

Рис. B28: SM6 – ячейка КРУ в металлической оболочке

4.5 Инструкции по использованию оборудования высокого напряжения

Цель данной главы состоит в обеспечении общих рекомендаций по предотвращению значительного ухудшения рабочих характеристик оборудования высокого напряжения на объектах, подверженных влажности и загрязнению.

Нормальные рабочие условия для оборудования высокого напряжения в помещениях

Все оборудование высокого напряжения соответствует специальным нормам и стандарту МЭК 62271-1 («Общие технические требования к высоковольтным комплектным распределительным устройствам»), которые определяют нормальные условия эксплуатации такого оборудования.

Например, в отношении влажности стандарт указывает:

Правила определения сырых помещений:

- Среднее значение относительной влажности, измеренное за 24 часа, не превышает 90%.
 - Среднее значение давления водяного пара, измеренное за 24 часа, не превышает 22 кПа.
 - Среднее значение относительной влажности, измеренное за один месяц, не превышает 90%.
 - Среднее значение давления водяного пара, измеренное за один месяц, не превышает 18 кПа.
- При этих условиях может возникать конденсация.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Конденсация может ожидаться при внезапных колебаниях температуры в период высокой влажности.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Чтобы выдерживать последствия высокой влажности и конденсации, такие как повреждение изоляции или коррозия металлических частей, следует использовать распределительное устройство, рассчитанное на такие условия.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Конденсация может предотвращаться за счет специальной конструкции здания или жилого помещения, посредством соответствующей вентиляции и отопления или использования оборудования для осушения воздуха.

Как указывается в стандарте, конденсация может возникать время от времени даже при нормальных условиях. Стандарт не указывает специальные меры по предотвращению конденсации для помещений подстанции.

Использование при тяжелых условиях

При определенных тяжелых условиях по влажности и загрязнению, значительно выходящих за вышеуказанные нормальные условия использования, даже правильно спроектированная электроустановка может подвергаться быстрой коррозии металлических частей и ухудшению поверхности изолирующих частей.

Меры по устранению конденсации

- Тщательная разработка вентиляции подстанции или приспособление ее к рабочим условиям.
- Предотвращение колебаний температуры.
- Устранение источников влажности в окружающей среде подстанции.
- Установка системы кондиционирования воздуха.
- Обеспечение разводки кабелей в соответствии с применяемыми правилами.

Меры по устранению загрязнения

- Обеспечение вентиляционных отверстий подстанции перегородками шевронного типа для снижения поступления пыли и загрязняющих веществ.
- Поддержание минимального уровня вентиляции подстанции, требуемого для отвода тепла трансформатора, для снижения поступления пыли и загрязняющих веществ.
- Использование ячеек высокого напряжения с достаточно высокой степенью защиты (IP).
- Использование систем кондиционирования с фильтрами для ограничения поступления пыли и загрязняющих веществ.
- Регулярная очистка металла и изолирующих частей от всех следов загрязнения.

Вентиляция

Как правило, вентиляция подстанции требуется для отвода теплоты, выделяемой трансформаторами, обеспечения сушки после особо влажных периодов.

Однако, ряд исследований показывает, что избыточная вентиляция может значительно увеличивать конденсацию.

Вентиляция должна поддерживаться на минимальном требуемом уровне.

Более того, вентиляция не должна вызывать внезапные колебания температуры, которые могут привести к достижению точки росы.

По этой причине:

По возможности следует использовать естественную вентиляцию. Если необходима принудительная вентиляция, вентиляторы должны работать непрерывно для предотвращения колебаний температуры.

Рекомендации по определению отверстий подстанции для впуска и выпуска воздуха приводятся далее.

Методы расчета

Имеется ряд методов расчета для оценки требуемого размера вентиляционных отверстий подстанции при проектировании новых подстанций или модификации существующих подстанций, для которых возможны проблемы с конденсацией. Основной метод основан на рассеиваемой мощности трансформатора.

Требуемые площади поверхностей вентиляционных отверстий S и S' могут быть оценены с помощью следующих формул.

$$S = \frac{1.8 \times 10^{-4} P}{\sqrt{H}} \quad \text{и} \quad S' = 1.10 \times S ,$$

где:

S = Площадь нижнего вентиляционного отверстия (впуск воздуха) [м²] (за вычетом поверхности решетки);

S' = Площадь верхнего вентиляционного отверстия (выпуск воздуха) [м²] (за вычетом поверхности решетки);

P = Общая рассеиваемая мощность [Вт]

P есть сумма мощности, рассеиваемой:

- Трансформатором (потери холостого хода и нагрузочных).
- Низковольтным распределительным устройством.
- Распределительным устройством высокого напряжения.

H = Высота между средними точками вентиляционных отверстий [м]. **См. рис. В29.**

Примечание:

Эта формула действительна для среднегодовой температуры 20 °С и максимальной высоты над уровнем моря 1000 м.

Необходимо отметить, что эти формулы позволяют определить только один порядок величины сечений S и S', которые считаются тепловыми сечениями, т.е. полностью открытыми и только необходимыми для отвода теплоты, образующейся внутри подстанции высокого/низкого напряжения.

Конечно, фактические сечения больше, в зависимости от принятого технологического решения.

Действительно, реальный воздушный поток значительно зависит от следующего:

- форма отверстий и степень защиты ячеек (IP): металлическая решетка, штампованные отверстия, шевронные жалюзи и т.д.;
- размер внутренних компонентов и их положение относительно отверстий: положение и размеры трансформатора и/или маслобонника, канал потока между компонентами;
- физические параметры и характеристики окружающей среды: температура окружающей среды, высота над уровнем моря, величина повышения температуры.

Понимание и оптимизация физических явлений требуют точных анализов потоков на основе законов аэродинамики с использованием специального аналитического программного обеспечения.

Пример:

Рассеиваемая мощность трансформатора = 7970 Вт

Рассеиваемая мощность низковольтного распределительного устройства = 750 Вт

Рассеиваемая мощность распределительного устройства высокого напряжения = 300 Вт

Высота между средними точками вентиляционных отверстий – 1,5 м.

Расчет:

Рассеиваемая мощность P = 7970 + 750 + 300 = 9020 Вт

$$S = \frac{1.8 \times 10^{-4} P}{\sqrt{1.5}} = 1.32 \text{ м}^2 \quad \text{и} \quad S' = 1.1 \times 1.32 = 1.46 \text{ м}^2$$

Расположение вентиляционных отверстий

Чтобы максимизировать отвод теплоты, выделяемой трансформатором, посредством естественной конвекции, вентиляционные отверстия должны располагаться сверху и внизу стенки около трансформатора. Теплота, рассеиваемая распределительным устройством высокого напряжения, пренебрежимо мала. Чтобы предотвратить конденсацию, вентиляционные отверстия подстанции должны располагаться как можно дальше от распределительного устройства высокого напряжения (**см. рис. В 30**).

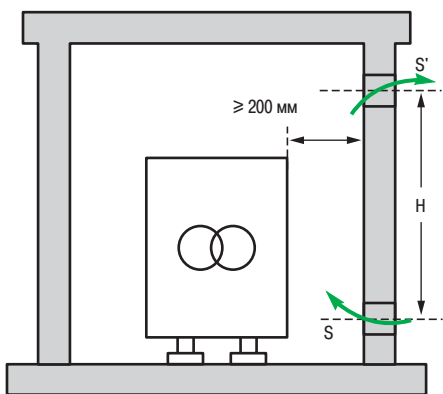


Рис. В29 : Естественная вентиляция

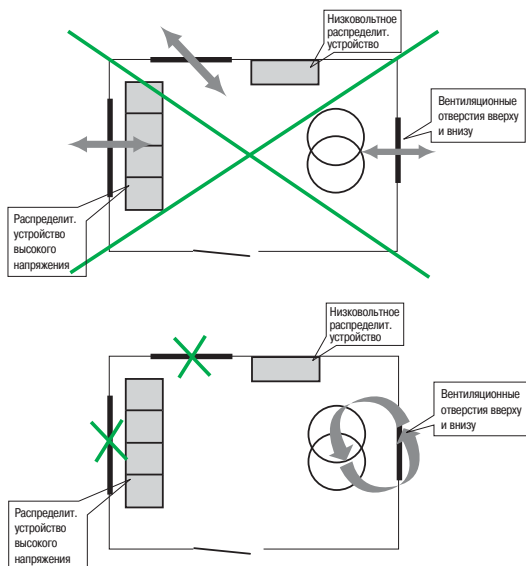


Рис. В30 : Расположение вентиляционных отверстий

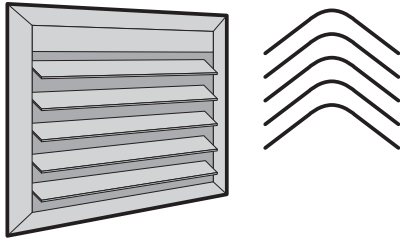


Рис. B31 : Перегородка с шевронными пластинами

Тип вентиляционных отверстий

Чтобы снизить поступление пыли, загрязнений, тумана и т.д., вентиляционные отверстия подстанции должны обеспечиваться перегородками с шевронными пластинами. Необходимо обеспечить ориентацию перегородок в правильном направлении (см. рис. B31).

Колебания температуры внутри ячеек

Чтобы снизить колебания температуры, необходимо установить противоконденсационные подогреватели внутри ячеек высокого напряжения, если средняя относительная влажность может сохраняться высокой в течение длительного периода времени. Подогреватели должны работать непрерывно – 24 часа в сутки круглый год. Нельзя подсоединять их к системе регулирования температуры, поскольку это может привести к колебаниям температуры и конденсации, а также сокращению срока службы нагревательных элементов. Необходимо проверить, что подогреватели рассчитаны на соответствующий срок службы (как правило, достаточны стандартные версии).

Колебания температуры внутри подстанции

Следующие меры могут приниматься для снижения колебаний температуры внутри подстанции.

- Улучшение теплоизоляции подстанции для снижения воздействия колебаний наружной температуры на температуру внутри подстанции.
- По возможности не следует использовать отопление подстанции. Если отопление необходимо, обеспечьте, чтобы система регулирования и/или термостат были достаточно точными и рассчитанными на предотвращение чрезмерных скачков температуры (например, не более 1 °C). При отсутствии достаточно точной системы регулирования температуры, отопление должно быть непрерывным – 24 часа в сутки круглый год.
- Необходимо устранить поступление холодного воздуха из кабельных траншей под ячейками или из проемов в подстанции (под дверями, на стыках крыши и т.д.).

Окружающая среда подстанции и влажность

Разные факторы снаружи подстанции могут влиять на влажность внутри нее.

- Растения:
Следует избегать чрезмерного количества растений вокруг подстанции.
- Гидроизоляция подстанции:
Крыша подстанции не должна протекать. Необходимо избегать использования плоских крыш, гидроизоляцию которых трудно реализовать и поддерживать.
- Влага от кабельных траншей:
Необходимо поддерживать кабельные траншеи в сухом состоянии при любых условиях. Отчасти, решение состоит в добавлении песка на дно траншеи.

Защита от загрязнения и очистка

Чрезмерное загрязнение способствует образованию токов утечки и перекрытию изоляторов. Чтобы предотвратить ухудшение работы оборудования высокого напряжения из-за загрязнения, можно защитить оборудование от загрязнения или регулярно очищать оборудование от загрязнений.

Защита

Закрытое распределительное устройство среднего напряжения может защищаться корпусами, обеспечивающими высокую степень защиты (IP).

Очистка

Если не обеспечивается полная защита от загрязнения, оборудование среднего напряжения подлежит регулярной очистке для предотвращения постепенного ухудшения его работы из-за загрязнения.

Очистка – это важный процесс. Использование ненадлежащих продуктов может привести к необратимому повреждению оборудования.

За процедурами очистки обращайтесь к представителю компании Schneider Electric.