**Дисциплина: Эксплуатация оборудования электрических сетей**

**Лекция № 6 «Распределительные устройства и территория подстанций»**

Оглавление

[6.1 Требования, предъявляемые к зданиям и сооружениям распределительных устройств 1](#_Toc420997627)

[6.2 Эксплуатация электрооборудования ОРУ 2](#_Toc420997628)

[6.3 Содержание территорий, ОРУ и дорог 4](#_Toc420997629)

[6.4 Открытые распределительные устройства 5](#_Toc420997630)

[6.5 Порядок осмотра оборудования подстанций. 7](#_Toc420997631)

[6.5.1 Осмотр открытых распределительных устройств 8](#_Toc420997632)

[6.5.2. Осмотр закрытых распределительных устройств. 9](#_Toc420997633)

# 6.1 Требования, предъявляемые к зданиям и сооружениям распределительных устройств

В помещениях РУ двери, окна должны быть всегда закрыты, а проёмы в перегородках между аппаратами, содержащими масло, заделаны. Все отверстия в местах прохождения кабеля уплотняются. Для предотвращения попадания животных и птиц все отверстия и проёмы в наружных стенах помещений заделываются или закрываются сетками с размером ячейки (1×1) см. Токоведущие части пускорегулирующих аппаратов и аппаратов защиты должны быть ограждены от случайных прикосновений. В специальных помещениях (электромашинных, щитовых, станций управления и т.п.) допускается открытая установка аппаратов без защитных кожухов. Все РУ (щиты, сборки и т.д.), установленные вне ограждений ОРУ и закрытых помещений, должны иметь запирающие устройства, препятствующие доступу в них работников не электротехнического персонала. Электрооборудование РУ всех видов и напряжений должно удовлетворять условиям работы, как при нормальных режимах, так и при коротких замыканиях, перенапряжениях и перегрузках. Класс изоляции электрооборудования должен соответствовать номинальному напряжению сети, а устройства защиты от перенапряжений - уровню изоляции электрооборудования. При расположении электрооборудования в местности с загрязненной атмосферой должны быть осуществлены меры, обеспечивающие надёжность работы изоляции:

- в открытых распределительных устройствах (далее - ОРУ) - усиление, обмывка, очистка, покрытие гидрофобными пастами;

- в закрытых распределительных устройствах (далее - ЗРУ) - защита от проникновения пыли и вредных газов;

- в комплектных распределительных устройствах наружной установки - герметизация шкафов и обработка изоляции гидрофобными пастами.

Нагрев наведённым током конструкций, находящихся вблизи токоведущих частей, по которым протекает ток, и доступных для прикосновения персонала, должен быть не выше 50°С. Температура воздуха внутри помещений ЗРУ в летнее время должна быть не более 40°С. В случае ее повышения должны быть приняты меры к снижению температуры оборудования или охлаждению воздуха. Температура воздуха в помещении компрессорной станции должна поддерживаться в пределах (10 ÷ 35)°С; в помещении элегазовых комплектных распределительных устройств (далее - КРУЭ) - в пределах (10 ÷ 40)°С. За температурой разъёмных соединений шин в РУ должен быть организован контроль по утверждённому графику. Расстояния от токоведущих частей ОРУ до деревьев, высокого кустарника должны быть такими, чтобы была исключена возможность перекрытия. Покрытие полов в ЗРУ, КРУ и КРУН должно быть таким, чтобы не происходило образования цементной пыли. Помещения, предназначенные для установки ячеек комплектного РУ с элегазовой изоляцией (далее - КРУЭ), а также для их ревизии перед монтажом и ремонтом, должны быть изолированы от улицы и других помещений. Стены, пол и потолок должны быть окрашены пыленепроницаемой краской. Уборка помещений должна производиться мокрым или вакуумным способом. Помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией с отсосом воздуха снизу. Воздух приточной вентиляции должен проходить через фильтры, предотвращающие попадание в помещение пыли.

# 6.2 Эксплуатация электрооборудования ОРУ

У дежурного персонала должен быть запас калиброванных плавких вставок. Применение плавких некалиброванных вставок не допускается. Плавкие вставки должны соответствовать типу предохранителей. Исправность резервных элементов РУ (трансформаторов, выключателей, шин и др.) должна регулярно проверяться включением под напряжение в сроки, установленные местными инструкциями. Оборудование РУ должно периодически очищаться от пыли и грязи. Сроки очистки устанавливаются техническим руководителем с учётом местных условий. Уборку помещений РУ и очистку электрооборудования должен выполнять обученный персонал с соблюдением правил безопасности. Блокировочные устройства распределительных устройств, кроме механических, должны быть постоянно опломбированы. Персоналу, выполняющему переключения, самовольно деблокировать эти устройства не разрешается. Приводы разъединителей, заземляющих ножей, отделителей, короткозамыкателей и другого оборудования, отделённого от аппаратов стенкой, должны иметь указатели отключённого и включённого положений. Все приводы разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, заземляющих ножей, не имеющих ограждений, должны иметь приспособления для их запирания как во включённом, так и в отключённом положении. РУ, оборудованные выключателями с пружинными приводами, должны быть укомплектованы приспособлениями для завода пружинного механизма.

Для наложения заземлений в РУ напряжением выше 1000 В должны, как правило, применяться стационарные заземляющие ножи. Рукоятки приводов заземляющих ножей должны быть окрашены в красный цвет, а приводы заземляющих ножей, как правило, - в чёрный. При отсутствии стационарных заземляющих ножей должны быть подготовлены и обозначены места присоединения переносных заземлений к токоведущим частям и заземляющему устройству. На дверях, внутренних стенках камер ЗРУ, оборудовании ОРУ, лицевых и внутренних частях КРУ наружной и внутренней установки, сборках, на лицевой и оборотной сторонах панелей щитов должны быть выполнены надписи, указывающие назначение присоединений и их диспетчерское наименование. На дверях РУ должны быть предупреждающие плакаты и знаки установленного образца. На предохранительных щитках и у предохранителей присоединений должны быть надписи, указывающие номинальный ток плавкой вставки. Шкафы с аппаратурой устройств релейной защиты и автоматики, связи и телемеханики, шкафы управления и распределительные шкафы воздушных выключателей, а также шкафы приводов масляных выключателей, отделителей, короткозамыкателей и двигательных приводов разъединителей, установленных в РУ, в которых температура воздуха может быть ниже допустимого значения, должны иметь устройства электроподогрева. Масляные выключатели должны быть оборудованы устройствами электроподогрева днищ баков и корпусов, включаемых при понижении температуры окружающего воздуха ниже допустимой. Значения температур, при которых должны осуществляться ввод в действие и вывод из работы электроподогревателей, устанавливаются местными инструкциями с учётом указаний заводов - изготовителей электрооборудования ( или включаться автоматически по заданной уставке). Шарнирные соединения, подшипники и трущиеся поверхности механизмов выключателей, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей и их приводов должны смазываться низкозамерзающими смазками, а масляные демпферы выключателей и других аппаратов - заполняться маслом, температура замерзания которого должна быть не менее чем на 20°С ниже минимальной зимней температуры наружного воздуха. Сжатый воздух, используемый в воздушных выключателях и приводах других коммутационных аппаратов, должен быть очищен от механических примесей с помощью фильтров. Влажность элегаза в КРУЭ, элегазовых выключателей должна контролироваться первый раз не позднее чем через неделю после заполнения оборудования элегазом, а затем 2 раза в год (зимой и летом). Контроль концентрации элегаза в помещениях КРУЭ и ЗРУ должен производиться с помощью специальных течеискателей на высоте 10 - 15 см от уровня пола. Концентрация элегаза в помещении должна быть в пределах норм, указанных в инструкциях заводов - изготовителей аппаратов. Контроль должен производиться по графику, утвержденному техническим руководителем. Утечка элегаза не должна превышать 3% от общей массы в год. Необходимо принять меры по наполнению резервуаров элегазом при отклонении его давления от номинального. Проводить операции с выключателями при пониженном давлении элегаза не допускается.

Вакуумные дугогасительные камеры (далее - КДВ) должны испытываться в объёмах и в сроки, установленные инструкциями заводов - изготовителей выключателей. При испытаниях КДВ повышенным напряжением с амплитудным значением свыше 20 кВ необходимо использовать экран для защиты от возникающих рентгеновских излучений. Проверка гасительных камер выключателей нагрузки, установление степени износа газогенерирующих дугогасящих вкладышей и обгорания неподвижных дугогасящих контактов производится периодически в сроки, установленные техническим руководителем, в зависимости от частоты оперирования выключателями нагрузки.

Слив влаги из баков масляных выключателей необходимо осуществлять 2 раза в год - весной с наступлением положительных температур и осенью перед наступлением отрицательных температур. Профилактические проверки, измерения и испытания оборудования РУ должны проводиться в объемах и в сроки, предусмотренные нормами испытания электрооборудования. Осмотр РУ без отключения должен проводиться:

- на объектах с постоянным дежурством персонала - не реже 1 раза в 1 сутки (1 раз в смену); в тёмное время суток для выявления разрядов, коронирования – не реже 1 раза в месяц;

- на объектах без постоянного дежурства персонала - не реже 1 раза в месяц, а в трансформаторных и распределительных пунктах - не реже 1 раза в 6 месяцев.

При неблагоприятной погоде (сильный туман, мокрый снег, гололёд и т.п.) или сильном загрязнении на ОРУ должны быть организованы дополнительные осмотры. Обо всех замеченных неисправностях должны быть произведены записи в журнал дефектов и неполадок на оборудовании и, кроме того, информация о них должна быть сообщена техническому руководителю.

# 6.3 Содержание территорий, ОРУ и дорог

Для обеспечения надлежащего эксплуатационного и санитарно-технического состояния территории, зданий и сооружений энергообъекта должны быть выполнены и содержаться в исправном состоянии:

- системы отвода поверхностных и подземных вод со всей территории, от зданий и сооружений (дренажи, каптажи, канавы, водоотводящие каналы и др.);

- сети водопровода, канализации, дренажа,

- источники питьевой воды, водоёмы;

- железнодорожные пути и переезды, автомобильные дороги, пожарные проезды, подъезды к - пожарным гидрантам, водоёмам, пешеходные дороги, переходы и др.;

- комплексы инженерно-технических средств охраны (ограждения, контрольно-пропускные пункты, посты, служебные помещения);

- системы молниезащиты и заземления.

Кабельные каналы и наземные кабельные лотки ОРУ и ЗРУ должны быть закрыты несгораемыми плитами, а места выхода кабелей из кабельных каналов, лотков, с этажей и переходы между кабельными отсеками должны быть уплотнены огнеупорным материалом.

Туннели, подвалы, каналы должны содержаться в чистоте, а дренажные устройства обеспечивать беспрепятственный отвод воды. Маслоприёмники, гравийная подсыпка, дренажи и маслоотводы должны поддерживаться в исправном состоянии. Дороги для подъезда автомашин к РУ и подстанциям должны находиться в исправном состоянии. Места, в которых допускается переезд автотранспорта через кабельные каналы, должны отмечаться знаком.

Кроме того, должно систематически проводиться озеленение и благоустройство территории. Весной все водоотводящие сети и устройства должны быть осмотрены и подготовлены к пропуску талых вод; места прохода кабелей, труб, вентиляционных каналов через стены зданий должны быть уплотнены, а откачивающие механизмы приведены в состояние готовности к работе. На энергообъектах должно быть организовано систематическое наблюдение за зданиями и сооружениями в процессе эксплуатации в объёме, определяемом местной инструкцией. Наряду с систематическим наблюдением 2 раза в год (весной и осенью) должен проводиться осмотр зданий и сооружений для выявления дефектов и повреждений. После стихийных бедствий (ураганных ветров, больших ливней или снегопадов, пожаров, землетрясений силой 5 баллов и выше и т.д.) или аварий - внеочередной осмотр, по результатам которого определяется необходимость технического обследования специализированными организациями отдельных строительных конструкций или всего здания (сооружения) в целом. Производственные здания и сооружения, находящиеся в эксплуатации более 25 лет, независимо от их состояния, должны подвергаться комплексному обследованию с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надёжности с привлечением специализированных организаций, а в дальнейшем по мере необходимости, но не реже 1 раза в 5 лет. При весеннем осмотре должны быть уточнены объёмы работ по ремонту зданий, сооружений и санитарно-технических систем, предусматриваемому на летний период, и выявлены объёмы работ по капитальному ремонту для включения их в план следующего года. При осеннем осмотре должна быть проверена подготовка зданий и сооружений к зиме.

# 6.4 Открытые распределительные устройства

На Рис. 1 Представлен фрагмент ОРУ – 35 кВ

****

Рис. 1 Фрагмент ОРУ – 35 кВ

Персонал, обслуживающий РУ, должен располагать схемами и регламентом по допустимым режимам работы электрооборудования в нормальных и аварийных условиях. Распределительные устройства напряжением 330 кВ и выше должны быть оснащены средствами биологической защиты в виде стационарных, переносных или инвентарных экранов, а также средствами индивидуальной защиты. Персонал, обслуживающий РУ 330 кВ и выше, должен располагать картой распределения напряжённости электрического поля на площадке ОРУ на уровне 1,8 м над поверхностью земли. Эксплуатирующая организация должна контролировать соответствие класса изоляции электрооборудования номинальному напряжению сети, и устройств защиты от перенапряжений - уровню изоляции электрооборудования. При расположении электрооборудования в местностях с загрязненной атмосферой на стадии проектирования должно быть выбрано оборудование с изоляцией, обеспечивающей надёжную работу без дополнительных мер защиты.

При эксплуатации оборудования с негрязестойкой изоляцией в местах с загрязненной атмосферой должны быть осуществлены меры, обеспечивающие надёжную работу изоляции: в открытых распределительных устройствах (ОРУ) - усиление, обмывка, очистка, покрытие гидрофобными пастами; в закрытых распределительных устройствах (ЗРУ) - защита от проникновения пыли и вредных газов; в комплектных распределительных устройствах (КРУ) наружной установки - уплотнение шкафов, обработка изоляции гидрофобными пастами и установка устройств электроподогрева с ручным или автоматическим управлением.

На территории ОРУ не должно быть древесно-кустарниковой растительности. Кабельные каналы и наземные лотки ОРУ и ЗРУ должны быть закрыты несгораемыми плитами, а места выхода кабелей из кабельных каналов, туннелей, этажей и переходы между кабельными отсеками должны быть уплотнены несгораемым материалом. Туннели, подвалы, каналы должны содержаться в чистоте, а дренажные устройства обеспечивать беспрепятственный отвод воды. Маслоприёмники, маслосборники, гравийные подсыпки, дренажи и маслоотводы должны поддерживаться в исправном состоянии. Уровень масла в масляных выключателях, измерительных трансформаторах и вводах должен оставаться в пределах шкалы маслоуказателя при максимальном и минимальном значениях температуры окружающего воздуха. Масло негерметичных вводов должно быть защищено от увлажнения и окисления. За температурой контактных соединений шин в РУ должен быть организован контроль по утвержденному графику. Распределительные устройства напряжением 3 кВ и выше должны быть оборудованы блокировкой, предотвращающей возможность ошибочных операций разъединителями, отделителями, выкатными тележками комплектных РУ (КРУ) и заземляющими ножами. Блокировочные замки с устройствами опломбирования должны быть постоянно опломбированы.

Схема и объем блокировочных устройств определяются: по РУ, находящимся в ведении диспетчера органа диспетчерского управления соответствующего уровня, решением технического руководителя энергосистемы, по остальным РУ - решением технического руководителя энергообъекта.

# 6.5 Порядок осмотра оборудования подстанций

6.5.1. Осмотр силовых трансформаторов:

- Наличие и работоспособность (по косвенным признакам) термосигнализаторов, маслоуказателей, газового, струйного реле, отсутствие газа в газовом реле.

- Уровни масла в расширителе основного бака трансформатора, соответствие его температуре воздуха и масла трансформатора.

- Соответствие положения технологических задвижек, перепускных кранов  
нормальному режиму работы трансформатора.

- Отсутствие течей масла.

- Состояние маслоприёмника, маслостоков, маслосборника, бортовых ограждений маслоприёмника.

- Состояние воздухоосушителей (цвет индикаторного силикагеля, наличие масла в масляных затворах).

- Состояние маслонаполненных вводов и изоляторов (отсутствие трещин,  
сколов, чистота фарфора, уровень давления масла, состояние  
воздухоосушителей вводов, отсутствие течей масла).

- Состояние ошиновки трансформатора (отсутствие нагрева контактных соединений).

- Состояние устройств РПН - зафиксировать положение переключающего устройства (сравнить с указателем на щите управления).

-Состояние заземляющих разъединителей, короткозамыкателей, разрядников.

- Состояние и работоспособность вентиляторов обдува трансформатора.  
- Работоспособность автоматики обдува.

# 6.5.1 Осмотр открытых распределительных устройств

- Отсутствие на панелях защит, сигналов неисправности оборудования  
распредустройства.

- Состояние плит перекрытия кабельных каналов, отсутствие признаков вскрытия кабельных каналов посторонними лицами.

- Уровни масла в маслонаполненном оборудовании (масляные выключатели, измерительные трансформаторы), целостность и работоспособность маслоуказателей, цвет индикаторного силикагеля, состояние воздухоосушителей.

- Соответствие нормам давления масла и газа в оборудовании, работающем  
под избыточным давлением (вводы выключателей, малообъемные выключатели).

- Состояние ошиновки распределительных устройств - целостность, отсутствие признаков изломов, механических повреждений, набросов, отсутствие признаков нагрева контактных соединений.

- Состояние подвесной изоляции (целостность фарфора, стекла, степень износа шапок, пестиков изоляторов, сцепной арматуры).

- Состояние опорных изоляторов (загрязнённость, отсутствие недопустимых сколов, трещин).

- Состояние фарфоровых покрышек трансформаторов тока, напряжения,  
вводов, малообъемных выключателей, конденсаторов.

- Состояние заградителей, конденсаторов, фильтр-присоединений, заземляющих разъединителей.

- Состояние разъединителей, короткозамыкателей, отделителей, их приводов,  
отсутствие гнёзд птиц, грызунов, осиных гнёзд в конструкциях и шкафах приводов, состояние КСА и СБК.

- Отсутствие течей масла из маслонаполненного оборудования.

- Уровни и места коронирования изоляции.

- Состояние клемных ящиков, шкафов приводов выключателей, шкафов защит.

- Соответствие положения аппаратуры РУ схеме нормального режима.  
- Отсутствие скапливания воды в трубах, которые защищают кабели от механических повреждений.

- Проверка работоспособности устройств охранной сигнализации.

- Состояние ограждения РУ, замков, закрытое положение дверей, калиток, ворот

- Состояние маслоприёмников под баковыми масляными выключателями.

# 6.5.2 Осмотр закрытых распределительных устройств

- Наружный осмотр здания ЗРУ, шкафов КРУН.

- Состояние дверей, замков, их надёжность и достаточность.

- Состояние и работоспособность устройств охранной сигнализации.

- Осмотр оборудования в камерах выключателей, камерах трансформаторов собственных нужд, камерах трансформаторов напряжения, отсеках линейных разъединителей, состояние трансформаторов тока, изоляторов, отсутствие нагрева контактных соединений. Наличие сетчатых ограждений, их запирающих устройств, барьеров. Для шкафов КРУН наличие и работоспособность механических блокировок.

- Осмотр оборудования в коридоре управления (для КРУН со стороны отсеков управления): состояние изоляции, отсутствие нагревов контактных  
соединений; правильное и полное включение коммутационных аппаратов; опломбировка цепей учёта электроэнергии, состояние и работоспособность счётчиков электроэнергии, состояние цепей вторичной коммутации, отсутствие признаков повреждения. Проверяется состояние и работоспособность устройств РЗА, соответствие накладок устройств РЗА схеме и режиму их работы. Состояние освещения, обогрева помещений, аппаратуры, шкафов КРУН.

- Осмотр оборудования шинного этажа, систем, секций шин: правильное и полное включение (отключение) коммутационных аппаратов. Наличие и состояние сетчатых ограждений, наличие и исправность замков. Состояние изоляции, контактных соединений, отсутствие нагревов контактных соединений.