

АСПИРАЦИОННЫЙ ИЗВЕЩАТЕЛЬ ИЛИ... ТЕРМОКАБЕЛЬ?

Опубликовано: Каталог "Пожарная безопасность"-2017



Игорь Неплохов

Технический директор ГК "Пожтехника" по ПС, к.т.н.

В своде правил СП5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" в Приложении М "Выбор типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемого помещения и вида пожарной нагрузки" помещения для прокладки кабелей, для трансформаторов, распределительных устройств и электрощитовые рекомендуется защищать дымовыми или тепловыми извещателями. В помещениях с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС, серверных, дата- и колл-центрах, центрах обработки данных и офисных помещениях в большом количестве присутствует пожарная нагрузка в виде кабеля. Часто кабель располагается в пространствах за подвесными потолками и под двойными полами. Определение наиболее эффективного способа обнаружения перегрева кабеля – важная задача при проектировании системы пожарной сигнализации. По статистике, нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования являются причиной более четверти пожаров

Горение кабеля

При перегреве кабеля выделяются газообразные сильнодействующие ядовитые вещества – галогены, например хлористый водород HCl , который относится ко второму классу опасности. Предельно допустимая концентрация (ПДК) хлористого водорода HCl составляет всего лишь 0,02 мг/м³. Хлористый водород вызывает покраснение и ожоги кожи, повреждения глаз. Вдыхание хлористого водорода вызывает кашель, воспаление верхних дыхательных путей и удушье, а в тяжелых случаях приводит к отеку легких, нарушению работы кровеносной системы и смерти. Для сравнения – монооксид углерода CO (угарный газ), который

образуется при тлении хлопка, относится к 4-му классу опасности, имеет ПДК, равный 5 мг/м³, что в 250 раз больше ПДК хлористого водорода. Это определяет смертельную опасность для персонала при выделении дыма кабелем. Кроме того, при соединении хлористого водорода с водяными парами образуется концентрированная соляная кислота, которая при конденсации на электронных платах вызывает замыкания контактов, поскольку является хорошим проводником. Все, что не замкнется, будет корродировать и также быстро придет в негодность. Выделение хлористого водорода из поливинилхлорида начинается уже при температуре +100...+120 °С, при температуре выше +200 °С поливинилхлорид плавится, а при температуре +300 °С уже около 85% хлористого водорода переходит из изоляции кабеля в газообразное состояние. В первой редакции ГОСТ Р 53315–2009 предписывалось использовать безгалогенный кабель с индексом нг-HF (Halogen Free):

- в помещениях, оснащенных компьютерной и микропроцессорной техникой;
- в зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей.

Действительно, по ГОСТ Р 53769–2010 количество газов галогенных кислот, выделяемых в пересчете на хлористый водород HCl, для полимерной композиции, не содержащей галогенов, должно быть не более 5 мг/г, в то время как для поливинилхлоридного пластика допускается в 28 раз больше, не более 140 мг/г.

Например, если в помещении объемом 280 м³ нагреть 1 кг пластика ПВХ, то выделится около 140 г хлористого водорода и будет превышение ПДК примерно в 25 000 раз! По требованиям свода правил СП5.13130 пространства за подвесными потолками и под двойными полами должны защищаться пожарной сигнализацией при прокладке кабелей (проводов) с общим объемом горючей массы от 1,5 л до 7 л на 1 метр кабельной линии. Если длина кабельной линии равна 10 м, то объем горючей массы будет находится в пределах от 15 до 70 л. При плотности пластика ПВХ равной 1,4 кг/л его масса составляет от 20 до 100 кг и при его нагреве выделится огромное количество хлористого водорода HCl: от 2,8 до 14 кг!

Дымовые извещатели

Точечные дымовые извещатели реагируют лишь на значительные концентрации ядовитого серого дыма при нагреве кабеля до температуры

более $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$. С учетом высокой опасности выделяющегося при этом в больших количествах хлористого водорода для людей и для электроники необходимо обнаружить пиролиз изоляции кабеля при более низких температурах, до начала выделения видимого дыма. Это обеспечивают только самые эффективные аспирационные дымовые извещатели класса А+, оптимизированные для обнаружения "невидимых" частиц дыма, порядка $0,1\text{--}0,2\text{ мкн}$ в диаметре. В зарубежных стандартах уже более 20 лет присутствуют требования по обнаружению минимального перегрева кабеля. Например, в британском стандарте по защите помещений с электронным оборудованием BS 6266 определен тестовый очаг в виде 2 м медного кабеля сечением $0,078\text{ мм}^2$ с ПВХ-изоляцией толщиной 0,3 мм, который подключается к источнику напряжения 6 В на 180 с. При нагреве кабеля видимый дым практически не образуется, и запах хлористого водорода в помещении отсутствует. Такой тестовый очаг должен быть обнаружен в течении не более 5 мин.

Современные тестовые комплексы обеспечивают стабилизацию температуры нагрева кабеля для выделения "невидимого" дыма продолжительное время. На рис. 1 показан блок управления нагревом кабеля с индикацией температуры в градусах Цельсия и таймером.

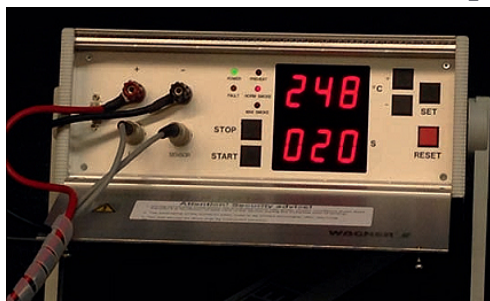


Рис. 1. Блок управления нагревом кабеля

Нагреваемый кабель размещается в отдельном корпусе вместе с датчиком температуры и вентилятором, который сдувает пары пластиката (рис. 2).

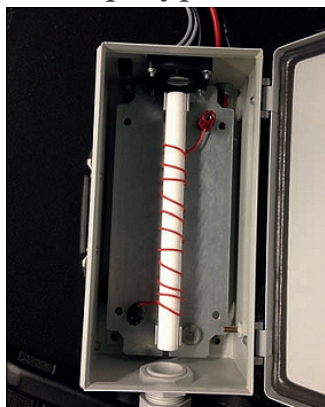


Рис. 2. Расположение нагреваемого кабеля

При тестировании аспирационного извещателя кабель сначала прогревается в течение 1 мин. при температуре $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, после этого температура кабеля повышается до $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ и включается таймер, по которому определяется время обнаружения перегрева кабеля. При температуре кабеля порядка $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит пиролиз изоляции кабеля, и аспирационный дымовой извещатель класса А+ обнаруживает невидимые невооруженным глазом частицы примерно через 1 мин. (рис. 3).



Рис. 3. Обнаружение перегрева кабеля аспирационным извещателем

В процессе проведения теста с поверхности кабеля испарилось всего лишь 40 мг пластика. Для безгалогенной полимерной композиции HF в 40 мг пластика хлористого водорода было менее 0,2 мг. Таким образом, проведение такого теста в небольшом помещении объемом от 10 м³ не будет превышения ПДК по хлористому водороду. При использовании кабеля с изоляцией из поливинилхлорида с концентрацией галогенов около 140 мг/г при пиролизе тех же 40 мг пластика выделяется 5,6 мг хлористого водорода. Соответственно превышение ПДК возникает в помещении объемом менее 280 м³.

Необходимо отметить, что далеко не каждый аспирационный извещатель класса А способен обнаруживать пиролиз кабеля при температурах до $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$. В ГОСТ Р 53325–2012 тестовые очаги с перегревом кабеля не включены, и при сертификационных испытаниях способность обнаружения аспирационным извещателем перегрева кабеля не проверяется. Кроме того, надо понимать, что при нагреве выше $+150...+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ изоляция кабеля плавится, что чревато возникновением короткого замыкания проводников кабельной линии.

Контакт с пожарной нагрузкой

В отличие от всех других типов пожарных извещателей конструкция термокабеля позволяет защитить кабельные линии и различное оборудование путем обнаружения повышения его температуры при непосредственном контакте с его поверхностью. По требованиям свода

правил СП5.13130.2009 с изменением №1 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования": п. 13.7.1

"Чувствительный элемент линейных и многоточечных тепловых пожарных извещателей располагают под перекрытием либо в непосредственном контакте с пожарной нагрузкой".

Размещение термокабеля в контакте с силовым кабелем обеспечивает более высокую эффективность по сравнению с дымовыми извещателями. По кабельному лотку термокабель прокладывается в виде синусоиды с креплением к краям лотка (рис. 4).



Рис. 4. Расположение термокабеля на кабельном лотке

При необходимости прокладки в лотке дополнительных кабелей они должны укладываться обязательно под термокабель, но ни в коем случае не сверху. Высоковольтная кабельная линия просто обматывается термокабелем (рис. 5), что обеспечивает непосредственный контакт термокабеля с каждым кабелем по всей длине.



Рис. 5. Высоковольтный кабель и термокабель

Температура срабатывания термокабеля должна определяться, исходя из допустимой температуры нагрева кабеля при эксплуатации. Например, допустимая длительная температура нагрева токопроводящих жил для кабеля с изоляцией из поливинилхлоридного пластика составляет +70 °С. В режиме перегрузки допускается повышение температуры проводников кабеля до +90 °С, причем продолжительность работы кабелей в режиме перегрузки допускается не более 8 часов в сутки, но не более 1000 часов за срок службы, который составляет не менее 30 лет. Таким образом, выбор температуры срабатывания термокабеля +57 или

+68 °С для защиты кабельной линии, исходя из максимально нормальной температуры в помещении +30...+50 °С, чреваты ложными срабатываниями с необходимостью замены термокабеля. На практике такие случаи были с термокабелем с температурой срабатывания при +68 °С, частотой один–два раза в год. При этом нарушения режима эксплуатации электрокабеля и пожарной опасности обнаружено не было, то есть ошибка была допущена при проектировании, и требуется корректировка проекта. Если не рассчитывать на режим перегрузки кабеля, то термокабель должен выбираться с температурой срабатывания не ниже +88 °С, для исключения ложных срабатываний в режиме перегрузки – с температурой порядка +105 °С. Кроме того, при проектировании необходимо учитывать тип и эксплуатационные характеристики защищаемого кабеля. Например, для кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена длительно допустимая температура нагрева проводников равна +90 °С, а в режиме перегрузки – +130 °С.

Мультикритериальный термокабель

Традиционный термокабель имеет существенный недостаток – это ложные срабатывания при механическом повреждении: при чрезмерном изгибе, натяжении, сдавливании и т.д. Независимо от причины, по которой возникает короткое замыкание термокабеля, формируется сигнал "Пожар". Принцип действия термокабеля не допускает прокладку его в гофре или в трубах. Исключить ложные тревоги, вызванные механическими повреждениями термокабеля, можно при введении второго критерия обнаружения пожара – термоэлектрического эффекта, который позволяет измерить температуру в точке замыкания проводников.

Мультикритериальный термокабель типа ИП 102/104 изготавливается из витой пары стальных пружинящих проводников в термопластичной изоляции, которая размягчается при температуре срабатывания, как в

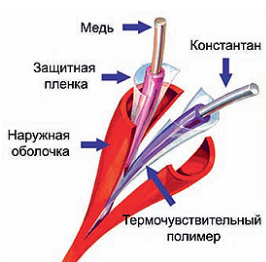


Рис. 6. Конструкция мультикритериального термокабеля ИП 102/104

традиционном термокабеле, но проводники покрыты медью и константаном (рис. 6).

При замыкании этих проводников формируется термопара типа Т, что позволяет измерить температуру (рис. 7). Сигнал "Пожар" формируется только при подтверждении температуры срабатывания. Когда фиксируется температура ниже порога срабатывания термокабеля, т.е. при отсутствии подтверждения температуры срабатывания, фиксируется короткое замыкание термокабеля и формируется сигнал "Короткое замыкание". Таким образом, мультикритериальный линейный тепловой извещатель-термокабель с подтверждением превышения температуры срабатывания исключает возможность формирования ложных тревог при механических повреждениях, в результате чего максимально повышается достоверность сигналов "Пожар" по сравнению с традиционным термокабелем.



Рис. 7. Принцип работы термопары

Мультикритериальный линейный тепловой извещатель ИП 102/104 подключается к специально разработанному интерфейсному модулю, который реализует функцию измерения температуры термопары и измерения расстояния до точки соединения проводников термокабеля (рис. 8). К модулю подключается один термокабель, который может отвечать требованиям для шлейфов класса А (стиль D) или класса В (стиль В).

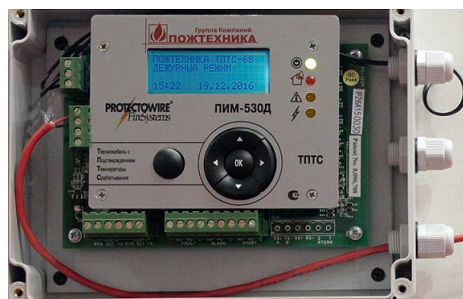


Рис. 8. Интерфейсный модуль для мультикритериального термокабеля

На рис. 9, 10 приведены схемы подключения термокабеля с подтверждением температуры срабатывания к интерфейсному модулю. В режиме шлейфа сигнализации класса В термокабель конфигурируется как

радиальный и подключается только к выходным терминалам OUT. В конце термокабеля устанавливается оконечный элемент шлейфа в виде резистора Rок (рис. 9).

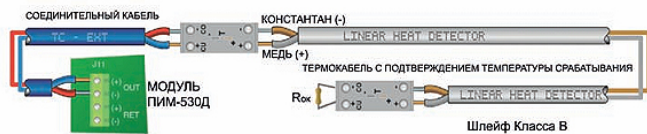


Рис. 9. Радиальное подключение термокабеля (класс В)

В режиме шлейфа сигнализации класса А термокабель конфигурируется как петлевой шлейф и подключается к терминалам OUT и RET без оконечного Rок (рис. 10).

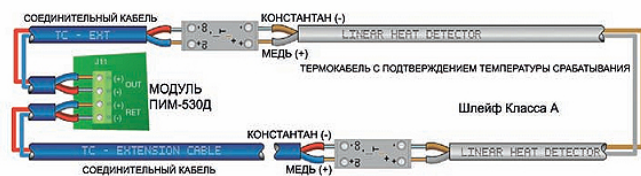


Рис. 10. Петлевое подключение термокабеля (класс А)

В режиме класса А при обрыве термокабеля или соединительного кабеля формируется сигнал неисправности "Обрыв", но работоспособность извещателя сохраняется по всей длине термокабеля. В режиме класса В при обрыве термокабеля или соединительного кабеля также формируется сигнал неисправности "Обрыв", но работоспособность извещателя сохраняется только на участке, оставшемся подключенным к модулю, то есть до места обрыва или замыкания. Интерфейсный модуль содержит 3 реле с полной группой контактов: реле "Пожар", реле "Неисправность" под током в дежурном режиме и реле "Короткое замыкание" для формирования сигнала механического повреждения термокабеля. Кроме того, два выхода токовой петли в протоколе 4–20 мА позволяют транслировать режим работы извещателя и расстояние до точки замыкания проводников в системы промышленной автоматики. Возможность использования мультикритериального термокабеля с подтверждением температуры срабатывания с защитой от ложных тревог при коротком замыкании в нормальных условиях максимально важна при защите объектов с высокой вероятностью механического повреждения термокабеля в процессе эксплуатации при открытой прокладке и на объектах с высоким ущербом от ложного срабатывания – например, в системах автоматического пожаротушения.

Таким образом, аспирационные извещатели обнаруживают перегрев кабеля в лучшем случае на стадии плавления изоляции кабеля, при температуре порядка +250 °С, а в большинстве случаев – на стадии

обугливания изоляции всей кабельной линии при температуре более +350 °С, когда выделяется значительный объем едкого серого дыма при превышении ПДК по хлористому водороду в десятки тысяч раз.

Использование термокабеля позволяет контролировать перегрев изоляции кабеля при температурах порядка +80...+100 °С, при превышении режима перегрузки и практически при отсутствии выделения хлористого водорода, смертельно опасного для людей и вызывающего отказы электронного оборудования. Мультикритериальный термокабель типа ИП 102/104 с подтверждением температуры срабатывания исключает ложные срабатывания при механическом повреждении термокабеля и обеспечивает высокую достоверность сигнала "Пожар", что позволяет сократить минимальное число извещателей в помещении.