


О КОМПАНИИ

LESIV

Компания «ТермоЭлектрика» — российский разработчик и производитель термоиндикаторов L-Mark

Sk
Skolkovo

Резидент
фонда «Сколково»

 АГЕНТСТВО
СТРАТЕГИЧЕСКИХ
ИНИЦИАТИВ

Лидерский
проект **Агентства**
Стратегических Инициатив



Продукция компании
защищена **50 патентами**
в **12 странах мира:**

США, Великобритания,
страны Евросоюза, Китай, Япония



Используется
в крупнейших компаниях РФ:
ПАО «РусГидро», ПАО «Газпром»,
ПАО «Россети», ПАО «Т Плюс» и др.



Производство
продукции полностью
локализовано
в **России**

ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ВОЗГОРАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ «ТЕРМОСЕНСОР»

Тепловой контроль является эффективным методом оценки состояния электрооборудования, направленным на своевременное выявление дефектов, предотвращение отказов, возгораний и пожаров в электроустановках. В зависимости от используемых методов определения температуры контролируемого узла различают термоиндикаторный, тепловизионный и автоматический тепловой контроль. Автоматический контроль нагрева целесообразен в случаях, когда время развития дефекта от начальной до аварийной стадии сопоставимо или меньше времени между осмотрами электроустановки, а также в случаях, когда важно полностью исключить возможность отказа или возгорания электрооборудования в силу негативных последствий таких событий.

Одним из способов организации автоматического теплового контроля в электроустановках является применение газоаналитической системы предупреждения возгорания (ГАС) «ТермоСенсор».

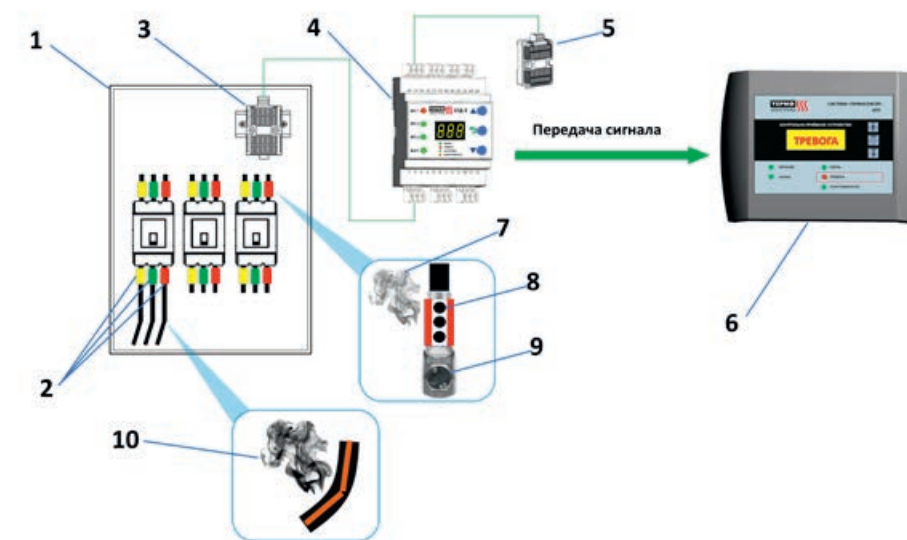


Рис. 1. Схема работы ГАС «ТермоСенсор»:

- 1 – Контролируемый распределительный щит; 2 – Термоактивируемые газовыделяющие наклейки (ТГН); 3 – Выносной газовый сенсор (ВГС); 4 – Головной модуль датчика СГД;
5 – Внешний газовый сенсор (ВнГС); 6 – Контроллер системы высокого уровня; 7 – Выделение сигнального газа из ТГН при нагреве; 8 – Термоиндикаторные точки на ТГН; 9 – Болтовое контактное соединение;
10 – Пример выделения сигнального газа при термодеструкции изоляции провода (кабеля)

Принцип работы ГАС основан на непрерывном мониторинге специализированным газовым датчиком сигнальных газов, свидетельствующих о пожароопасном нагреве проводов или контактных соединений. В качестве сигнальных газов могут выступать продукты термодеструкции изоляции проводов (кабелей) и компоненты термоактивируемых газовыделяющих наклеек ТГН. При выявлении датчиком сигнального газа происходит формирование тревожного извещения, которое передается в систему верхнего уровня для информирования персонала. Наглядно принцип работы ГАС показан на рис. 1.

Использование ГАС позволяет автоматически проинформировать о превышении контролируемыми элементами заданной (наибольшей допустимой или пожароопасной) температуры и предупредить возникновение возгораний и пожаров в электроустановках.

ГАС широко используется в различных энергокомпаниях России и за последние несколько лет подтвердила свою эффективность и надежность.

Компонентный состав элементов ГАС «ТермоСенсор»

Специализированный газовый датчик СГД

Специализированный газовый датчик СГД предназначен для обнаружения продуктов термодеструкции полимерной изоляции проводов (кабелей) и газов, входящих в состав термоактивируемых газовыделяющих наклеек.

Конструктивно СГД выполнен либо в виде единого модуля (см. рис. 2а), внутри которого расположен контроллер и чувствительный элемент, либо в виде головного модуля (контроллера) с несколькими выносными газовыми датчиками ВГС и внешним газовым сенсором ВнГС (см. рис. 2б). ВГС устанавливаются внутри защищаемых отсеков и анализируют изменение концентрации сигнальных газов внутри электроустановки. Для учета концентрации фоновых газов и повышения чувствительности системы используется внешний газовый сенсор ВнГС, который устанавливается снаружи электроустановки.

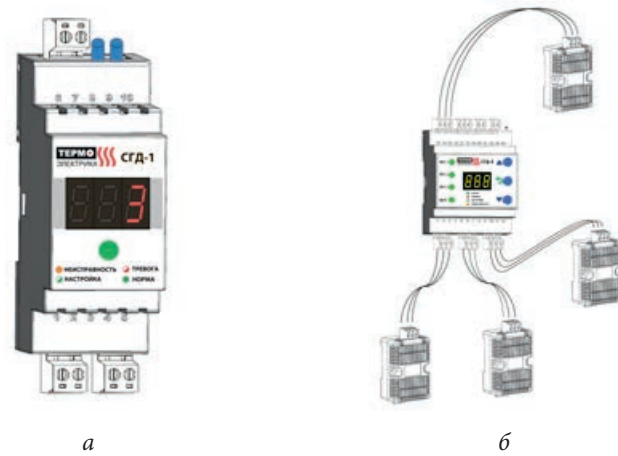


Рис. 2. Варианты исполнения СГД:

а – датчик СГД-1 в виде единого (одиночного) модуля;
б – датчик СГД-3 с выносными чувствительными элементами (ВГС и ВнГС)

Одиночные датчики СГД-1, выполненные в виде единого модуля, используются для отдельно стоящих несекционированных щитов объемом менее 200 литров, установленных в помещениях, в которых исключено воздействие сторонних газов (паров органических растворителей, ГСМ, выхлопных газов, лакокрасочных материалов, дезинфицирующих средств и пр.).

При наличии сторонних газов, а также для электрощитов объемом более 200 литров или электроустановок с секционированием внутреннего пространства применяются датчики с выносными газовыми сенсорами (ВГС) и внешним газовым сенсором (ВнГС). Внешний газовый сенсор (ВнГС) устанавливается снаружи электрощита и позволяет учитывать влияние сторонних газов и повышает чувствительность ГАС «ТермоСенсор».

Таблица 1

Таблица подбора СГД для различного вида электрооборудования

Объект	Тип электрощита	Воздействие сторонних газов*	Объем щита или его секции, м ³	Модель СГД
Распределительные щиты здания и сооружений общественного и жилого назначения	Одиночный	нет	до 0,2	СГД-1
	Одиночный	да	до 1	СГД-3
	Групповые щиты или секционированная электроустановка	да или нет	до 1	СГД-3
Электроустановки и распределительные щиты промышленных зданий, подстанций и электростанций	Одиночный	нет	до 0,2	СГД1-EMC
	Одиночный	да	до 1	СГД4-EMC
	Групповые щиты или секционированная электроустановка	да или нет	до 1	СГД4-EMC

* — возможность содержания в воздухе паров органических растворителей, ГСМ, лакокрасочных материалов, дезинфицирующих средств и пр.

СГД рассчитаны на непрерывную круглосуточную работу и имеют функцию самодиагностики, позволяющую обнаруживать типовые неисправности чувствительного элемента. В качестве сенсоров в ГАС используются полупроводниковые датчики. К преимуществам полупроводниковых дат-

чиков следует отнести их надежность, чувствительность и большой срок службы (как правило, не менее 5-10 лет). Правильный выбор типа чувствительного элемента сенсора позволяет обеспечить необходимую чувствительность к сигнальному газу, находящемуся в ТГН и к продуктам термодеструкции полимерных изоляционных материалов. Это позволяет выявлять нагревы не только тех элементов, на которые установлены газовыделяющие наклейки, но и пожароопасный нагрев проводов, корпусов устройств защиты и др.

Термоактивируемые газовыделяющие наклейки ТГН

Термоактивируемые газовыделяющие наклейки (ТГН, рис. 3) позволяют выявить превышение пороговой температуры контролируруемыми узлами электроустановки до начала термодеструкции изоляции.

ТГН изготавливаются в виде самоклеящейся ленты на полимерной основе в различных исполнениях (типоразмерах). При нагреве ТГН выше температуры срабатывания происходит выделение сигнального газа. Температура срабатывания ТГН задается при изготовлении и указывается на ярлыке. Рекомендуемая температура срабатывания (газовыделения) ТГН для кабельных наконечников, контактов и контактных соединений электроустановок до 35 кВ составляет 100 °С.

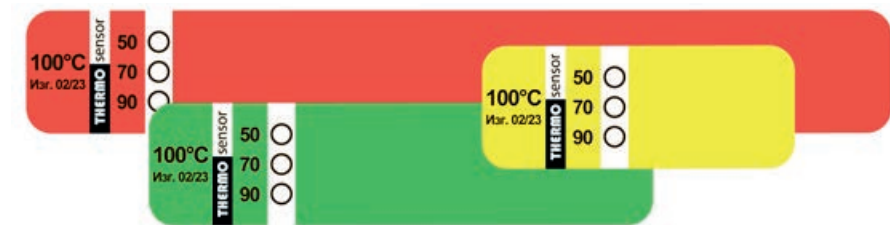


Рис. 3. Общий вид ТГН разных цветов и размеров

ТГН имеют в своем составе термоиндикаторную шкалу, предназначенную для визуальной локализации места нагрева, определения факта превышения одной или нескольких пороговых температур и возможности оценки состояния контактных соединений в соответствии с СТО 34.01-12-002-2022 (ПАО «Россети»).

ТГН является невосстанавливаемым изделием и после срабатывания подлежит замене.

ТГН изготавливаются в разных цветах (желтый, зеленый, красный и синий) и могут использоваться для маркировки фаз в соответствии с ПУЭ (рис. 4).

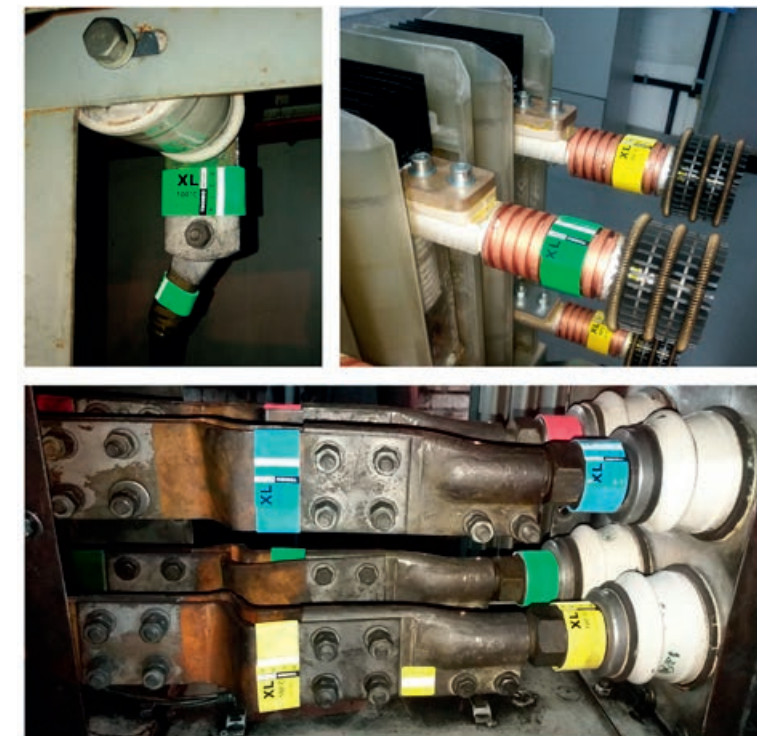


Рис. 4. Фотографии установленных ТГН

Выбор ТГН производится в соответствии с сечением токопровода, на который они устанавливаются. ТГН устанавливаются непосредственно на кабель, на обжимной кабельный наконечник или на болтовое кабельное присоединение.

Контрольно-приемное устройство КПУ

Контрольно-приемное устройство (КПУ), входящее в состав ГАС «ТермоСенсор», предназначено для приема сигналов от всех типов датчиков СГД, контроля исправности линий связи, регистрации и отображения событий, передачи информации в смежные системы более высокого уровня.



Рис. 5. Контрольно-приемное устройство ГАС «ТермоСенсор»

Количество КПУ определяется исходя из количества используемых датчиков СГД и их удаленности друг от друга. Одно КПУ рассчитано на подключение не более 64 датчиков СГД, расположенных не далее 700 метров от КПУ.

Область применения ГАС «ТермоСенсор»

ГАС «ТермоСенсор» предназначена для применения в электроустановках закрытого типа исполнения напряжением до 35 кВ: электрических шкафах (ГРЩ, ВРУ, ЩСН и т.п.), распределительных пунктах, щитах распределения и управления, шкафах и щитах автоматики, располагаемых в жилых помещениях, на производственных объектах и объектах с массовым пребыванием людей, на транспорте и объектах электроэнергетической и транспортной инфраструктуры и др.

К основным элементам электроустановок, рекомендуемым к контролю с помощью ГАС «ТермоСенсор», можно отнести:

- контактные соединения (болтовые, сварные, паяные, выполненные методом обжатия);
- концевые кабельные муфты силовых кабелей 0,4–20 кВ;
- втычные контакты выкатных элементов КРУ 6–20 кВ и НКУ, контакты разъединителей и выключателей 0,4–20 кВ.

Контролируемая электроустановка должна удовлетворять ряду требований:

- электроустановка внутреннего исполнения, расположенная внутри здания;
- внутренний контролируемый объем отсека электроустановки не должен превышать 1 м³ (при этом общий внутренний объем электроустановки не ограничивается);
- вид охлаждения – естественное охлаждение (не допускается установка ГАС в электроустановки с принудительной вентиляцией);
- степень защиты по ГОСТ 14254-2015 не менее IP 42.

Эксплуатация и обслуживание ГАС «ТермоСенсор»

ГАС «ТермоСенсор» не требует специального обслуживания в течение всего срока службы. Рекомендуется один раз в 6 месяцев производить проверку работоспособности датчиков СГД. В случае использования системы совместно с КПУ «ТермоСенсор» рекомендуется регулярно осматривать КПУ на предмет срабатывания датчиков СГД или индикации их неисправности.

Оценка состояния контактов и контактных соединений с использованием системы проводится по результатам внешнего осмотра ТГН на предмет наличия сработавшей термоиндикаторной шкалы, сигнализирующей о нагреве, не достигшем температуры срабатывания. Данное правило применимо в отношении ТГН для электрооборудования, конструкцией которого предусмотрена возможность проведения визуального осмотра контактов и контактных соединений под напряжением в ходе планового осмотра электроустановки, а также текущего и/или капитального ремонта.

В дежурном режиме КПУ контролирует состояние датчиков с заданной периодичностью. В случае, если датчик СГД обнаруживает в контролируемом объеме сигнальный газ или продукты термической деструкции изоляции, он переходит в тревожный режим и формирует извещение для передачи на КПУ. После чего КПУ переходит в режим «Тревога» и обеспечивает индикацию с помощью звукового сигнала, оптических индикаторов и дисплея.

В случае появления на КПУ сигнала «Тревога» необходимо определить место и причину срабатывания.

При осмотре отсека электроустановки, в котором произошло срабатывание, место дефекта определяется по окрашиванию термоиндикаторных точек ТГН, изменению внешнего вида наклейки и/или изоляции провода.

После определения и устранения причины срабатывания необходимо удалить старую наклейку и установить новую. Новая наклейка должна соответствовать типоразмеру, расцветке фаз и установленной температуре срабатывания для данной системы.

Критерии нагрева контактов и контактных соединений, используемые в ГАС «ТермоСенсор»

Выход значений параметров за границы (предельно допустимые значения), установленные в РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования», следует рассматривать как признак наличия дефектов, которые могут привести к отказу оборудования.

В соответствии с требованиями РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» при проведении теплового контроля состояния контактов и контактных соединений применяется понятие «аварийный дефект». В ГОСТ Р 27.102-2021 «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения» определено понятие дефект – каждое отдельное несоответствие объекта требованиям, установленным в документации. При этом понятие «аварийный дефект» не применяется и не регламентируется ни в одном из вышеупомянутых документов.

Классификацию дефекта контакта или контактного соединения как «аварийный дефект» можно считать оправданной и целесообразной. Однако необходимо правильно интерпретировать понятие «аварийный дефект» применительно к данному случаю. Достаточно часто в практике эксплуатации электроустановок бытует мнение, что достижение значения установленной наибольшей допустимой температуры нагрева или достижение наибольшего допустимого значения превышения температуры для контакта или контактного соединения, которое классифицируется как «аварийный дефект», требует немедленного устранения, так как иначе возникнет возгорание и пожар в электроустановке. Такая позиция является ошибочной, поскольку для контактов и контактных соединений достижение установленного значения наибольшей допустимой температуры нагрева не является пожароопасным нагревом и не приводит к немедленному возгоранию.

Развитие дефекта и увеличение переходного контактного сопротивления с ростом температуры выше наибольшей допустимой действительно часто приводит к возгоранию. Пожароопасным нагревом в данном случае следует считать такой нагрев, при котором скорость окисления и развития дефекта резко ускоряется.

Температура пожароопасного нагрева контакта (контактного соединения) зависит от ряда факторов, таких как химические свойства металлов, энергия активации окисления металлов, конструкция контакта или контактного соединения, температура термической деструкции изоляции и оболочек проводов и кабелей и др.

На рис. 6 приведена зависимость относительного увеличения константы скорости реакции окисления медного контактного соединения при росте температуры нагрева. Согласно графику для контактного сопротивления Cu-Cu при достижении температуры нагрева контактного соединения значений температур в интервале 115-125 наблюдается резкое ускорение скорости реакции окисления меди. Аналогичные зависимости имеют место также для контактных соединений, выполненных из других материалов, имеющих близкие к меди значения энергии активации и имеющие различия по установленным значениям наибольшей допустимой температуры нагрева.

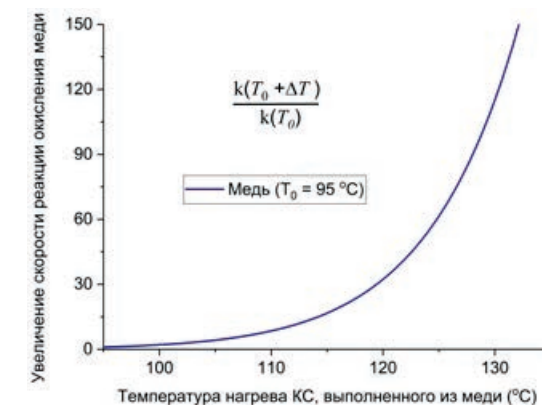


Рис. 6. Зависимость относительного увеличения константы скорости реакции окисления медного контакта или контактного соединения при росте температуры нагрева выше установленного значения допустимой температуры нагрева