

Целесообразность применения огнезащитных кабельных покрытий

© А.С. Харламенков ✉

Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены требования нормативных и технических документов по огнезащитной обработке кабельных изделий. Представлены методы оценки огнезащитной эффективности различных составов. Даны примеры с описанием порядка выполнения и приемки работ по выполнению огнезащиты. Показаны подходы к определению срока службы (эксплуатации) защитных покрытий. Выполнено обобщение информации о различных методиках по контролю состояния огнезащиты. Сделаны соответствующие выводы о вариантах ее применения с целью обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.

Ключевые слова: пожарная безопасность; химические вещества; распространение горения; охрана труда; мониторинг; лицензирование деятельности

Для цитирования: Харламенков А.С. Целесообразность применения огнезащитных кабельных покрытий // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2021. Т. 30. № 4. С. 90–94.

✉ Харламенков Александр Сергеевич, e-mail: h_a_s@live.ru

The expediency of using fire retardant cable coatings

© Aleksandr S. Kharlamenkov ✉

The State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination on Consequences of Natural Disasters (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation)

ABSTRACT

The article addresses the requirements of regulatory and technical documents on the flame retardant treatment of cable products. It also presents methods for evaluating the fire-proof efficiency of various compositions. The cases, described by the co-authors, have overviews of the fireproofing sequence and acceptance procedures. The co-authors demonstrate approaches to determining the service life (the lifespan) of protective coatings. Information on various methods, used to check the condition of previously applied fireproofing, is summarized. Relevant conclusions are drawn about the options of the fireproofing application to ensure the fire safety of buildings and structures.

Keywords: fire safety; chemical substances; fire propagation; occupational safety; monitoring; licensing of activities

For citation: Kharlamenkov A.S. The expediency of using fire retardant cable coatings. *Pozharovzryvobezопасnost/Fire and Explosion Safety*. 2021; 30(4):90-94 (rus).

✉ Aleksandr Sergeevich Kharlamenkov, e-mail: h_a_s@live.ru



ВОПРОС:

При строительстве любого здания или сооружения особое внимание уделяется обеспечению требуемой огнестойкости строительных конструкций, материалов и инженерного оборудования. Различные проектно-технические решения с использованием средств огнезащиты позволяют защитить людей и имущество от воздействия опасных факторов пожара. Применение огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) дает возможность повысить пределы огнестойкости строительных конструкций.

Требования нормативных документов по пожарной безопасности^{1,2} обязуют использовать на объектах защиты нераспространяющие горение электрокабели. Горизонтальные и вертикальные каналы, в которых прокладываются кабельные линии, также должны быть огнестойкими.

¹ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в редакции от 27 декабря 2018) : Федеральный закон Российской Федерации от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ принят Государственной Думой 4 июня 2008 г.

² СП 6.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности : введен в действие 25 февраля 2013 г.

Большая часть электропроводок зданий и сооружений, введенных в эксплуатацию до 2009 года, не удовлетворяет современным требованиям пожарной безопасности. При проведении реконструкции линейных объектов и объектов капитального строительства у многих специалистов возникает вопрос о путях реализации дальнейшей безопасной эксплуатации кабельных линий и электропроводки зданий с учетом действующих норм. При этом рассматривается вариант сохранения имеющихся электрических сетей в исходном виде с дополнительными «улучшениями» за счет применения огнезащитных покрытий (ОЗП).

На рынке можно обнаружить достаточно большой выбор ОЗП для кабельной продукции, имеющих сертификат соответствия требованиям пожарной безопасности. Но порядок применения таких покрытий на практике остается до сих пор не определенным.

Насколько обосновано и целесообразно применение ОЗП кабелей для достижения необходимого уровня пожарной безопасности электрических сетей зданий и сооружений?

ОТВЕТ

Применение ОЗП для кабелей регламентируется рядом нормативных документов, имеющих отношение к тонкослойным покрытиям на основе вспучивающихся красок. Принцип действия таких покрытий базируется на образовании при воздействии высоких температур вспененного пенококсового слоя толщиной 40–70 мм, обладающего низкой теплопроводностью [1]. Толстослойные не вспучивающиеся покрытия в виде штукатурных составов и плитных облицовок на основе стекловолокна или базальта менее подходят для огнезащиты кабелей и используются в основном для повышения предела огнестойкости строительных конструкций и отдельных инженерных систем (трубы, воздуховоды).

Огнезащитная эффективность покрытий вспучивающегося типа обусловлена различными факторами [2]:

- эндотермическим отводом тепла, при котором выделяются газообразные продукты (аммиак, углекислый газ, азот, пары воды), проходящие через нагретые слои формирующегося пенококса и значительно охлаждающие его;
- термическим сопротивлением образующегося пенококса, зависящим от его теплопроводности, термостабильности, толщины, строения, жесткости, кинетики и условий его получения;
- способностью отражения (поглощения) падающего теплового потока поверхностью образующегося пенококса.

Кроме того, пенококсовый слой должен обладать высокой адгезией к защищаемой поверхности.

Под огнезащитным кабельным покрытием (ОКП) понимается слой вещества (смеси) или материала, полученный в результате его нанесения на поверхность кабелей, обладающий огнезащитной эффективностью (ОЭ). Методы определения ОЭ кабеля представлены

в ГОСТ Р 53311-2009³. Нанесение на поверхность кабеля ОЗП ведет к ухудшению теплообмена и снижению величины допустимого длительного тока. Поэтому одним из пунктов оценки ОЭ покрытия является определение коэффициента снижения допустимого длительного тока нагрузки k подготовленного образца кабельного изделия путем измерения токов I_1 (без ОКП) и I_2 (с ОКП), которые нагревают поверхность образца до температуры 65 ± 3 °С в течение 3600 ± 10 с. Если отношение токов I_2 и I_1 не превышает 0,98, то ОКП соответствует условию снижения допустимого длительного тока нагрузки.

Вторая составляющая ОЭ покрытия — определение длины поврежденной пламенем или обугленной части кабельной прокладки с ОКП по ГОСТ ИЕС 60332-3-22-2011⁴. Если в результате испытаний длина поврежденной пламенем или обугленной части кабельной прокладки с ОКП не превышает 1,5 м, то ОКП соответствует требованию по нераспространению горения.

Следует помнить, что качество нанесения на поверхности кабельных изделий ОКП будет напрямую влиять на их ОЭ. Производители обычно дают краткую инструкцию по применению ОКП с порядком его нанесения на защищаемую поверхность и с последующим контролем качества выполненных работ. При этом отсутствуют какие-либо требования к рабочему персоналу и его компетенциям. В инструкциях также нет информации о последующем контроле состояния ОКП и их дальнейшем обслуживании.

Пример с подробным описанием порядка выполнения и приемки работ по нанесению ОКП и их обслуживанию представлен в Правилах применения огнезащитных покрытий кабелей на энергетических предприятиях (далее — Правила)⁵. По требованиям Правил все работы по нанесению ОКП должны производиться по нарядам, согласно требованиям Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок⁶ с обязательной разработкой проектов производства работ. Проект должен разрабатываться и утверждаться организацией, привлекаемой к проведению работ по огнезащите кабелей, и согласовываться с техническим руководителем предприятия. К работам по огнезащитной обработке кабельных линий необходимо допускать лица подрядных организаций, обученные в специализированных организациях и прошедшие медицинский осмотр.

Проект производства работ должен содержать следующие сведения:

⁴ ГОСТ ИЕС 60332-3-22-2011. Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-22. Распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория А : введен в действие 1 января 2013 г. М. : Стандартинформ, 2014.

⁵ РД 153-34.0-20.262-2002. Правила применения огнезащитных покрытий кабелей на энергетических предприятиях : введены в действие 1 апреля 2002 г. М. : РАО «ЕЭС России», 2002.

⁶ Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок : введен в действие 1 января 2021 г. Приказом Минтруда РФ № 903н от 15 декабря 2020 г.

- разработчик проекта (название организации, юридический адрес, номер лицензии, номер лицензии МЧС);
- основание для разработки проекта (техническое задание, проект огнезащиты, договор);
- объем работ по огнезащите кабелей;
- тип огнезащитного состава (марка, основные характеристики, номера сертификатов и технических условий, производитель состава);
- мероприятия по электробезопасности, требования к оформлению наряда на производство работ, порядок проведения инструктажей по технике безопасности и пожарной безопасности;
- порядок подготовки рабочего места;
- порядок подготовки кабельных линий перед нанесением на них огнезащитного состава (способы и методы очистки, обезжиривания, удаления старого огнезащитного покрытия и т.п.);
- порядок подготовки огнезащитного состава и его хранение;
- порядок нанесения огнезащитного состава на кабели (способы нанесения слоев, их количество и интервалы времени, необходимые для полного высыхания слоев);
- порядок выполнения (восстановления) огнестойких уплотнений кабельных линий и проходов кабелей через ограждающие конструкции;
- мероприятия по технике безопасности при хранении, транспортировке и нанесении огнезащитных составов;
- противопожарные мероприятия при выполнении работ, обеспеченность рабочих мест первичными средствами пожаротушения.

В Правилах также отмечается, что в течение указанного в договоре гарантийного срока ОКП ответственность за обнаруженные дефекты возлагается на организацию, выполнявшую работы по нанесению огнезащитного покрытия. Выполненные работы по огнезащитной обработке кабелей подлежат обязательной приемке комиссией, в состав которой должны входить представители предприятия, подрядной организации, проектной организации (при необходимости) и пожарной охраны предприятий (при ее наличии).

Положения рассмотренных выше Правил можно использовать при выполнении работ по нанесению ОКП для иных объектов защиты.

Помимо определения ОЭ защитного покрытия кабеля, возникает более важный практический вопрос, касающийся срока службы (эксплуатации) такого ОКП. В нормативных документах отсутствуют методики для установления срока эксплуатации огнезащитного покрытия [1]. Он незначительно отличается у разных производителей ОКП и варьируется в пределах 10–30 лет. Указанные значения соответствуют сроку службы типовых кабельных изделий с алюминиевыми и медными жилами. Сле-

довательно, нанесение ОКП может быть выполнено единожды, что, несомненно, очень удобное и экономически выгодное решение.

В то же время представленный выше срок эксплуатации ОКП является условным, так как на состояние покрытия будет влиять множество факторов, снижающих огнезащитные свойства ОКП и ведущих к его «старению». К ним можно отнести: повышенную влажность или температуру окружающей среды; воздействие ультрафиолетовых лучей; наличие агрессивных сред в виде газов и паров различных химических веществ. Например, для учета представленных выше факторов предложен подход к определению срока службы ОКП на основе полимеров, который позволяет установить зависимость длительности эксплуатации покрытия τ от нескольких факторов (температуры T , относительной влажности воздуха ω и дозы коротковолнового излучения H с длиной волны $\lambda < 400$ нм) по следующей формуле [3]:

$$\tau = \frac{\tau_0 \omega^{-\alpha}}{H} e^{U/T},$$

где τ_0 — «индуктивный период» эксплуатации покрытия, в течение которого происходят незначительные изменения огнезащитных и других свойств покрытия;

α и U — константы для данного покрытия, зависящие от химической природы полимера и антипиренов, условий эксплуатации, природы подложки и т.д.

Очевидно, что с помощью одной формулы не представляется возможным определение срока службы любого вида ОКП, поэтому следует применять комплексный подход с использованием математического моделирования и выполнением периодических проверок состояния огнезащиты кабелей. Требуется и комплексные исследования по оценке пожарной опасности различных ОЗП и их ОЭ еще на лабораторном этапе их создания [4].

Многие образцы вспучивающихся ОКП подвергаются ускоренным климатическим испытаниям⁷, которые устанавливают только факт снижения ОЭ покрытия, но не позволяют определить срок его эксплуатации и изменения ОЭ со временем [1–3].

Контроль свойств ОКП после нанесения в основном сводится к визуальным наблюдениям за состоянием материала (наличие отслоений, трещин, локальных изменений цвета ОКП) и оценке уровня адгезии к подложке [5]. Этого явно недостаточно для получения объективных данных о состоянии ОКП.

Методика оценки огнезащитных свойств покрытий в зависимости от сроков их эксплуатации (далее — Методика) [6] предлагает следующий порядок методов исследований:

⁷ ГОСТ 9.401-2018. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов : введен в действие 1 июля 2009 г. в ред. 1 февраля 2019 г. М. : Стандартинформ, 2019.

- визуальный метод исследования образцов (оценка внешнего вида ОКП);
- определение толщины слоя ОКП на объекте на отобранных образцах;
- определение коэффициента вспучивания отобранных образцов покрытия;
- экспресс-методы оценки;
- термический анализ отобранных образцов покрытия;
- стандартные испытания (при необходимости).

Визуальный метод сводится к поиску на поверхности ОКП участков с дефектами, указывающими на снижение ОЭ в этих местах.

Контроль толщины нанесенного на изоляцию электрокабелей покрытия осуществляется с помощью штангенциркуля или микрометра, а в случае необходимости при помощи микроскопа на фрагментах оболочки кабеля с огнезащитным покрытием. В ГОСТ Р 53311-2009 (прил. А) контроль толщины ОКП должен выполняться средствами измерений, позволяющими производить замеры с погрешностью не более $\pm 0,1$ мм. Количество таких измерений должно быть не менее десяти на один образец. Также допускается проводить измерения толщины методом срезов с последующим восстановлением поврежденных участков покрытия. По ГОСТ 31993-2013⁸ такой способ носит название «метод разрушающего контроля» при измерении толщины слоя покрытия приборами, использующими механический контакт с образцом.

Определение коэффициента вспучивания отобранных образцов выполняется по руководству [7]. Вспучивание покрытия производят в термощкафу с выдержкой образца при температуре 600 °С в течение 5 мин. После чего определяют коэффициент вспучивания $k_{всп}$ по формуле:

$$k_{всп} = h/h_0,$$

где h — толщина вспученного слоя;

h_0 — изначальная толщина ОЗП.

Коэффициент вспучивания $k_{всп}$ покрытия устанавливают как среднее арифметическое трех измерений для всех испытанных образцов. Покрытие считается полностью утратившим огнезащитные свойства, если среднеарифметическое значение коэффициента вспучивания для его образцов составляет менее 10 [6, 7].

Применение комплексного подхода подразумевает использование метода термического анализа (ТА)⁹. Эта методика является наиболее точной и информативной из всех приведенных, поскольку позволяет не только

определить качество огнезащитной обработки с высокой степенью точности, но и установить вид материала, примененного для огнезащиты [7].

В руководстве [7] до выполнения визуального обследования ОЗП рекомендуется проводить проверку документации, которая может быть единственным пунктом контроля для организаций, долго (не менее трех лет) и успешно действующих на рынке услуг по огнезащитной обработке, имеющих положительные отзывы от других организаций, которым оказывали услуги по огнезащитной обработке, успешно выдержавших проверки органами ФПС и т.п. Представленный вариант контроля допускается выполнять для объектов, где огнезащитная обработка проводилась на небольшой площади (до 100 м²). Для зданий с массовым пребыванием людей (ночные клубы, театры, кинотеатры, учебные учреждения и т.д.) должна проводиться комплексная проверка с применением всех вышеописанных методов оценки огнезащитных свойств покрытий.

С целью поддержания и контроля ОЭ покрытий на объектах защиты следует проводить мониторинг технического состояния ОЗП согласно СП 432.1325800.2019¹⁰ с разработкой типовой программы (прил. Ж). Основанием для проведения такого мониторинга могут служить:

- обнаружение значительных дефектов, повреждений ОЗП в процессе их технического обслуживания, осуществляемого собственником объекта защиты;
- предписание органов государственного контроля (надзора);
- необходимость оценки состояния огнезащитных покрытий, подвергшихся воздействию пожара, стихийных бедствий природного характера, в соответствии с требованиями СП 329.1325800¹¹.

Мониторинг проходит в четыре этапа, по результатам которых определяется категория технического состояния ОЗП (хорошее, удовлетворительное или неудовлетворительное техническое состояние). По результатам мониторинга исполнитель составляет заключение (отчет) о результатах мониторинга с рекомендациями по дальнейшей эксплуатации, ремонту или замене огнезащитных покрытий.

Таким образом, сочетание методов нанесения ОЗП, их приемки и дальнейшего мониторинга технического состояния образует системный подход по обеспечению пожарной безопасности зданий и сооружений, позволяющий поддерживать ОЭ применяемых покрытий в течение всего срока службы строительных конструкций, инженерного оборудования и электрических сетей объекта защиты.

В заключение важно отметить, что современные вспучивающиеся ОЗП представляют собой безгалогенные материалы на основе меламин [8] (например, меламин циан

⁸ ГОСТ 31993-2013 (ISO 2808:2007). Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия : введен в действие 1 августа 2014 г. М. : Стандартинформ, 2014.

⁹ ГОСТ Р 53293-2009. Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа (переиздание) : введен в действие 1 мая 2009 в ред. 1 октября 2019 г. М. : Стандартинформ, 2019.

¹⁰ СП 432.1325800.2019. Покрытия огнезащитные. Мониторинг технического состояния : введен в действие 25 июля 2019 г. Минстроем РФ. 2019.

¹¹ СП 329.1325800.2017. Здания и сооружения. Правила обследования после пожара : введен в действие 1 мая 2018 г. Минстроем РФ. 2017.

нурат) с минимизацией добавки оксидов сурьмы, которые обладают низким газодымовыделением и токсичностью в условиях пожара. Подобные ОЗП могут успешно применяться и для обработки кабельных изделий, не соответствующих требованиям ГОСТ 31565-2012¹² по условиям нераспространения горения, выделения дыма и токсичных продуктов, в том числе галогенов. Требования данного стандарта пока не предусматривают вариант замены не распространяющего горения (индекс — «нг») кабеля на горючий и обработанный ОКП, но все указывает на такую возможность. Пассивная огнезащита в действующей редакции ГОСТ 31565-2012 должна обязательно выполняться при групповой прокладке кабелей в наружных

электроустановках и производственных помещениях, где возможно лишь периодическое присутствие обслуживающего персонала. В проекте новой редакции стандарта огнезащита должна применяться при групповой прокладке кабелей с индексом «нг» в открытых кабельных сооружениях и наружных электроустановках производственных зданий в «случае превышения объема горючей массы кабелей соответствующей категории».

Таким образом, применение ОКП на уже введенных в эксплуатацию зданиях представляется вполне целесообразным. Такое техническое решение позволит обеспечить требуемый уровень пожарной безопасности при качественном контроле выполнения работ по огнезащитной обработке кабельных изделий и последующем мониторинге состояния ОЗП в течение всего срока эксплуатации электрических сетей.

¹² ГОСТ 31565-2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности (перездание) : введен в действие 1 января 2014 г. в ред. 1 сентября 2019 г. М. : Стандартинформ, 2019.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габдулин Р.Ш. Эффективные способы огнезащиты строительных конструкций // Безопасность. 2011. № 1. С. 48–49.
2. Павлович А.В., Владенков В.В., Изюмский В.Н., Кильчицкая С.Л. Огнезащитные вспучивающиеся покрытия // ЛакоКрасочная Промышленность. 2012. № 5. С. 22–27.
3. Андронов В.А., Данченко Ю.М., Бухман О.М. Подходы к определению сроков службы огнезащитных полимерных покрытий // Проблемы пожарной безопасности : сб. науч. тр. 2012. № 31. С. 10–18.
4. Константинова Н.И., Смирнов Н.В., Шебеко А.Ю. К вопросу об оценке эффективности огнезащиты полимерных материалов // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2018. Т. 27. № 7–8. С. 14–26. DOI: 10.18322/pvb.2018.27.7-8.32-42
5. Теплоухов А.В., Зверев В.Г., Гаращенко А.Н. Методика и результаты оценки влияния длительной эксплуатации конструкций на основные свойства вспучивающихся огнезащитных покрытий // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2016. Т. 25. № 1. С. 9–16. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.01.9-16
6. Смирнов Н.В., Дудеров Н.Г., Булага С.Н., Булгаков В.В., Михайлова Е.Д., Толпекина Н.А., Лезова М.В. Оценка огнезащитных свойств покрытий в зависимости от сроков их эксплуатации : методика. 2-е изд., перераб. и доп. М. : ВНИИПО, 2016. 31 с.
7. Смирнов Н.В., Булага С.Н., Дудеров Н.Г., Михайлова Е.Д., Булгаков В.В., Толпекина Н.А. Оценка качества и установление вида огнезащитных покрытий на объектах: руководство. М. : ВНИИПО, 2011. 39 с.
8. Ненахов С.А., Пименова В.П. Влияние концентрации газообразующего агента на закономерности развития пенококса огнезащитных составов // Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т. 19. № 3. С. 14–26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13083431>

Материал поступил в редакцию 01.07.2021

Received July 01, 2021

Информация об авторе

ХАРЛАМЕНКОВ Александр Сергеевич, заместитель начальника кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи, Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Москва, Российская Федерация; РИНЦ ID: 763967; e-mail: h_a_s@live.ru

Information about the author

Aleksandr S. KHARLAMENKOV, Deputy Head of the Department of Special Electrical Engineering, Automation Systems and Communication, the State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination on Consequences of Natural Disasters, Moscow, Russian Federation; ID RISC: 763967; e-mail: h_a_s@live.ru