

## Конденсация - скрытая опасность для щитов и шкафов с электрическими и электронными компонентами



1. Конденсация – причина многих неисправностей
2. Конденсат – причина коррозии
3. Осторожно, влага в воздухе
4. Роса - освежает природу и разрушает технологии
5. Коррозия может происходить даже без конденсации
6. "Страхование жизни" для шкафов и щитов: электрические обогреватели внутри корпусов
7. Пример с конденсацией влаги в электрическом щите
8. Надежные решения по защите от конденсации

### 1. Конденсация – причина многих неисправностей

Влажность - конденсация - коррозия: Эта цепочка неблагоприятной последовательности часто приводит к отказу чувствительных электрических и электронных компонентов. Использование современных электронагревателей в шкафах с электрическими и электронными компонентами - эффективная и экономичная защита, которая позволяет избежать повреждений компонентов.

Эксплуатационная надежность и долговечность являются ожиданиями каждого клиента, который заказывает шкафы управления для своих нужд в любой стране. Современные контроллеры содержат все больше функций с чувствительной электроникой. Для некоторых электронных и электрических компонентов, срок службы напрямую связан с температурой окружающей среды. Учитывая разнообразие климата на территории России, сезонными и суточными колебаниями температур, важно учитывать эти факторы при проектировании и эксплуатации шкафов с электрическими и электронными компонентами, особенно для уличного исполнения. Для этого часто требуется снизить температуру внутри шкафов и удалить нежелательное избыточное тепло. Это достигается за счет использования вентиляции с помощью встроенного вентилятора с фильтром.

Опасности, связанные с конденсацией в электрических шкафах часто игнорируются на стадии проектирования, однако, в результате этого характеристики возникающих дефектов, как правило, очень драматичные. Одно из этих последствий - короткое замыкание, в результате которого должны быть заменены отдельные электрические или электронные компоненты. Эта

причина может наблюдаться при определенных климатических условиях, даже в хорошо защищенных, герметичных шкафах.

**Конденсацию редко признают причиной неисправности или даже полного выхода из строя всей системы управления.**

## 2. Конденсат – причина коррозии

В сочетании с агрессивными газами и частицами пыли, конденсат является причиной атмосферной коррозии.

В результате выходят из строя следующие компоненты, например:

- шины
- контакторы
- реле
- защитные переключатели для двигателей
- трансформаторы
- преобразователи частоты
- программируемые контроллеры
- полупроводники / платы
- припой, обжимные и резьбовые соединения



Конденсат, таким образом, является причиной запланированных ошибок и причиной недолговременной и аварийной эксплуатации подключенных электрических машин и механизмов. При проектировании должны быть приняты серьезные меры по предупреждению образования конденсата. Самый большой риск образования конденсата на практике происходит, когда совпадают колебания, как высокой относительной влажности, так и температуры. Подобные совместные колебания происходят в герметичных шкафах, например, во время остановок в круглосуточной работе подключенных механизмов или при уличном размещении шкафов и щитов. Результатом выхода из строя, вызванного причинами конденсации в электрических щитах могут быть:

- изменение сопротивления контактов
- неопределимые блуждающие токи
- ухудшение изоляционных свойств
- возникновение открытой дуги, вплоть до короткого замыкания
- коррозия рабочих групп электрических и электронных компонентов

## 3. Осторожно, влага в воздухе

В природе влажность воздуха возникает, когда она испаряется солнцем из водоемов и растений. Эта доля водяного пара в атмосферном воздухе, называется «абсолютной» влажностью (в г/м<sup>3</sup>). Сколько воды может содержать 1 м<sup>3</sup> воздуха зависит от целого ряда факторов, таких как

## КОНДЕНСАЦИЯ

температура или давление. Чем выше температура воздуха, тем больше невидимых частичек воды могут быть поглощены и находится в воздухе. Отношение массовой доли водяного пара в воздухе к максимально возможной при данной температуре. Измеряется в процентах и определяется по формуле:

$$RH = \frac{P(H_2O)}{P^*(H_2O)} \times 100\%$$

где:  $RH$ — относительная влажность рассматриваемой смеси (воздуха);  $P(H_2O)$ — парциальное давление паров воды в смеси;  $P^*(H_2O)$ — равновесное давление насыщенного пара. При 100% относительной влажности, воздух насыщен так, что будет достигнута так называемая точка росы. При этом никакой дополнительный объем водяного пара не может быть сохранен в воздухе. В этой ситуации «лишний» пар конденсируется в виде тумана или кристалликов льда, в зависимости от температуры.



### 4. Роса - освежает природу и разрушает технологии

При постоянной абсолютной влажности (количество воды в г / м<sup>3</sup>) и понижением температуры, воздух становится насыщенным и не может более удерживать частички водяного пара – начинается выпадение мелких капель воды на поверхностях. Этот процесс легко наблюдать на окнах, очках и стаканах, когда происходит конденсация на холодных поверхностях. Для шкафов с электрическими и электронными компонентами - это опасность выхода из строя компонентов.

Шкафы и щиты, установленные на улице, находятся в особой группе риска: конденсация образуется уже в результате изменений температуры между днем и ночью, но в еще большей степени в результате сезонных изменений климата или внезапных перепадов температур - например, во время грозы в летнее время.

Даже для щитов установленных внутри помещений, изменения температуры также могут вызвать конденсацию. Виновниками могут быть шины, реле и другие теплогенерирующие установки, о которых упоминалось в начале статьи. Эти устройства рассчитаны на круглосуточную работу. Если они выключены ночью, они уже не нагревают воздух внутри электрических шкафов и процесс становится неуправляемым. Воздух внутри шкафа охлаждается, и относительная влажность воздуха повышается. Следствием этого является образование конденсата на стенках металлического шкафа, а также на контактных группах электрических или электронных компонентов.

### 5. Коррозия может происходить даже без конденсации

Образование конденсата только начинается, когда относительная влажность достигнет 100%. Но даже при более низких значениях относительной влажности может существовать опасность для шкафов и щитов с электрическими и электронными компонентами. Коррозия может уже

произойти при гораздо более низких значениях относительной влажности. Это результат различных долгосрочных исследований. Эмпирический предел определен на отметке 65% относительной влажности. При превышении этого порога следует ожидать коррозии в электрических шкафах, даже без выпадения конденсации в виде капель.

**Оптимальные условия работы электрических компонентов могут быть достигнуты только при постоянной температуре. Конденсат и коррозия не единственные факторы, которые существенно сокращают срок службы компонентов – но так же и механическое напряжение вызванное непрерывным изменением температуры.**

## 6. "Страхование жизни" для шкафов и щитов: электрические обогреватели внутри корпусов

Современные решения для защиты и «страхования жизни» корпусов шкафов и щитов - применение электрических нагревателей, которые были разработаны специально, чтобы избежать конденсации влаги и колебаний температуры. Воздух в электрических шкафах нагревается до точки, где он может вместить весь водяной пар и т.о. избежать выпадения конденсата. Воздух не охладится, если оборудование будет выключено. Без обогревателя, возможные сценарии увеличения относительной влажности и конденсации влаги на компонентах весьма различны.

Современные обогреватели для шкафов управления и электрических щитов, такие как полупроводниковые нагреватели STEGO серии CS 060, создают максимально эффективную циркуляцию теплого воздуха при крайне низком энергопотреблении энергии, даже без встроенного вентилятора. Такой эффект достигается за счет используемой естественной конвекции и специального профиля нагревателя, применяемого в каминах. Используемые панельные радиаторы, керамические резисторы и даже лампочки, скорее непригодны в качестве эффективных нагревателей.



Рис.1. Полупроводниковый нагреватель STEGO серии CS 060

Высокая герметичность или поддержание более высокой температуры для электрических щитов личного исполнения требуют установки нагревателей с встроенным вентилятором (называемые также тепловентиляторы) для принудительной циркуляции воздуха. Они доступны с мощностью нагрева от 100 Вт до 1200 Вт. Новые компактные нагреватели с вентилятором моделей CS 028 мощностью 150 Вт и модели CSL 028 с мощностью 250 или 400 Вт идеально подходят для работы в ограниченном пространстве электрических щитов или шкафов управления.



Рис.2. Нагреватель с вентилятором STEGO серии CS 028\ CSL 028

Функции управления температурным режимом и поддержания заданной влажности, даже в экстремальных условиях, надежно поддерживаются регуляторами STEGO. Термостаты

различных модификаций, например, мини-термостат КТО 011, термостат с фиксированной уставкой FTO 011 или термостат с переключающим контактом FZK 011), гигростаты (электронные: EFR 012 или механические: MFR 012) и прибор Hygrotherm (включает в себя как термостат, так и гигростат) просты в применении и служат для совместной работы с электрическими нагревателями.



Рис.3. Термостат STEGO серии КТО 011

Решения рекомендованные по поддержанию температуры и влажности, используемые на международном уровне – это применение нагревателя в сочетании с гигростатом или электронным прибором Hygrotherm (ETF 012 серии). Этот контроллер отвечает непосредственно за фактическую влажность и всегда включает нагреватель в нужное время, независимо от климатических условий. Это идеальный способ, чтобы избежать конденсации. Линейка выбора конвекционных нагревателей и нагревателей с вентиляторами STEGO закрывает диапазон от 5 до 1200 Вт, шаг нагревателей по мощности (5,8,10,13,15,20,30,45,50,60,75,100,150,250,350,400,550,950,1000,1200 Вт) составляет по несколько моделей для одной мощности для удобства и возможности оптимального выбора в соответствии с требованиями эксплуатации.

## 7. Пример с конденсацией влаги в электрическом щите:

### 1. Условия:

Завод работает в течение дня в Центральной Европе, где преобладает абсолютная влажность  $10 \text{ мг / м}^3$ . Днем, когда завод работает, вентилятор с фильтром FF 018 в сочетании с термостатом с фиксированной уставкой FTS 011. Максимальная окружающая температура вокруг щита  $40^\circ \text{C}$ .

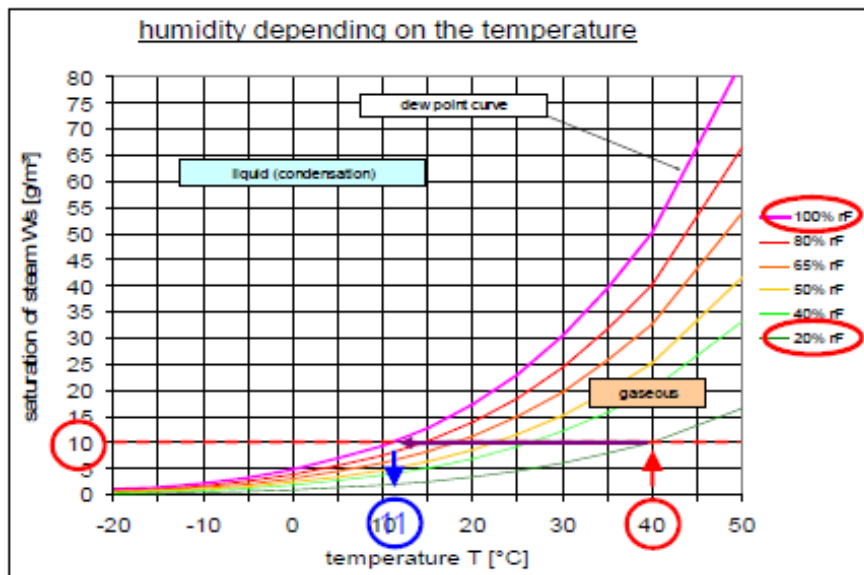


Рис.4. График зависимости влагосодержания от температуры

### 2. Развитие ситуации:

В начале - относительная влажность равна 20%, влага находится в воздухе и нет условий для выпадения конденсации.

**(точка на графике – пересечение  $40^\circ \text{C}$  и 20 % RH)**

В течение ночи, завод не работает, все электрические компоненты в электрическом щите не работают и не выделяют тепло. Температура воздуха в щите начинает уменьшаться. С

понижением температуры относительная влажность увеличивается (в то время как абсолютная влажность остается постоянной).

**(Линия на графике – по горизонтали от 40 °С движемся влево при влагосодержании 10 г/м<sup>3</sup>)**

При температуре около 18 °С и ниже, уровень относительной влажности начинает превышать 65% и возникают условия для коррозии, и следовательно происходит медленное разрушение электрических компонентов.

**(точка на графике – пересечение линии влагосодержания 10 г/м<sup>3</sup> и кривой 65 % RH)**

Когда внутренняя температура достигает 12 °С и относительная влажность превышает 100% - происходит конденсация – выпадение капель влаги.

**(точка на графике – пересечение линии влагосодержания 10 г/м<sup>3</sup> и кривой 100 % RH).**

Если температура и относительная влажность контролируются, например, с помощью регулятора Hygrotherm ETF 012 серии который передает сигнал на включение нагревателя с вентилятором (например, CSL 028) и температура будет поддерживаться в заданном, безопасном режиме.



Таким образом, температура не падает настолько, чтобы вызвать коррозию и конденсацию. Это предотвращает повреждение от влаги и срок службы электрического щита увеличивается.

Рис.5. Регулятор температуры и влажности Гигротерм серии ETF 012 STEGO

## 8. Надежные решения по защите от конденсации

Электрические нагреватели являются надежной защитой от конденсации и колебаний температуры для шкафов или щитов с электрическими или электронными компонентами.

При сравнении стоимости электрических нагревателей в сочетании с термостатами с возможной стоимостью аварий, вызванных влагой конденсации в электрических щитах, последние представляют собой небольшие дополнительные затраты, которые, тем не менее имеют первостепенное значение для долгосрочной и надежной работы оборудования каждого Заказчика.

Использование нагревателей и термостатов STEGO, производства Германии, позволит Вам сохранить отношения с постоянными Заказчиками и преумножит их количество благодаря высокому качеству и отсутствию отказов в работе оборудования.

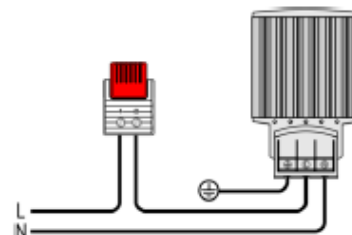


Рис.6. Схема подключения термостата и нагревателя



## КОНДЕНСАЦИЯ

---

Дополнительную информацию по оборудованию STEGO Вы сможете получить на сайте компании: [www.stego.ru](http://www.stego.ru) или обратится в Представительство компании STEGO в России по следующим контактными данным:

STEGO Elektrotechnik GmbH

При представительстве ООО «Немецкая Академия Менеджмента Нижней Саксонии»

1 Казачий переулок 7, 119017, Москва, Россия

Тел. +7 (495) 730 40 43

Факс: +7 (495) 730 40 44

Моб. +7 915 120 10 78

E-mail: [info@stego.ru](mailto:info@stego.ru)