.

[9, § 3.7;4, гл. Э1.3;13, §1-2]

Методические указания

В данной теме учащиеся должны уяснить, что к персоналу, обслуживающему электрооборудование электростанций и подстанций предъявляются высокие требования, что следует из предыдущих тем. Особенно важно, чтобы обслуживающий персонал при аномальных

ситуациях (авариях, различных нарушениях, несчастных случаях и т.д.) в минимальный срок был способен определить по показаниям приборов и сигнализации места и причины нарушения и принять необходимые меры по восстановлению (полностью или частично) нормального режима работы электрооборудования. Учитывая высокую ответственность оперативного персонала, необходимые для этого высокую квалификацию на энергопредприятиях должна организовываться систематическая работа с персоналом.

Вопросы для самопроверки

1. Какие сроки производятся медицинская освидетельствование персонала?
2. Для каких целей производится периодическое обучение и проверка знаний персонала энергопредприятия?
3. В чём заключается противоаварийные и противопожарные тренировки?
4. Каким образом на энергопредприятиях организовано повышение квалификации персонала?

Тема 1.3. Техническая документация

Технический паспорт электроустановки, проектная документация, технические паспорта на оборудование, исполнительная рабочая документация.

Инструкция по обслуживанию оборудования И должностные инструкции, Основные требования к их содержанию.

Порядок присвоения нумерации других обозначений оборудованию.

Оперативная документация начальника смены электроцеха. Объёмы назначения отдельных журналов и формы.

[1, § 11.3; 3, гл.12;9, §3.8]

Методические указания

Чтобы более полно ознакомиться в данной темы можно ознакомиться с технической документацией, имеющиеся на любом предприятии.

Если нет такой возможности, то изучите материал в предложенной литературе изучить документацию, имеющуюся в кабинете "Эксплуатации и ремонта."

Что касается оперативной документации, только не относят: оперативный журнал для записи в хронологическом порядке оперативных распоряжений по производству каких-либо операций и сообщений об их выполнении; журнал распоряжений для записей распоряжений, имеющих длительный срок действия; журнал дефектов и неполадок оборудования для записи обнаруженных дефектов, устранение которых является обязательным; оперативная схема первичных соединений; журнал релейной защиты, автоматики и телемеханики; карты установок релейной защиты и автоматики; суточной ведомости режимы работы оборудования - для записи показаний контрольно-измерительных приборов на щитах управления.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой технический паспорт электроустановки технического паспорта на оборудование?
2. Стоит слагаться в инструкциях по эксплуатации электрооборудования, должностных; по выполнению оперативных переключений и ликвидации аварий, по тушению пожара?
3. Какая документация ходит в оперативно?
4. Приведите примеры нумерации электрооборудования электрических цепей?

Тема 1.4. Приемка в эксплуатацию оборудования и сооружений

Задачи приемки в эксплуатацию оборудования и сооружений. Понятие пусковому комплексу. Основные сведения о поузловом опробовании, приемки отдельных элементов электроустановок, пробным пуском и комплексном опробовании оборудования электроустановок. Приемка электрооборудования в работу рабочей пусковой комиссией.

[10, §1.7,1.8; 11, §6.2-6.5]

Методические указания

Приемка оборудования и сооружений в эксплуатацию должно начинаться с часов и критического изучения проекта до начала монтажа, своевременного внесения необходимых изменений в проектную документацию, осуществление контроля за монтажом и участие в проведении комплекса приём-сдаточных испытаний, предусмотренных "Нормами испытания электрооборудования". [7].

При приемке оборудования следует обращать внимание на предъявление монтажными организациями полного комплекта Заводской и монтажные технической документации.

Окончательным способом оценки возможности включения электрооборудования в работу является комплексное опробование его в работе.

Более полно со всем комплексом приемки электрооборудования в эксплуатацию можно знакомиться в [11, раздб.].

Вопросы для самопроверки

1. Что делается при приемочно-сдаточных испытаниях электрооборудование?
2. Какие виды работ производятся при узловом опробовании выключателей, разъединителей, силовых трансформаторов, электрических машин?
3. Какая документация используется при приемке в эксплуатацию электрооборудования и сооружений?
4. Что представляет собой комплексное опробование оборудования электроустановок?
5. Какой вид проверки предшествует окончательному вводу оборудования в эксплуатацию?

Тема 1.5. Общие вопросы нагрева электрооборудования. Измерение температур

Нагрев неизолированных проводников контактов. Нагрев электрооборудования в установившемся и переходных режимах. Понятия допустимая температура нагрева допустимых превращениях температуры. Классы изоляции по нагревостойкости. Тепловое старение изоляции. Методы и средства измерения температуры и превышений температуры. Контроль переходного сопротивления контактов.

[1, гл.2]

Методические указания

При работе электрических машин, трансформаторов, адаптер, проводов, кабелей и другого оборудования возникают потери энергии, превращающиеся в конечном счёте в теплоту. Нагревании оборудования ограничивает его мощности является главной причиной старения изоляции.

По нагревостойкости т.е. по способности выдерживать повышение температуры без повреждений и ухудшения характеристик, применяемых в электрических машинах, трансформаторах и адаптерах электроизоляционные материалы разделены согласно ГОСТ 8865-70 на 7 классов.

Если температура выдерживается в пределах соответствующих данному классу ГДЗ, то обеспечивается нормальный срок службы оборудования (15-20 лет). Форсированные режимы сокращают нормальные сроки, и, наоборот, систематические не загрузки приводят к недоиспользованию материалов двусторонне оборудования морально устаревает и возникает необходимость его замены раньше, чем износится изоляция.

Старение изоляции наиболее интенсивно идёт под воздействием высоких температур. Аналитическая зависимость среднего срока службы изоляции от температуры выражается формулой:

$$N = Ae^{-av}.$$

где N - срок службы, лет; A - постоянная, равная сроку службы изоляции при температуре 0°C ; a - коэффициент, равный 0,112; v - температура, при которой работает изоляция $^{\circ}\text{C}$. Например, значение нормальному суточному износу изоляции трансформатора соответствует постоянная в течение суток температура наиболее нагретой точки обмотки 98°C . При повышении температуры обмотки сверх указанной на каждые 6°C срок службы изоляции сокращается вдвое.

При измерении температуры трансформаторов и электрических машин используют метод термометр, термосопротивления и термопары. Измерение температуры нагрева контактных производится переносными электротермометр Амин или при помощи термосвечи. Нагрев контактных соединений контролирует при осмотрах при помощи термоплёночных указателей многократного действия, закрытых РУ и термоуказателей однократного действия с легкоплавким припоем на открытых РУ.

В последние годы для выявления перегрева контактов используются телевизоры и инфракрасные радиометры.

Вопросы для самопроверки

1. Почему нагревается электрооборудование при номинальном режиме работы?

2. Каков характер протекания процессов нагревания электрооборудования при переходных режимах от одного состояния к другому?
3. Какие предельные температуры и превышения температуры допустимые для основных элементов электрических машин и трансформаторов?
4. На какие классы по нагревостойкости подразделяются изоляции? Какова допустимая температура для изоляции классов А, В и С? и С?
5. От чего зависит средний срок службы изоляции?
6. Что такое постоянная времени нагрева электрооборудования?
7. Методы измерения температуры элементов электрооборудования.
8. Можно ли по температуре перегрева масла трансформатора судить о температуре и перегреве обмоток трансформатора?
9. Что означает старение изоляции?
10. Как определяется дефектность контактных соединений в эксплуатации?
11. Как измеряется температура нагрева контактных соединений и каким образом контролируется при осмотрах?
12. Какие приборы и приспособления используются для измерения температуры?

Тема 1.6. Работа изоляции электрооборудования и контроль за ее состоянием

Изменение состояния изоляции. Причины старения изоляции. Измерение сопротивления изоляции. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь и емкости. Испытание изоляции повышенным напряжением. Другие методы контроля состояния изоляции эксплуатационным персоналом.

Методические указания

Изоляция является одним из важнейших элементов всякого электрооборудования. При работе от последнего изоляция подвергается тепловым, механическим и электрическим воздействиям И постепенно меняет свои свойства. Контроль за состоянием изоляции осуществляется путем испытаний, которые получили название профилактических. Под ПТЭ все электрооборудования установок должна периодически проходить

профилактические испытания, которые должны удовлетворять следующие требования

- 1) давать надежные результаты, обеспечивающие уверенность в безаварийной работе оборудования до следующего ремонта;
- 2) не оказывать вредное воздействие на оборудование;
- 3) быть возможно более простыми для проведения при небольшой затрате времени.

Методы испытаний, проверок и измерений, определяющие состояние изоляции токоведущих частей электрооборудования, вытекают из физической сущности изоляции. Любая изоляция (диэлектрик), применяемые в электрических машинах и аппаратах, по существу, является конденсатором со сложной средой. Физические процессы в изоляции при положении к ней напряжения аналогичны тем, которые меняют место в электрическом конденсаторе.

При изучении методов оценки состояния изоляции необходимо выяснить, каких случаях целесообразно применять тот или иной метод. Особенно следует обратить внимание на измерение сопротивления изоляции мегаомметром как наиболее простой и распространенный метод оценки качества изоляции, на определение коэффициента абсорбции как основного показателя увлажненности изоляции.

Кроме измерения сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции широко используются и другие методы определения состояния изоляции как емкостные методы, измерения токов утечки, тангенса угла диэлектрических потерь.

Оценка состояния волокнистой изоляцией класса А производится дополнительно методом "ёмкость - время", "ёмкость - частота" и "ёмкость - температура". В качестве дополнительного метода оценки состояния изоляции класса применяется измерение токов утечки при приложении к изоляции выпрямленного напряжения различного значения, т.е. снятие характеристики

$$I_{ут} = f(U_{выпр}),$$

где $I_{ут}$ - ток утечки; $U_{выпр}$ - прикладываемое к изоляции напряжение.

Расположены методом определения состояния оборудования является измерение тангенса угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$. Как известно, $\operatorname{tg} \delta$ есть отношение активной составляющей тока I_a , проходящего через изоляцию при приложении к ней переменного напряжения к реактивной I_c . При любых размерах оборудования и удовлетворительном состоянии в изоляции отношения это будет одинаковым и будет изменяться лишь при относительно

большом изменении активной составляющей по сравнению с реактивной, что имеет место при наличии дефектов или увлажненности.

Для выявления грубых и сосредоточенных дефектов изоляции, которые из-за недостаточного уровня напряженности электрического поля при предварительной проверки и измерениях не могли быть обнаружены, производится испытание изоляции повышенным напряжением, которое является основным испытанием, после которого выносится окончательное суждение возможности нормальной работы оборудования в условиях эксплуатации.

Основным способом контроля исправности много элементных опорно-штыревых изоляторов и гирлянд подвесных изоляторов является измерение распределение рабочего напряжения по отдельным элементам. Известно, что на каждый элемент исправно изоляции приходится вполне определенное значение рабочего напряжения. Если в результате повреждения или пробой изолятора его сопротивление уменьшится, то это повлечет за собой иное распределение напряжения между элементами. Достоинства метода является измерения состояния изоляции без снятия напряжения.

Вопросы для самопроверки

1. От каких факторов зависит состояние изоляции?
2. Для чего проводятся профилактические испытания изоляции электрооборудования?
3. Каким образом выражается зависимость среднего срока службы изоляции от температуры?
4. Какое методы измерения состояния изоляции является основным?
5. Нарисуйте схему замещения изоляции электрооборудования и объясните назначение его элементов.
6. Объясните, каким образом изменяется сопротивление сухой и влажной изоляции при приложении к ней выпрямленного напряжения.
7. Что дает измерение коэффициента абсорбции?
8. Как сопротивление изоляции зависит от температуры?
9. Что такое t_{gb} , и состояние какого вида изоляция он характеризует?
10. Что представляет собой емкостные методы оценки состояния изоляции?
11. Как оценивается пригодность изоляции по результатам испытаний?
12. Каково влияние длительности приложения повышенного напряжения на испытываемая изоляция?

13. Какие меры безопасности должны соблюдаться при испытаниях изоляции электрооборудования повышенным напряжением?

РАЗДЕЛ 2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Периодические осмотры и проверки оборудования генераторов.

Проверка совпадения фаз, синхронизация и набор нагрузки. Нормальные режимы работы генераторов. Допустимые нагрузки и допустимые аварийные перегрузки.

Несимметричный и асинхронный режим работы синхронных генераторов. Работа генератора в режиме синхронного компенсатора.

Обслуживание систем и узлов генератора, систем возбуждения, охлаждения, масляных уплотнений, щеточных аппаратов.

Перевод с воздушного охлаждения на водородная и обратно.

Токи в валах и подшипниках. Основные виды неисправностей оборудования генераторов. Меры безопасности при эксплуатации генераторов.

Методические указания

Перед тем, как приступить к изучению данной темы учащиеся должны ознакомиться с конструктивным исполнением турбогенераторов с воздушным и косвенным охлаждением, который хорошо изложено в [1] и [12]. Сведения в Учебной литературе конструкции турбогенераторов с непосредственным водородным охлаждением и водяным (иногда масляным) охлаждением обмоток очень краткие. Проблему создания более мощных турбогенераторов оказалось возможным решить только с помощью применения непосредственного охлаждения обмоток статора и ротора точка настоящее время в эксплуатации находится турбогенераторы с непосредственным (водородным) охлаждением обмоток ротора типа ТВФ (63, 100 и 200МВт), обмоток статора и ротора типа ТГВ (200, 300, 500, 800 МВт). В генераторах типа ТВВ мощностью 165, 200, 300, 500 и 800 МВт непосредственное охлаждение обмоток статора осуществляется водой, а ротора - водородом. В турбогенераторах типа ТВЪ мощностью 300 и 500 МВт переменна непосредственное охлаждение обмотки ротора водой, обмотки статора -трансформаторным маслом. В зазоре генератора размещен цилиндры из изоляционного материала, полностью отделяющий статор от ротора.

При непосредственной системе охлаждения теплота от меди обмоток собирается охлаждающей средой, непосредственно соприкасающиеся с медью. В качестве охлаждающей среды используется водород, вода или масло, А В некоторых случаях и Воздух. У турбогенераторов ТГВ-200 газ циркулирует по трубам из нержавеющей стали, расположенным между двумя рядами элементарных проводников каждого стержня, а у турбогенераторов ТВВ-165 и ТВВ-200 часть проводников обмотки выполняется полый и по ним циркулируют дистиллят. Непосредственное охлаждение обмоток ротора конструктивно у разных типов турбогенераторов выполнена по-разному. Турбогенераторов типа ТВФ и ТВВ в основу конструкции ротора применен принцип сама вентилирования с распределением по длине бочки ротора захвата и выброса охлаждающего газа. В базовой части катушки ротора состоят из проводников обычно прямоугольного сечения, по боковым поверхностям катушек, вдоль всей длины базовой части ротора, про фрезерованные наклонные каналы. У турбогенераторов типа ТГВ каждый проводник обмотки ротора состоит из двух Половин корытообразная формы. В более проводники обмотки ротора Охлаждающий газ нагнетается с 2 сторон лобовых частей высоконапорный компрессором и выпускается в середине бочки ротора в зазор.

Для предотвращения утечки водорода из корпуса генератора или компенсатора в местах прохода вала ротора через торцевые крышки применяются масляные уплотнения кольцевого или торцевого типа. В [1] также представлены и описаны схемы снабжения уплотнений, газовые схемы, схема охлаждения обмоток водой.

Необходимо особенно подробно изучить как производится осмотры и проверки генераторов перед пуском его время работы, какие изменения проводятся перед пуском. Нужно уделить немаловажное внимание вопросам проверки совпадения фаз и синхронизации генераторов. В какой последовательности проводится синхронизация, Какой вид синхронизации применяется за основной для тех или иных генераторов, как осуществляется процесс синхронизации, Каковы допустимые отклонения от абсолютного равенства в напряжении, угле между векторами и частотах приточной синхронизации. Надо хорошо знать, как правильно производится прием активной и реактивной нагрузок генератора.

Особенно важно соблюдение допустимых значений температур отдельных частей генератора, допустимых значений токов в обмотках статора и ротора, температуры и давления охлаждающей среды, частоты и охлаждающего водорода. Надо помнить, что при концентрации от 3,3% до 81,5% водорода в атмосфере воздуха образуется гремучий газ, которое при

определенных условиях взрывается. Надо знать все нормальные режимы работы генераторов (несимметричный, асинхронный) их особенностей и допустимую продолжительность. Следует помнить, что длительность асинхронного хода для генераторов ТТВ и ТВВ должно быть не более 15 мин, а для генераторов 150 МВт и выше и для всех ТВВ работа с заземлением одной фазы в сети генераторного напряжения недопустима. В аварийных условиях допускается перегрузка генераторов и синхронных компенсаторов, величина которой зависит от продолжительности. Таблицы аварийных перегрузок приведены в [1]. Особое внимание необходимо уделить изучению неисправностей генераторов и возбuditелей, по каким признакам или каким методом можно определить ту или иную неисправность, каким образом она устраняется.

Все турбо- и гидрогенераторы могут работать в качестве синхронных компенсаторов. Методы пуска генераторов для работы этом режиме описаны в [1].

Необходимо разбираться в причинах возникновения паразитных токов в валах и подшипниках, знать методы их уменьшения, Каким образом происходит перевод генератора с воздуха на водород из водорода на воздух, что делается при обслуживании систем водяного охлаждения обмоток, щеточных аппаратов, с какой целью и как производится перевод генератора с рабочего возбuditеля на резервный и обратно.

Вопросы для самопроверки

1. Каким образом готовится генератор к пуску?
2. В какие сроки производится осмотр работающего генератора, и что при этом делается?
3. Каким образом производится фазировка генератор?
4. Опишите методы синхронизации генераторов, их преимущества и недостатки.
5. Как производится набор нагрузки генератора?
6. Какова должна быть частота охлаждающего водорода? На какой частоты водорода заполняется генератор при работе (вращающийся) и остановленный?
7. Как происходит работа генератора при отключении напряжения от нормального и с различными коэффициентами мощности?
8. Какова величина продолжительность аварийных перегрузок?
9. Что представляет собой несимметричный режим работы генератора?
10. Возможно ли асинхронный режим работы для генератора?

11. Опишите порядок замены охлаждающего газа в генераторах с воздушным охлаждением.
12. Как осуществляется переход с рабочего на резервный возбудитель?
13. Укажите основные неисправности генераторов и возбудителей.
14. Как осуществляется регулирование (изменения) активной и реактивной нагрузок на генераторах?
15. Укажите причины появления паразитных токов в валах и подшипниках генераторов и синхронных компенсаторов и методы борьбы с ними.

Тема 2.2. Эксплуатация электродвигателей

Типы применяемых электродвигателей. Требования, предъявляемые к электродвигателям.

Назначение электродвигателей собственных нужд. Понятие о самозапуске электродвигателей и условия, обеспечивающие успешный самозапуск.

Допустимые режимы работы электродвигателей, надзор и уход за ними.

Неисправности электродвигателей и их причины.

Меры безопасности при эксплуатации электродвигателей.

[1, §§6.1-6.5]

Методические указания

Весь материал темы достаточно подробно изложен в рекомендуемой литературе. Учащимся необходимо чётко представить назначение и степень ответственности тех или иных двигателей собственных нужд (с.н.) заплата знать условия, обеспечивающие бесперебойную и надежную работу собственных нужд электростанций. Такими условиями, обеспечивающими нормальную работу собственных нужд, являются: высокая эксплуатационная надежность электродвигателей с.н., быстрая и селективная отключение поврежденных двигателей, автоматическое включение резервных механизмов и агрегатов взамен отключился и автоматическое восстановление работы двигателей после коротких замыканий и кратковременного снятия напряжения (самозапуск электродвигателей).

При изучении процесса самозапуска нужно изучить условия обеспечивающие успешное групповой самозапуска электродвигателей с.н.

Для нормальной работы электродвигателей существуют допустимые режимы работы по пуску, напряжению, частоте, температуре входящего

воздуха, температуре подшипников. Электродвигателей допускают длительную работу с номинальной нагрузкой при отключении.

Напряжения от номинального в пределах от + 10 до - 5%.. При изменении частоты в пределах +/- 5% двигатель также может быть нагруженного номинальной мощности. Номинальное температуры входящего воздуха для двигателей, изготовленных по ГОСТ 183•74, считается 40°. Вкладыши подшипников скольжения не должны нагреваться выше 80°C, а для подшипников качения, предельно допустимая температура равна 100°C.

При изучении материала темы надо также рассматривать вопросы надзора и ухода за двигателями с.н, знать основные неисправности электродвигателей, их причины, а также методы их устранения.

Вопросы для самопроверки

1. Как подразделяются электродвигателей собственных нужд по степени ответственности в технологическом процессе?
2. Что такое самозапуск электродвигателей собственных нужд?
3. Каким образом происходит грунтовой выбег электродвигателя?
4. Как осуществляется групповой разбег электродвигателей с.н.?
5. Какие условия обеспечивают успешные групповой самозапуск электродвигателей с.н.?
6. Как влияет изменение частоты на работу асинхронного двигателя?
7. Как влияет изменение напряжения на работу асинхронного двигателя?
8. Какие допустимые режимы работы электродвигателей по температуре входящего воздуха и температуре подшипников?
9. В чём заключается надзор и уход за электродвигателями собственных нужд?
10. Перечислите основные неисправности и их причины электродвигателей С.Н.?
11. Какие меры безопасности предусматриваются при обслуживании электродвигателей С.Н.?

Тема 2.3. Эксплуатация силовых трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов

Нормальные режимы работы трансформаторов, авто трансформаторов и масляных реакторов. Допустимые нагрузки допустимые аварийные перегрузки.

Условия включения трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов в работу, фазировка контроль за работающими трансформаторами автотрансформаторы масляными реакторами.

Защита трансформатора, трансформаторов и масляных реакторов от перенапряжений.

Эксплуатация трансформаторного масла. Требования, предъявляемые к маслу, отбор проб масла, очистка, защита масла от окисления. Способы контроля состояния масла.

Обслуживание системы охлаждения.

Устройства для регулирования напряжения и их обслуживания.

Основные виды неисправности трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов.

Меры безопасности при эксплуатации силовых трансформаторов, автотрансформаторов масляных реакторов.

[2, гл.1; 2, гл.1]

Методические указания

Для трансформаторов, и для других электрических аппаратов, существует нормальные режимы работы, по напряжению, толку, чистоте. Но также предусматриваются и номинальные условия окружающей среды, при которых они могут работать неограниченно долго.

При изучении материала следует обратить внимание на допустимые перегрузки, трансформаторов (автотрансформаторов), нормальные (систематические) перегрузки в зависимости от суточного графика нагрузки, определяемые по диаграмме нагрузочной способности трансформаторов, перегрузки за счёт нагрузки летом (1% -ное правило), аварийные перегрузки.

Перед включением трансформатора в сеть необходимо обязательно осмотреть готовности оборудования к включению, а также условия при которых происходит включение. Контроль режима работы, а производится по амперметрам, вольтметрам, измеряющим напряжение на сборных шинах, температуры верхних слоев масла при помощи дистанционных термометров сопротивления и манометрических (термосигнализаторов).

Необходимо изучить какие требования в эксплуатации предъявляются к устройствам регулирования напряжения (ПБВ, РПН), а также к различными систему охлаждения. Нужно разобраться каким образом защищаются трансформаторы от перенапряжений в сетях с изолированной нейтралью, эффективным заземлением нейтрали, к чему приводит неполнофазный включение и нагрузка трансформаторов.

Масло в трансформаторах играет роль охлаждающей среды и изоляции. Состояния изоляционных свойств масло оказывает определённое влияние на электрическую проводимость изоляции обмоток трансформатора и сроки службы.

Во время эксплуатации масло, соприкасаясь с воздухом, поглощает воду и кислород. Под воздействием электрического поля и температуры происходит постепенное окисления и старения масла. Поэтому необходимо периодически проверять качество масла, заниматься его восстановлением. В процессе эксплуатации изоляционные свойства масла поддерживаются при помощи специальных устройств: расширителя, воздухоочистительных фильтров, термосифонный и адсорбционных фильтров, азотные защиты, плёночные защиты и введением антиокислительных присадок. Также масло может очищаться от механических примесей и влаги и восстанавливаться центрифугированием и фильтрованием, а сушкой при помощи цеолитов.

Нужно изучить характерные неисправности трансформаторов, чем они вызваны. В процессе работы трансформаторов можно предотвратить развитие определенных повреждений при помощи хроматографического анализа газов, растворенных в масле.

Вопросы для самопроверки

1. Какие условия окружающей среды являются номинальными для трансформатора?
2. В чём отличие автотрансформатора от трансформатора? Что такое типовая мощность автотрансформатора?
3. Каковы допустимые загрузки обмоток автотрансформаторов в различных режимах?
4. Можно ли перегружать трансформатор в номинальных условиях? Как определяется величина допускаемых перегрузок?
5. В чём заключается обслуживание систем охлаждения трансформаторов?
6. Какими способами осуществляется регулирование напряжения трансформаторов?
7. Что необходимо сделать перед тем, как включить в работу трансформатор после ремонта?
8. Как влияет готовность системы охлаждения на включения трансформатора под нагрузку?
9. Как производятся профилактические осмотры трансформаторов и контроль за их работой?

10. Каким образом защищаются трансформаторы от перегрузок в системах с изолированной нейтралью. С запятой эффективным заземлением нейтрали?
11. Как влияет неполнофазный включения нагрузочных трансформаторов на их работу?
12. Назовите условия включения трансформаторов на параллельную работу и к чему приводит несоблюдение этих условий?
13. Какими показателями характеризуется трансформаторное масло и какие изменения произойдут с ним при длительном соприкосновении его с воздухом? Как воздействует на масле электрическое поля и повышенная температура?
14. Как осуществляется восстановление масла?
15. Как предохраняется трансформаторное масло от окисления и увлажнения в процессе эксплуатации?
16. Что представляет собой азотное пленочная защита трансформаторного масла?
17. Какие повреждения трансформаторов имеют место при эксплуатации и как их определить?
18. В каких случаях срабатывает газовая защита и как при этом определить характер повреждений?
19. Что представляет собой хроматографический анализ газов, растворенных в масле?

Тема 2.4. Эксплуатация распределительных устройств

Основные требования к распределительным устройствам и задачи их эксплуатации.

Обеспечение надежной работы изоляции распределительных устройств.

Эксплуатация выключателей, разъединителей, отделители, короткозамыкатели и их приводов.

Эксплуатация блокировочных устройств.

Эксплуатация измерительных трансформаторов, конденсаторов связи и разрядников.

Эксплуатация шин и токопроводов, уход за контактами.

Эксплуатация комплектных распределительных устройств.

Эксплуатация токоограничивающих реакторов.

Требования к заземляющим устройствам, их конструкций.

Эксплуатация заземляющих устройств.

Эксплуатация компрессорных установок.

Основные виды неисправностей оборудования распределительных устройств.

Обеспечение безопасной работы в распределительных устройствах.

[2, гл.3-5; 3, гл. 3-5]

Методические указания

Весь материал темы подробно изложен в [2, гл.3-5] и [3, гл.3-5].

Учащиеся должны детально ознакомиться с требованием к распределительным устройствам и задачам по их обслуживанию. От качества и состояния изоляции во многом зависит безаварийная работа аппаратуры РУ. Необходимо в эксплуатации следить за чистотой изоляция распределительных устройств электростанций и подстанций и особенно, если они расположены в зоне химических предприятий. Сильно загрязненных районах должны применяться специальные изоляторы или гирлянды с увеличенным числом элементов.

На станциях и подстанциях применяются выключатели разных видов и конструкций преимущественное распределение получили масляные баковые выключатели с большим объемом масла, маломасляные выключатели и воздушные выключатели. Однако на сегодняшний день перспективы в применении элегазовые и вакуумные выключатели.

Требования, предъявляемые выключателям во всех режимах работы следующей:

1. Надежное подключение любых токов в пределах номинального значения;
2. Быстродействия при отключении; т.е. гашение дуги в возможно меньший промежуток времени, что вызывается необходимостью сохранения устойчивости параллельной работы станции КЗ.;
3. Пригодность для автоматического, повторного включения после отключения электрической цепи защиты;
4. Взрыво-и пожаробезопасность;
5. Удобство обслуживание.

В связи с этими требованиями к разным типам выключателей и их приводом предъявляются различные требования в процессе их обслуживания.

Определённые требования предъявляются к разъединителям, отделителя и короткозамыкателям, соблюдение которых также способствует успешной их работе.

Надо обратить внимание на особенности эксплуатации всех других элементов РУ.

Перегрузка трансформаторов тока по току первичной обмотки допускается до 20%. При этом важно следить за нагревом и состоянием контактов, через которые проходит первичный ток. Обслуживание трансформаторов напряжения и их вторичных цепей заключается в надзоре за работой самих трансформаторов и контроль за неисправности в цепи вторичного напряжения.

Осматривая конденсаторы связи и отбора мощности, обращают внимание на чистоту поверхности фарфоровых корпусов, но отсутствие следов просачивания масла через уплотнения фланцев и торцевых крышек, а также на отсутствие трещин в фарфоровых корпусах.

При осмотрах вентильных разрядников обращают внимание на целостность фарфоровых покрышек, армированных швов и резиновых уплотнение. Наблюдение за их работой ведется по показаниям регистраторов срабатывания. Оперативное обслуживание ОПН мало чем отличается от обслуживания вентильных разрядников.

При систематических внешних осмотрах токоограничивающих реакторов, также при осмотрах после КЗ, действия у которого подвергается реактора, проверяют отсутствие повреждений обмоток и токопроводящих шин, бетонных стоек витковой и фарфоровой изоляции значительную опасность для бетонных стоек реактора представляет влага, которую бетон быстро впитывает в результате чего снижается сопротивление в 2-3 раза.

Для безопасного обслуживания оборудования все РУ должны быть обеспечены соответствующим ограждением, подписями и плакатами, необходимыми защитными средствами, блокировками выключатели с разъединителями, заземляющими ножами и т.д.

Учащиеся должны знать разницу между рабочим и защитным заземлением, правилами их эксплуатации.

Вопросы для самопроверки

1. Какие требования предъявляются к электрооборудованию РУ?
2. На что надо обратить внимание при осмотрах масляных и воздушных выключателей?
3. Каковы особенности эксплуатации шин, изоляторов, разъединителей и короткозамыкателей?
4. Почему особенно важно в эксплуатации исправное состояние выключателей?
5. Какие требования предъявляются к выключателям, разъединителем?

6. Приведите примеры блокировочных устройств, и какие функции они выполняют?
7. На что обращать внимание при осмотре трансформаторов тока, напряжение, конденсаторов связи?
8. Какие меры безопасности предусматриваются при обслуживании конденсаторов связи?
9. Какими способами измеряется температура контактных соединений?
10. В чём особенности эксплуатации КРУ, КРУН, КРУЭ?
11. Какие неисправности характерны для токоограничивающих реакторов?
12. Устройство и назначение защитного и рабочего заземления.
13. Каковы особенности эксплуатации заземляющих устройств?
14. Опишите особенности обслуживания компрессорных установок.
15. Какие технические мероприятия должны быть предусмотрены в РУ Для обеспечения безопасности производства работ?

Тема 2.5. Эксплуатация устройств систем управления, контроля, релейной защиты и автоматики

Основные сведения об эксплуатации устройств в системе управления, контроля, релейной защиты и автоматики. Обслуживание аккумуляторных батарей. Техническая и оперативная документация. Обеспечение безопасных условий труда.

[1, гл.11;2, §§6.2, 7.1;3, §§7.13 7.14]

Методические указания

Весь необходимый материал темы достаточно подробное служит фонд рекомендуемые литературе.

Электрическое оборудование может находиться в работе или под напряжением только с включенной защиты от всех видов повреждений и нарушение нормальных режимов работы. В случае неисправности или отключения для проверки отдельных видов защит состоявшихся в работе защиты должны обеспечивать полноценную защиту от возможных повреждений. При необходимости им должны вводиться в работу временные защиты. Режим работы включённых в устройство релейной защиты и автоматики толщина в каждый момент времени соответствовать режим работы силового оборудования.

В связи с этим оперативный персонал обязан следить за исправным состоянием устройств релейной защиты и автоматики (РЗ и А), а также за

исправности цепей вторичной коммутации по их внешнему виду при периодических осмотрах и подействует сигнальных устройств.

При изучении эксплуатации аккумуляторных батарей учащиеся должны знать устройство аккумуляторов, особенности их эксплуатации, режимы работы, неисправности аккумуляторов и уход за ними. Необходимо также знать правила техники безопасности, т.к. при эксплуатации аккумуляторных батарей приходится иметь дело с опасными для человека материалами.

На всех электростанциях и предприятиях электрических сетей имеется следующая основная документация: технический паспорт всего энергообъекта с исполнительными чертежами оборудования и схемами первичных и вторичных электрических соединений; технические паспорта установленного оборудования; инструкция по обслуживанию оборудования и должностные инструкции по каждому рабочему месту; оперативной документации.

Вопросы для самопроверки

1. Что должен знать персонал для успешной эксплуатации устройства релейной защиты и автоматики?
2. Каковы особенности эксплуатации цепей РЗ и А?
3. Опишите действия оперативного персонала при срабатывании устройств РЗ и А?
4. Назначение аккумуляторных батарей на электростанциях и подстанциях.
5. Каковы особенности эксплуатации аккумуляторов?
6. В каких режимах работают аккумуляторные батареи на электростанциях в настоящее время?
7. Какие неисправности характерны для аккумуляторных батарей?
8. Какие требования предъявляются к помещениям аккумуляторных батарей?
9. Какая документация должна находиться на эксплуатации?
10. Какая оперативная документация имеется у дежурного персонала?

Раздел 3. Эксплуатация силовых кабельных линий

Технический надзор за прокладкой и монтажом кабельных электрических линий.

Приемка кабельных электрических линий в эксплуатацию. Надзор за кабельными электрическими линиями. Контроль за нагрузками и нагревом кабельных электрических линий.

Коррозия металлических оболочек кабелей и меры защиты от неё.

Технический надзор и эксплуатация устройств пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, установленных в кабельных сооружениях.

Профилактические испытания кабельных электрических линий.

Определение мест повреждений. Эксплуатация маслонаполненных кабельных электрических линий.

Основные виды неисправностей кабельных электрических линий.

Меры безопасности при эксплуатации кабельных электрических линий.

[1, §§13.1-13.7, 13.9; 2, §4.6; 3, §4.6]

Методические указания

Весь материал по данному разделу из слов в остальное рекомендуемой литературы.

В определении надзора за кабельными материалами включается обход трассы и осмотр кабельных линий, а также наблюдение за производством работ на трассах и вблизи кабельных линий, осуществляемая специально выделенными лицами из эксплуатационного персонала.

Нагрузка кабельных линий рассчитывается условия допустимых температур нагрева токоведущих жил. Максимально допустимые температуры установленный в зависимости от рабочего напряжения и виды изоляции кабеля. Проверка температуры жил силовых кабелей может проводиться измерением температуры их металлических оболочек с учетом перепада температур от металлических оболочек до жил. Длительно допустимый (эксплуатационные) нагрузки силовых кабелей определяется в зависимости от температуры среды, которой он проложен, и условий прокладки (в земле, трубах, блоках и т.д.).

Металлические оболочки кабельных линий, проложенных в земле, подвергаются опасности разрушения вследствие электролитической и электрохимической коррозии. Первый вид коррозии вызвано происхождением блуждающих токов, второй - агрессивными свойствами почв. Защита кабелей от электрической коррозии заключается в понижении положительного потенциала на их оболочки, а также применение кабелей с антикоррозионным покрытием или в пластиковых оболочках точка это же способа является защитой и от почвенной коррозии.

В эксплуатации кабельной линии подвергаются профилактическим испытаниям, которые позволяют выявить и своевременно устранить слабые места в изоляции кабелей. Основным местом является испытание повышенным напряжением постоянного тока. Состояние изоляции оценивается по токам утечки и асимметрии тока по фазам. Так как кабельные линии имеют большую протяжённость, то немаловажным мероприятием

является определение мест повреждений. Прежде всего устанавливается характер повреждений. После этого устанавливается зона, в границах которой имеется повреждение. Определение зоны повреждения производится следующими методами: петлевым, импульсным и методом колебательного разряда. Точное выявление места повреждения производится абсолютным индукционным и акустическим методами.

Эксплуатация маслонаполнительных кабельных линий связано с необходимостью систематического наблюдения за работой масла подпитывающих устройств, качеством заполняющих их масло и герметичностью всей масляной системы. Наблюдение ведется с помощью устройств сигнализации давления масла, обеспечивающие регистрацию и передачу оперативному персоналу сигнала о понижении и повышении давления масла сверх допустимых пределов.

Вопросы для самопроверки

1. Как производится приемка в эксплуатацию кабельных линий?
2. Почему необходимо вести эксплуатационный надзор при монтаже и прокладке кабельных линий?
3. Как осуществляется надзор за кабельными линиями?
4. От чего зависит дополнительно допустимые нагрузки силовых кабелей?
5. В каких случаях допускается кратковременная перегрузка кабелей и каковы величины этой перегрузки?
6. Почему опасны блуждающие токи для металлических оболочек кабелей?
7. Какие мероприятия проводятся по борьбе с электрической и химической коррозией?
8. Почему для испытания кабелей повышенным напряжением применяется выпрямленный ток?
9. Нормы и объем профилактических испытаний кабельных линий.
10. Какими методами определяются места повреждений кабельных линий?
11. Как контролируется давление масла в маслонаполненных кабельных линиях?

Раздел 4. Выполнение оперативных переключений в электроустановках

Оперативное состояние электрического оборудования. Задачи, обязанности, ответственность и подчиненность оперативного персонала.

Распоряжение на производство переключений. Блок переключателей.

Общие сведения о переключениях цепях релейной защиты и автоматики.

Операции с коммутационными электрическими аппаратами. Последовательность основных операций.

Перевод присоединений с одной системы сборных шин на другую. Вывод в ремонт системы сборных шин. Переключения при выводе в ремонт выключателей и вводе их в работу после ремонта при различных электрических схемах распределительных устройств.

[1, гл. 14; 2 гл. 8; 3, гл. 9]

Методические указания

Материал по данной теме полностью изложен в новой рекомендуемой литературе.

Электрическое оборудование на электростанциях и подстанциях (трансформаторы, коммутационные аппараты, шины и т.д.) может находиться в состоянии работы, ремонта, резерва, автоматического резерва, под напряжением. Очевидно, что оперативное состояние оборудования определяется положением коммутационных аппаратов, которые предназначены для его включения и отключения. Каждое устройство релейной защиты и автоматики может находиться в включённом (введённом) в работу состоянии, в отключённом (выведённом) из работы, отключённом для технического обслуживания.

Перевод оборудования из одного оперативно состояния в другое происходит в результате оперативных переключений. Изменения оперативно состояния оборудования на подстанциях руководит диспетчер, в оперативном управлении которого находится основное оборудование, устройство релейной защиты и различные автоматические устройства. Расположения о переключении отдаются диспетчером непосредственно подчинённому персоналу. Содержание и объём распоряжения определяется диспетчером. В распоряжении указывается цель переключения и последовательность выполнения операции.

Переключения на подстанциях, требующие соблюдения строгой последовательности оперативных действий выполняются по бланкам переключений.

Операции с коммутационными аппаратами, установленными в одной электрической цепи, выполняются в последовательности, определяемой назначением этих аппаратов и безопасностью операции для лица, выполняющего переключения. При отключении электрической цепи, имеющей выключатели, 1 выполняется операция отключения выключателей, при этом разрывается цепь такое снимается напряжение только с отдельных

элементов электрической цепи. Если электрическая цепь вводится в ремонт, то для безопасности работ она отключается и разъединителями. Практикой установлена последовательность отключения разъединителей: сначала отключают линейные (трансформаторные), а затем шинные разъединители. При включении электрической цепи сначала включают шинные на соответствующую систему шин, затем линейные (трансформаторные) разъединители.

Помимо операции с коммутационными аппаратами необходимые проверки (или выполнения так называемой проверочных действий), при помощи которых дается информация о своих приключениях, а также возможность безошибочно выполнения каждой последующей операции. В процессе переключения должны проверяться нагрузки отключаемых (включаемых) электрических цепей, действительное положение коммутационных аппаратов, стационарных заземлителей и (заземляющих ножей), а также отсутствие напряжения на токопроводящих частях перед их заземлением.

Учитывая изложенное выше, учащиеся должны четко представлять себе последовательность основных операций при различных оперативных переключениях, которые предложены в программе курса.

Вопросы для самопроверки

1. Что следует помнить под оперативным состоянием оборудования?
2. Каким образом передаётся распоряжение на производство переключений?
3. Назначение бланка переключений. Порядок его составления.
4. Порядок выполнения операции коммутационными электрическими аппаратами в РУ.
5. Как и для чего в процессе переключения осуществляется проверка действительных положение коммутационных аппаратов?
6. Последовательность производства операции при переводе присоединение с одной системы на другую.
7. Какое основное условие должно быть выполнено при переводе присоединение с одной системы на другую?
8. Перечислите группы операций при замене выключателя цепи обходным выключателем.
9. Перечислите группы операции при замене выключателя цепи сына соединительным выключателем.

Раздел 5. Ликвидация аварий в электрической части электрических станций или подстанций и на линиях электропередачи

Основные причины аварии источники информации об аварии ВК. Разделение функции оперативного персонала при ликвидации аварии. Самостоятельные действия персонала. Действия персонала в аварийной ситуации. Ликвидации аварийных ситуаций, связанных с автоматическим отключением линии электропередачи. Ликвидации аварийных ситуаций в электрической части электрических станций и подстанций при отключении генераторов, силовых трансформаторов, сборных шин или неполадок в системе собственных нужд электростанций.

Действие персонала при отказе коммутационных электрических аппаратов.

Организация противоаварийных тренировок персонала.

[1, гл.15;2, гл.10;3, гл.11]

Методические указания

Материал темы подробно изложен в рекомендуемой литературе. При изучении материала темы учащиеся должны обратить особое внимание на причины возникновения различного рода аварии на станциях и подстанциях и способы их ликвидации.

Аварии на подстанциях могут произойти в результате отсутствия данных повреждения оборудования, нарушения в работе оборудования от возможных перенапряжений и воздействия электрической дуги, отказов в работе устройств релейной защиты, автоматики, аппаратов вторичной коммутации, ошибочных действий персонала (оперативного, ремонтного, производственных служб). Все перечисленные в случае аварии, а также многие другие, частным образом расследуются, изучаются и принимаются меры к тому, чтобы исключить их повторения.

Аварии на подстанциях - события сравнительно редкие, но чрезвычайно значительные по своим последствиям. Они устраняются в основном действиям специальных автоматических устройств, в иных случаях ликвидируются действиями оперативного персонала.

Ликвидация аварий оперативным персоналом заключается:

- в выполнении переключений, необходимых для отделения поврежденного оборудования и предупреждения развития аварий;
- в устранение опасности для персонала;
- в локализации и ликвидации очагов возгорания в случае их возникновения;
- в восстановлении в кратчайший срок энергоснабжения потребителей;
- в выяснения состояния отключившегося от сети оборудования и принятие мер по включению в его в работу или выводу в ремонт.

О случившейся аварии персоналу узнаёт по срабатыванию устройство автоматической сигнализации, по показаниям измерительных приборов, совокупность сигналов от действия релейной защиты и автоматики.

Действия оперативного персонала и аварийной ситуации сводится к следующему:

1. Сбору и систематизации поступившей информации;
2. Анализу собранной информации, т.е. установление связи с тем темами или иными событиями, к познанию того, что произошло;
3. Составлению плана ответных действий (принятию оперативного решения) на основе имеющейся информации;
4. Реализация плана ответных действий и его корректировки в зависимости от наблюдения, накопления новой информации и реального хода ликвидации аварии. В момент возникновения аварийной ситуации оперативному персоналу следует:

1. Прекратить воздействие звукового сигнала и записать время аварии;
2. Установить место аварии (РУ, помещение, ячейку) по участковой сигнализации, сигнализация положения выключателя, показаниям измерительных приборов;
3. Осмотреть световые табло на панелях щита управления;
4. Привести в положение соответствия Включи управления коммутационных аппаратов, сигнальные лампы которых указывают на несоответствия положения аппарата его ключа управления;
5. Сообщить диспетчеру, в оперативном управлении (или введении) которого находится оборудование, возникновении аварийной ситуации на подстанции, получить разрешение и осмотреть реле на панелях релейной защиты и автоматики.

Учитывая сказанное выше, учащимся необходимо внимательно ознакомиться с ликвидации аварийных ситуаций, которые рекомендуется изучить в программе.

Вопросы для самопроверки

1. На основании какой информации оценивается аварийной ситуации, возникшая на станции или подстанции?
2. Что должен делать оперативный персонал и В какой последовательности при возникновении аварийной ситуации.
3. Каким образом действует персонал при отключении линии тупикового питания?
4. Каким образом действует персонал при отключении транзитной линии?
5. Чем вызваны автоматическое отключение трансформаторов и каким образом устраняются?
6. В каких случаях происходит автоматическое отключение сборных шин?

7. Как восстанавливается питание на сборных шинах при отключении действием ДЗШ или УРОВ?
8. Каким образом организовано обучение персонала методом ликвидации аварий?

Перечень лабораторных работ по дисциплине.

1. Контроль состояния контактных соединений.
2. Контроль состояния изоляции электродвигателя или элементов распределительного устройства.
3. Исследование распределения напряжения по гирлянде изоляторов.
4. Опробование приводов выключателей.
5. Измерение сопротивления заземляющих устройств.

Задание к домашней контрольной работе №1

Домашняя контрольная работа № 1 выполняется по четырем вопросам. Номер вопроса определяется следующим образом: номер первого вопроса – сумма двух последних цифр шифра, второй вопрос плюс 12 к предыдущему числу, третий - плюс ещё 12, четвертый – плюс ещё 12. Если номер последнего вопроса превышает количество вопросов, то из этого числа вычитаем 46 и получаем номер четвертого вопроса. Например, две последние цифры шифра зачетки 48: сумма этих цифр составляет 12, значит первый вопрос 12, второй вопрос $12+12=24$, третий $24+12=36$, четвертый $36+12=48$, $48-46=2$ (второй). Номера вопросов: 2, 12, 24 и 36.

Задача

Определить значение остаточного напряжения при самозапуске двигателей с. н. блочного агрегата мощностью 200 МВт после перерыва питания 2 с и оценить успешность самозапуска. В самозапуске участвуют двигатели мельничного вентилятора (МВ), питательного насоса (ПЭН), дымососа (Д), дутьевого вентилятора (ДВ), вентилятора горячего дутья (ВГД), конденсатного насоса (КН), циркуляционного насоса (ЦН) и резервного возбудителя (РВ).

Данные двигателей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Двигатели							
	МВ	ПЭН	Д	ДВ	РВ	ВГД	КН	ЦН
$I_{ном.дв}, А$	90	450	204	99	156	32	29,4	215

Кратность пускового тока, k_n	5,4	7,0	5,5	10,3	10,5	4,6	5,8	5,4
---------------------------------	-----	-----	-----	------	------	-----	-----	-----

Данные для определения параметров самозапуска определяются из таблиц 2-4.

Типы резервных трансформаторов

Таблица 2.

Последняя цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип трансформатора	ТМНС - 6300/10	ТМН-6300/10	ТДНС-10000/35	ТДН-10000/110	ТДНС-16000/20	ТДН-16000/110	ТДНС-16000/35	ТДН-25000/110	ТРДНС-25000/10	ТДН-40000/110

Сопротивление внешней цепи

Таблица 3.

Предпоследняя цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
X_c	0,046	0,047	0,048	0,049	0,05	0,051	0,052	0,053	0,054	0,055

Тип станции

Таблица 4.

Последняя цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип станции	Среднего давления					Высокого давления				

Вопросы

1. Особенности энергетического производства в Республике Беларусь.
2. Основные направления технического прогресса в области эксплуатации электрооборудования.
3. Энергетическая система Республики Беларусь и организация её эксплуатации.
4. Производственная структура электростанций, электроцеха.
5. Оперативное управление работой электростанции, обязанности дежурного персонала электроцеха.
6. Производственная структура электрических сетей.
7. Оперативное управление подстанциями.
- (3, 4, 5 и 6 вопросы следует осветить на примере конкретных электростанций и сетей, если вы там работаете)*
8. Задачи диспетчерского управления объединенной энергосистемой и обязанности дежурного диспетчера.
9. Обязанности оперативного персонала. Оперативный контроль за работой оборудования. Приемка-сдача смены.
10. Ответственность за выполнение Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей (ПТЭ). Соблюдение природоохранных требований.
11. Подготовка персонала для работы на энергопредприятиях. Техническое оснащение энергопредприятий для обучения персонала.
12. Медицинское освидетельствование перед оформлением на работу на энергопредприятия. Формы обучения до назначения на самостоятельную работу: необходимая теоретическая подготовка; обучение на рабочем месте; стажировка.
13. Проверка знаний ПТЭ, производственных и должностных инструкций; дублирование. Противоаварийные и противопожарные тренировки. Повышение квалификации персонала.
14. Техническая и оперативная документация. Порядок присвоения нумераций и других обозначений оборудованию.
15. Приемка в эксплуатацию оборудования и сооружений.
16. Основные сведения о поузловом опробовании, приемке отдельных элементов электроустановок, пробном пуске и комплексном опробовании оборудования электроустановок. Приемка электрооборудования в работу рабочей и пусковой комиссиями.
17. Нагрев неизолированных проводов и контактов. Измерение и контроль температуры нагрева контактов.
18. Нагрев электрооборудования в установившемся и переходных режимах.
19. Классы изоляции по нагревостойкости. Тепловое старение изоляции.
20. Методы и средства измерения температур и превышения температур. Контроль переходного сопротивления контактов.
21. Уход за контактными соединениями.

- 22.Изменение состояния изоляции. Причины старения изоляции. Измерение сопротивления изоляции.
- 23.Измерение тангенса угла диэлектрических потерь и емкостные методы.
- 24.Измерение распределения напряжения по гирлянде изоляторов.
- 25.Испытание изоляции повышенным напряжением.
- 26.Периодические осмотры и проверки оборудования генераторов.
- 27.Проверка совпадения фаз, синхронизация и набор нагрузки генератором.
- 28.Нормальные режимы работы генераторов.
29. Допустимые нагрузки и допустимые аварийные перегрузки.
- 30.Несимметричный режим работы генераторов.
- 31.Асинхронный режим работы генераторов.
- 32.Работа генераторов в режиме синхронных компенсаторов.
- 33.Обслуживание систем возбуждения генераторов.
- 34.Обслуживание систем охлаждения генераторов.
- 35.Обслуживание щеточных аппаратов генераторов.
- 36.Перевод генератора с воздушного охлаждения на водородное и обратно.
- 37.Токи в валах и подшипниках генераторов.
- 38.Меры безопасности при эксплуатации генераторов.
- 39.Назначение электродвигателей собственных нужд, типы применяемых электродвигателей.
- 40.Требования, применяемые к электродвигателям собственных нужд.
- 41.Самозапуск электродвигателей, основные понятия и определения.
- 42.Условия, обеспечивающие успешный самозапуск электродвигателей.
- 43.Допустимые режимы работы электродвигателей по напряжению, частоте при изменении температуры входящего воздуха, по температуре подшипников скольжения и качения, по вибрации.
- 44.Надзор и уход за электродвигателями, периодичность осмотра и надзора.
- 45.Неисправности электродвигателей и их причины.
- 46.Меры безопасности при эксплуатации электродвигателей собственных нужд.

Задание к домашней контрольной работе №2

Домашняя контрольная работа № 2 состоит из задачи и четырех вопросов. Номер вопроса определяется следующим образом: номер первого вопроса – две последние цифры шифра учащегося (если больше 90, то плюс последняя цифра шифра и минус 90), второй вопрос плюс 22 к предыдущему числу, третий - плюс ещё 22, четвертый – плюс ещё 22. Если номер последнего вопроса превышает количество вопросов, то из этого числа вычитаем 90 и получаем номер четвертого вопроса. Например, две последние цифры зачетки 48: значит первый вопрос 48, второй вопрос $48 + 22 = 70$, третий $70 + 22 = 92$ ($92 - 90 = 2$) второй, четвертый $2 + 22 = 44$. Номера ваших вопросов: 48, 70, 2 и 44.

Задача

Два трансформатора одинаковой мощности включены на параллельную работу. Трансформаторы имеют одинаковые напряжения на высокой стороне $U_{ВН} = 110$ кВ, но разные на низкой. Также у включаемых параллельно трансформаторов разные напряжения короткого замыкания.

Определить уравнивающий ток трансформаторов и распределение нагрузки между трансформаторами. Сделать вывод о возможности включения этих трансформаторов на параллельную работу.

Таблица 1. Мощности параллельно включаемых трансформаторов

Последняя цифра шифра учащегося	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$S_{1ном} = S_{2ном},$ МВ·А	2,5	4	6,3	10	16	25	32	40	80	125

Таблица 2. Напряжения на низкой стороне параллельно включаемых трансформаторов

Предпоследняя цифра шифра учащегося	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$U_{1нн},$ В	9500	9550	9600	9650	9700	9750	9800	9850	9900	9950
Третья с конца цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$U_{2нн},$ В	10000	10050	10100	10150	10200	10250	10300	10350	10400	10450

Таблица 3. Напряжения короткого замыкания параллельно включаемых трансформаторов

Последняя цифра шифра учащегося	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$u_{к1},$ %	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8
Предпоследняя цифра шифра учащегося	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$u_{к2},$ %	10,0	10,2	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12

Вопросы

1. Нормальные режимы работы трансформатора.
2. Режимы работы автотрансформатора.
3. Допустимые нагрузки и допустимые аварийные перегрузки трансформаторов.
4. Условия включения трансформаторов в работу.
5. Фазировка трансформаторов.
6. Контроль за работающими трансформаторами.
7. Периодические осмотры трансформаторов.
8. Включение трансформаторов в параллельную работу.
9. Защита трансформаторов от перенапряжений в сетях с изолированной нейтралью.
10. Защита трансформаторов от перенапряжений в сетях с эффективным заземлением нейтрали.
11. Защита трансформаторов от перенапряжений: неполнофазное включение ненагруженных трансформаторов.
12. Рекомендации оперативному персоналу для избежания перенапряжений на нейтральных трансформаторов.
13. Эксплуатация трансформаторного масла. Восстановление свойств масла.
14. Эксплуатация трансформаторного масла. Защита масла от увлажнения и окисления во время эксплуатации. Способы контроля состояния масла.
15. Азотная защита трансформаторов и её обслуживание.
16. Пленочная защита трансформаторов. Присадки, увеличивающие срок службы трансформаторного масла.
17. Обслуживание систем охлаждения трансформаторов: виды систем охлаждения, требования, предъявляемые к ним.
18. Обслуживание систем охлаждения трансформаторов: осмотры, наблюдения за работой, технический уход.
19. Устройства для регулирования напряжения: трансформаторов: способы регулирования напряжения, конструкции регулировочных устройств.
20. Обслуживание устройств регулирования напряжения.
21. Основные виды неисправностей трансформаторов и масляных реакторов.
22. Хромотографический анализ трансформаторного масла.
23. Меры безопасности при эксплуатации трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов.
24. Основные требования, предъявляемые к РУ.
25. Задачи по эксплуатации РУ.
26. Обеспечение надежной работы изоляции РУ.
27. Требования, предъявляемые к выключателям: эксплуатация масляных выключателей.
28. Требования, предъявляемые к выключателям: неполадки в работе масляных выключателей и их устранение.
29. Требования, предъявляемые к выключателям: эксплуатация воздушных выключателей.

30. Требования, предъявляемые к выключателям: неполадки в работе воздушных выключателей и их устранение.
31. Эксплуатация элегазовых выключателей.
32. Эксплуатация вакуумных выключателей.
33. Разъединители. Требования, предъявляемые к ним.
34. Эксплуатация разъединителей, отделителей, короткозамыкателей и их приводов.
35. Назначение и виды блокировочных устройств.
36. Эксплуатация блокировочных устройств.
37. Особенности конструкции трансформаторов тока и их эксплуатация.
38. Особенности конструкции трансформаторов напряжения и их эксплуатация.
39. Особенности конструкции комплектных РУ-6-10 кВ.
40. Эксплуатация комплектных РУ-6-10 кВ.
41. Особенности конструкции элегазовых КРУ-110-220кВ.
42. Эксплуатация элегазовых КРУ-110-220кВ.
43. Эксплуатация конденсаторов связи.
44. Эксплуатация разрядников, ОПН.
45. Эксплуатация шин и токопроводов.
46. Уход за контактами, контроль нагрева контактных соединений.
47. Эксплуатация токоограничивающих реакторов.
48. Виды заземлений, требования к заземляющим устройствам и их конструкции.
49. Эксплуатация заземляющих устройств.
50. Требования к качеству сжатого воздуха, получение и распределение сжатого воздуха.
51. Эксплуатация компрессорных установок.
52. Обеспечение безопасной работы в распределительных устройствах.
53. Основные сведения об эксплуатации устройств систем управления, контроля, релейной защиты и автоматики.
54. Режимы работы аккумуляторных батарей.
55. Эксплуатация и уход за аккумуляторными батареями.
56. Неисправности аккумуляторных батарей и способы их устранения.
57. Обеспечение безопасных условий работы при обслуживании аккумуляторных батарей.
58. Приемка кабельных линий в эксплуатацию.
59. Надзор за кабельными электрическими линиями.
60. Контроль за нагрузками и нагревом кабельных электрических линий.
61. Коррозия металлических оболочек и меры защиты от нее.
62. Профилактические испытания кабельных электрических линий.
63. Определение мест повреждений кабельных электрических линий.
64. Эксплуатация маслонаполненных кабельных электрических линий.
65. Эксплуатация кабельных электрических линий из сшитого полиэтилена.
66. Оперативное состояние электрического оборудования.

67. Задачи, обязанности, ответственность и подчиненность оперативного персонала.
68. Распоряжение на производство переключений, бланк переключений.
69. Последовательность основных операций с коммутационными электрическими аппаратами.
70. Вывод в ремонт кабельных и воздушных линий электропередачи.
71. Последовательность операций с коммутационными электрическими аппаратами.
72. Общие сведения о переключениях в цепях РЗА.
73. Перевод присоединений с одной системы шин на другую.
74. Действия персонала при вводе в работу системы сборных шин после ремонта.
75. Действия персонала при выводе в ремонт системы сборных шин.
76. Переключения при выводе в ремонт выключателей и вводе их в работу.
77. Основные группы операций при замене выключателя электрической цепи шиносоединительным выключателем.
78. Основные группы операций при вводе в работу выключателя электрической цепи, включенной с помощью ШСВ, после ремонта.
79. Основные группы операций при замене выключателя электрической цепи обходным выключателем.
80. Основные группы операций при вводе в работу выключателя электрической цепи, включенной через обходной выключатель.
81. Основные причины аварий.
82. Источники информации об авариях.
83. Действия персонала в аварийной ситуации.
84. Самостоятельные действия персонала станций и подстанций при ликвидации аварий.
85. Ликвидация аварийных ситуаций, связанных с отключением транзитной линии электропередач.
86. Ликвидация аварийных ситуаций, связанных с отключением тупиковой линии электропередач.
87. Ликвидация аварийных ситуаций в электрической части подстанции.
88. Ликвидация аварийных ситуаций в главных схемах электростанций.
89. Ликвидация аварийных ситуаций в системе собственных нужд электростанций.
90. Ликвидация аварий в энергосистемах.

Литература

Основная:

1. Красник В.В., Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей в вопросах и ответах. Пособие для изучения и подготовки к проверке знаний, 2009 г.
2. Сибикин Ю.Д., Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий, 2009 г.
3. Варварин В.К., Выбор и наладка электрооборудования. 2008 г.
4. Ящура А.И., Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования, 2008 г.
5. Мандрыкин С.А., Филатов А.А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования станций и сетей. Энергоатомиздат, 1983.
6. Филатов А.А. Оперативное обслуживание электрических подстанций. Энергия, 1980.
7. Филатов А.А. Обслуживание электрических подстанций оперативным персоналом, - М.: Энергоатомиздат, 1990.

Дополнительная:

8. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. 4-е издание. Энергоатомиздат, 1989.
9. Пособие для изучения Правил технической эксплуатации электрических станций сетей. Под ред. К.М. Антипова. Энергия, 1979.
10. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, Энергоатомиздат, 1987.
11. Нормы испытания электрооборудования. Под ред. С.Г. Королева. Атомиздат, 1978
12. Правила устройства электроустановок. 6- издание. Энергоатомиздат, 1989.
13. Белицкий О.В. и др. Обслуживание электрических подстанций- м.: Энергоатомиздат, 1985.

14. Мусаэлян Э.С. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
15. Справочник по организации и механизации электромонтажных работ на электростанциях и подстанциях. Под. Ред. Н.А. Иванова, Н.Г. Эуса, - М.: Энергоатомиздат, 1988.
16. Грудинский П.Г., Мандрыкин С.А., Улицкий М.С. Техническая эксплуатация основного электрооборудования станций и подстанций – М.: Энергия, 1974.
17. Мотыгина С.А. Эксплуатация электрической части тепловых электростанций. – М.: Энергия, 1979.
18. Мандрыкин С.А., Филатов А.А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования станций и сетей: Учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. 344 с., с ил.
19. Грудинский П.Г., Мандрыкин С.А., Улицкий М.С. Техническая эксплуатация основного электрооборудования станций и подстанций. Под ред. П. И. Устинова. М., «Энергия», 1974. 576 с. с ил.
20. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.: с ил.
21. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.: ил.