

ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНОГО ДЫМОГАЗОНЕПРОНИЦАЕМОГО БАРЬЕРА ДЛЯ РАБОТНИКОВ



В.П. Сычев



А.Е. Можаров

Показаны системы бесперебойной подачи электроэнергии при пожаре и сохранение их работоспособности за счет применения огнестойких кабельных проходок. Проанализированы типы существующих противопожарных заделок кабельных проемов на российском рынке. Представлен вариант дымогазонепроницаемой огнестойкой заделки многократного применения, который сохранит время для эвакуации людей при пожаре.

Ключевые слова: огнестойкие кабельные проходки, пожарные отсеки, противопожарная преграда, блокировка огня и дыма при пожаре

Одной из причин возникновения пожара является нарушение технических параметров эксплуатации электрооборудования, когда силовые кабели перегреваются и возгораются. В аварийных режимах работы возгорание могут вызывать также дуговые, искровые разряды при коротком замыкании и частицы расплавленного и горящего металла. При возникновении пожара основная задача состоит в том, чтобы увести людей из опасной зоны и по возможности потушить пожар. Время эвакуации людей при возникновении пожара составляет от 30 до 90 мин [1]. С целью блокировки огня и дыма, возникающих при

пожаре, в соответствии с требованиями пожарной безопасности при проектировании и строительстве зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения, транспортных сооружений, объекты разбиваются на пожарные отсеки, формируя противопожарные преграды. Пожарные отсеки блокируют огонь и дым, не давая им распространиться за пределы отсека. Однако через любое помещение проходят инженерные линии, которые нарушают целостность, герметичность стены, пола, перекрытия и снижают пожарно-технические характеристики строительных конструкций (предел огнестойкости и класс пожарной опасности).

Сычев Вячеслав Петрович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Транспортное строительство» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: создание новых технологий и технических средств для повышения эффективности технического обслуживания железнодорожного пути. Автор более 100 научных работ. Имеет 20 патентов на изобретения.

Можаров Александр Евгеньевич, магистр по направлению «Строительство» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (МИИТ) (РОАТ РУТ (МИИТ)), главный инженер ООО «АЛЕКМО». Область научных интересов: противопожарная защита зданий и транспортных объектов. Автор двух научных работ.

Аксенов Владимир Алексеевич, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: технология транспортного машиностроения, ресурсосберегающие технологии на транспорте. Автор более 200 научных работ, в том числе четырех монографий, одного учебника и 14 учебных пособий.

Киселева Екатерина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: условия труда работников массовых профессий городских агломераций, профилактика травматизма, микротравмирование, профессиональные заболевания. Автор более 40 научных работ, в том числе трех учебных пособий и двух монографий.

С целью сохранения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, нормами предписаны огнестойкие кабельные проходки.

Огнестойкая кабельная проходка — общепринятое название определенного отрезка кабельной трассы, который, следуя руководству по пожарной безопасности, не поддается горению в течение заявленного периода (30-60-90...150 мин и т.д.) [2]. Горение большинства марок кабеля, в том числе и так называемых огнестойких (сохраняющих свою работоспособность при пожаре) сопровождается высвобождением хлористого водорода, опасного для людей. В сочетании с влажностью воздуха, он создает концентрированную соляную кислоту, вызывая коррозию металлических частей электрооборудования. Огнестойкие кабельные проходки должны изолировать огонь внутри помещения (отсека), не позволяя ему распространиться в соседние помещения в проходе через перекрытия в вентиляционные отверстия, кабельные лотки и трубопроводы. Без герметизации проема огонь распространяется свободно по помещениям до прибытия спасателей и наносит значительный ущерб оборудованию, а также ставит под угрозу жизни людей.

Противопожарные кабельные проходки используются при пересечении кабельных линий через противопожарные стены, перегородки и перекрытия, отделяющие или выделяющие, в пределах одного здания, разные противопожарные отсеки или помещения различного функционального назначения, или лифтовый холл, или тамбур-шлюз, или выделенную лестничную клетку, или помещения электрощитовых, вентиляционных, складские помещения, серверные, архивы и пр. С целью предотвращения проникновения огня, дыма и газа в смежное помещение монтируют огнестойкие кабельные проходки. Сформированная заделка проема должна позволить провести замену и осмотр проходящих через стену или перекрытие кабелей и при этом не быть причиной распространения огня, дыма, угарного газа от очага возгорания и тем самым должна быть преградой для их распространения в другое помещение [3].

Ярким примером, который доказывает необходимость установки подобных конструкций, является пожар на Останкинской телебашне в 2000 г. Здесь телекоммуникационные линии были помещены в вертикальную шахту без ее разбивки на пожарные отсеки и заделки кабельных проемов в этих отсеках, что и способствовало быстрому распространению огня по кабельным линиям. Противопожарные проходки обеспечивают нераспространение горения кабелей и, как следствие, нераспространение пожара в соседнее помещение. Даже если при прокладке применяются огнестойкие кабельные линии, включающие огнеза-

щищенные несущие элементы кабельных систем и кабели с маркировкой нг-FR, необходима противопожарная заделка, которая должна обеспечить нераспространение огня и дыма за пределы помещения (отсека).

Противопожарная проходка должна быть сформирована так, чтобы при появлении дуговых или искровых зарядов, капель расплавленного металла, возникающих в аварийной ситуации, по поверхности заделки не могло распространиться пламя, чтобы можно было провести осмотр кабелей на предмет повреждения и при необходимости их заменить, а при подплавлении кабелей огонь, дым, угарный газ не смогли проникнуть в следующий отсек [4]. При этом необходимо, чтобы все время эвакуации людей из здания работали следующие системы бесперебойной подачи электроэнергии, обеспечивающие работу: систем пожарной сигнализации; установок пожаротушения; систем оповещения людей о пожаре; систем вентиляции и кондиционирования аварийной вентиляции; систем управления пожарным водопроводом; систем управления лифтами. Также к системам бесперебойной подачи электроэнергии должны быть отнесены и системы пожаротушения (такие как насосы спринклеров, механические системы дымоудаления, пожарные лифты). Все эти системы комплектуются кабелями, сохраняющими свою работоспособность при пожаре, так называемыми огнестойкими кабелями. По нормативным документам такие кабели должны сохранять работоспособность при температуре 750°C.

Во время испытания контролируется прохождение тока по проводнику, т.е. время до разрушения токопроводящей жилы (ГОСТ ИЕС 60331-1-2013). Кабели огнестойкие марки нг-FR должны выдерживать 180 мин. При этом не надо забывать, что оболочки кабелей, выполненные из пластикатов пониженной горючести (кремнийорганической резины или поливинилхлорида), которые плавятся, выделяют ядовитый дым и дают пробежки пламени. Поэтому для локализации огня, дыма и ядовитых газов даже при прокладке огнестойких кабелей необходимы противопожарные проходки [5].

В настоящее время на Российском рынке работают несколько типов огнестойких кабельных проходок. Это и заделки с использованием цементных растворов; с применением панелей или плит; мягкими подушками, уретановыми пеноблоками или трубками; пеной или шпатлевкой; заделки в комбинации плит, шпатлевок, пен и т.п., а также готовые модульные проходки.

1. Заделка с применением цементных растворов (например, сухая смесь марки Формула КП).



Рис. 1. Попадание цементного раствора на кабели при заделке

Достоинство. Заделка негорючая.

Недостатки. Необходимы подготовка проема и опалубка для заливки цементного раствора.

Невозможно применение в местах, где необходимы осмотр и замена кабелей.

Попадание цементного раствора при заливке на сами кабели и на металлические поверхности приводит к коррозии. В результате воздействия вибраций кабелей заделка может трескаться и крошиться, утрачивая и без того сомнительную герметичность, что позволит пройти огню и дыму по поверхности кабелей в смежное помещение. На рис. 1 показано попадание на кабели цементного раствора при заделке [6]. При очистке от цементного раствора кабели можно повредить.

2. Заделка из жестких панелей или плит (кальцево-силикатных, вермикулитовых, минераловатных). Плиты устанавливают в кабельный проем, попутно обработанный огнезащитной краской. Используются плиты Vulcan DP от ДКС, Промат, Техстронг и т.д.) (рис. 2).

Достоинство. Заделка негорючая и не может быть причиной для увеличения площади пожара.

Недостатки. При вибрации кабелей возможны трещины в плитах. Плиты, как правило, склонны к усадке при пожаре, что приводит к образованию щелей для проникновения огня и дыма в смежное помещение.

Необходима подготовка проема, т.е. выравнивание и отфактуривание поверхности проема. Этот тип заделки возможен только на тех объектах, где не предполагается замена кабелей.

3. Заделка подушками из стеклоткани с наполнением (рис. 3) фирмы Огракс, ДКС. Подушки PYROBAG от OBO BETTERMANN.

Достоинства. Такая заделка обеспечивает возможность замены кабелей.

Вариант удобен для горизонтальных стеновых проемов.

Недостатки. При вертикальном проеме требуется проволочное ограждение (типа сетка), чтобы подушки держались. Необходима заделка стыковых соединений герметизирующим составом.

4. У фирм CFS-BL от Hilti и ДКС и OBO BETTERMANN имеются уретановые пеноблоки, ими, как и подушками, заделываются проемы, но на эти пеноблоки сверху также предусмотрен герметизирующий состав (рис. 4).

Достоинства. Этот тип проходок также можно применить на объектах, где необходима замена кабелей. В системе «Стоп-огонь» вместо уретановых пеноблоков применяются пенотрубки [7].

Недостатки. Необходима заделка стыковых соединений герметизирующим составом, как правило, силиконовым типа ЭП-071. Сами пеноблоки выполняются из силиконовой (кремнийорганической) резины.

Герметизирующий состав и сами пеноблоки могут являться причиной распространения пламени и дыма по помещению при аварийной ситуации с электрооборудованием, что ухудшает условия эвакуации людей.

5. Заделка в виде полиуретановых пен или мастик продукции компании Hilti, фирмы ДКС и OBO BETTERMANN (рис. 5).

Внутреннее заполнение выполняется минераловатным утеплителем и далее заливается противопожарной пеной полиуретановой типа монтажных.

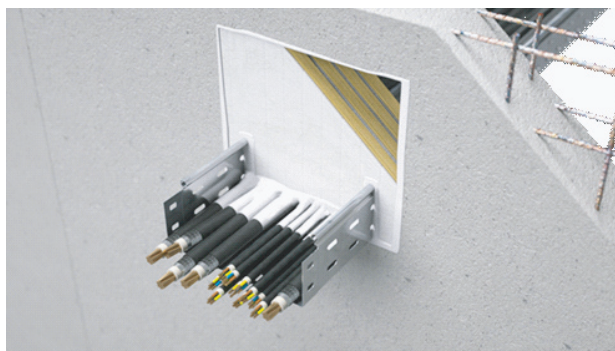


Рис. 2. Внешний вид заделки проемов с применением плит

Достоинства. Удобно работать. Нет необходимости готовить проем.

Недостатки. Противопожарная пена при пожаре дымит, возможны пробежки пламени при аварийных ситуациях с электрооборудованием, может быть причиной увеличения площади пожара, появления в помещении сильного дыма, что ухудшает условия эвакуации людей.

6. Проходки модульные (фирма Roxtec и CFS-T от Hilti).

При модульной проходке каждый кабель уплотняется отдельным модулем. Уплотнительные модули имеют форму квадратного параллелепипеда. Корпус выполнен из стеклопластика, внутри модуля уложены вспучивающиеся слои уретановых пластин, удаляя которые можно подобрать диаметр уплотняемого кабеля (рис. 6) [8].

Достоинства. Технология позволяет уплотнять кабели в большом диапазоне диаметров (от 3 до 96 мм), используя стандартные компоненты. Модули укладываются в стальные рамы, где ряды модулей разделяются стальными пластинами и уплотняются

компрессионным блоком. С завинчиванием натяжных болтов компрессионного блока уплотнительные модули сдавливаются, плотно обжимая кабель.

Возможно применение модульных проходок при смене кабелей, снимая и дополняя внутренние пластины, которыми наполнены модули. Такая проходка не требует верхнего огнезащитного покрытия.

Недостатки. Требуется сложная подготовительная работа для установки: необходимо заранее выровнять и отфактурить кабельный проем под размер блока, установить стальные рамы для крепления каждого блока и стальные пластины для разделения блоков [9]. Рамы и пластины должны быть покрыты антикоррозийным огнезащитным составом.

По российским нормам все противопожарные преграды, через которые проложены огнестойкие проходки (испытанные по ГОСТ 53310-2009), должны иметь класс пожарной опасности К0 (ГОСТ 30244 -94, негорючие), что легко проверить, поднеся горящую зажигалку к преграде и сформированному кабельному проему, конечно, как можно дальше от самого кабеля. Для герметизации кабельных проемов объ-



Рис. 3. Заделка с применением подушек

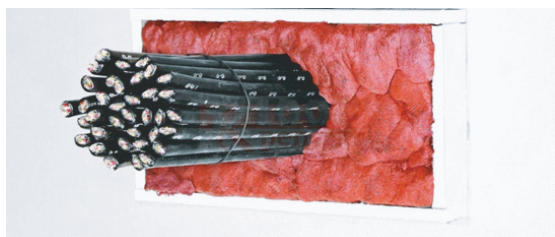


Рис. 5. Заделка с помощью полиуретановых пен



Рис. 4. Заделка с применением пеноблоков и герметизирующего состава

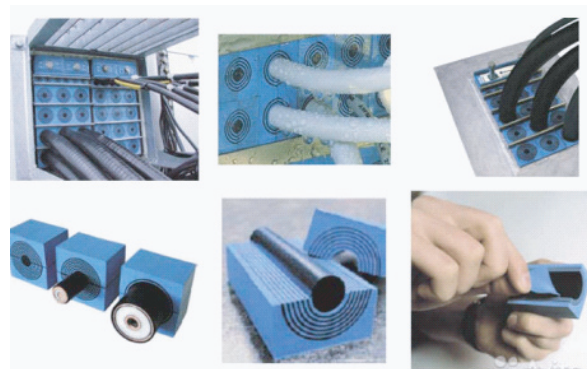


Рис. 6. Модульные кабельные проходки

ектов железнодорожного транспорта применяется система огнестойкая Ферум-Пласт (рис. 7). В настоящее время система Ферум-Пласт сертифицирована и эксплуатируется на объектах Московского метрополитена и многих выстроенных жилых зданиях. Ферум-Пласт — огнестойкая кабельная проходка многоразового использования, не снижающая класс пожарной опасности противопожарной преграды, т.е. возникающие в аварийной ситуации искровые разряды и брызги расплавленного металла погаснут на поверхности проходки.

Ферум-Пласт — эластичная герметизирующая композиция с высокой адгезией как к бетону, так и к металлу, сохраняющая свою эластичность при температуре эксплуатации от -60 до $+120^{\circ}\text{C}$, что позволяет выдерживать деформации при вибрации кабелей, а также в стыках и швах при различных температурах без каких-либо клеевых соединений (рис. 8). Такая конструкция заделки любого проема, включая деформационные швы, обеспечивает предотвращение распространения огня и продуктов горения в подземных коллекторах, зданиях и сооружениях промышленного и гражданского назначения, включая объекты АЭС, РЖД и метрополитена [10].

Достоинства. Нет необходимости готовить кабельный проем или любую другую щель, обладает хорошей адгезией, является антикоррозийной. Эластичность мастики позволяет провести осмотр кабелей и при необходимости произвести их замену. Сформированная кабельная проходка не может быть причиной распространения огня и дыма в помещении, по причине своей негорючести. Дымогазонепроницаемость проема обеспечивается двойным терморасширением композиции [11]. Первое

терморасширение происходит при достижении 120°C , а второе терморасширение — при 150°C . Щели, образующиеся при подплавлении кабелей, закрываются терморасширением Ферум-Пласт, попавшие капли расплавленного металла, дуговые и искровые разряды, возникающие при коротком замыкании гаснут на поверхности сформированного проема. Второе терморасширение (при 150°C), позволяет задерживать огонь и дым, а также другие продукты горения от кабелей, не увеличивая при этом площадь возникшего пожара. На рис. 9 показаны кабельный коллектор и заделка проемов Ферум-Пласт, а также схема применения Ферум-Пласт в деформационных швах железобетонных конструкций. На рис. 10 показан пример герметизации стыков железобетонных конструкций технологией с применением Ферум-Пласт.

Огнестойкая система Ферум-Пласт может устанавливаться на объектах с пожароопасными и взрывоопасными зонами. К таковым относятся офисные и производственные объекты, перерабатывающие предприятия, логистические и складские помещения, АЭС, объекты газового хозяйства, военные объекты, объекты нефтяного сектора, транспортные объекты, включая железнодорожные посты ЭЦ, ДЦ, ГАЦ и транспортные тоннели, подвижной состав и т.п. [12;14].

В настоящее время система Ферум-Пласт применяется на станциях Московского метрополитена «Котельники», «Печатники» и «Кленовый бульвар», на объекте Кожуховской линии от станции «Авиамоторная» до станции «Некрасовка», от станции «Косино» до станции «Нижегородская», на участках БКЛ Московского метрополитена от станции «Каширская» до станции «Карачаровская» [13].



Рис. 7. Внешний вид системы Ферум-Пласт



Рис. 8. Технология заделки проема системой Ферум-Пласт

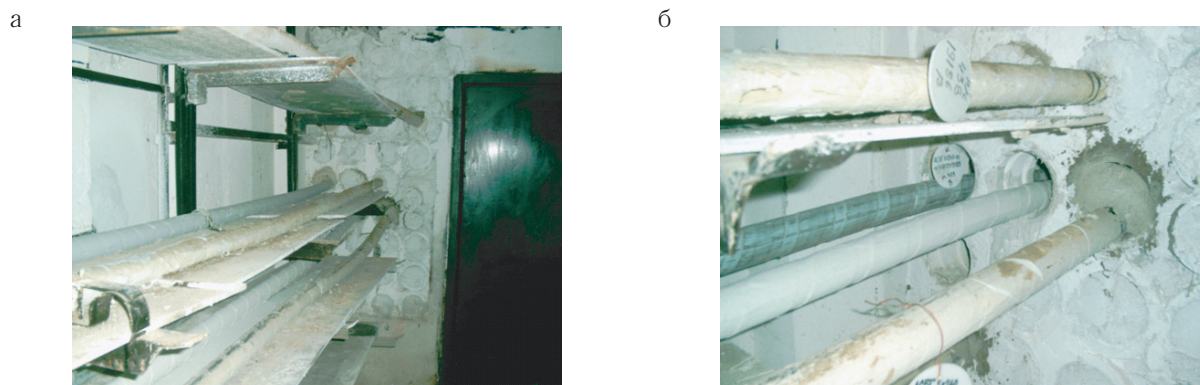


Рис. 9. Кабельный коллектор (а) и заделка проемов системой Ферум-Пласт (б)



Рис. 10. Пример герметизации стыков железобетонных конструкций системой Ферум-Пласт

Заключение

Для поддержания работы систем бесперебойной подачи электроэнергии во время пожара недостаточно контролировать только прохождение тока по проводнику, в частности, кабели, даже с индексом нг-FR при пожаре выделяют дым и ядовитый газ и подплавляются. Поэтому целесообразно герметизацию проемов при прокладке кабельных сетей через противопожарные преграды, а также герметизацию щелей и стыков (деформационных швов) на объектах железнодорожного транспорта выполнять с применением системы Ферум-Пласт. 

Литература

1. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ (с изменениями на 30 апреля 2021 года): принят Государственной Думой 4 июля 2008 года: одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 года. —Москва, 2008. —Текст: непосредственный.
2. ГОСТ 53310-2009. Проходки кабельные, вводы герметичные и проходы шинопроводов. Требования пожарной безопасности. Методы испытания на огнестойкость = Through penetration for cables, hermetic inputs and through penetration of electric current types. Requirements of fire safety. Fire resistance test methods: национальный стандарт Российской Федерации :издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 февраля 2009 г. №86-ст: введен впервые: дата введения 2014-01-01/ разработан Федеральным государственным учреждением «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ВНИИПО) МЧС России. —Москва: Стандартинформ, 2009. —Текст: непосредственный.
3. ГОСТ 31565-2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности = Cable products. Requirements of fire safety: национальный стандарт Российской Федерации: национальный стандарт Российской

Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2012 г. №1097-ст: введен впервые: дата введения 2014-01-01: подготовлен Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ). — Москва: Стандартинформ, 2019. — Текст: непосредственный.

4. ТР ЕАЭС 043/ 2017. Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения»: принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2017 года №40. — Москва. — URL: [http .www.eaeunion.org](http://www.eaeunion.org) (дата обращения: 10.03.2022). — Текст: электронный.

5. ГОСТ 30403-2012. Конструкции строительные. Метод испытания на пожарную опасность Метод испытания на пожарную опасность = Building structures. Fire hazard test method: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. №2021—ст: дата введения 2014-01-01/ разработан Центральным научно-исследовательским институтом строительных конструкций имени В.А.Кучеренко (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко) — институтом ОАО «НИЦ «Строительство» совместно с Федеральным бюджетным государственным учреждением “Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ФБГУ «ВНИИПО» МЧС России). — Москва, 2014. — Текст: непосредственный.

6. ТР-005-2016. Технологический регламент по заделке универсальных кабельных проходок системой Ферум-Пласт.

7. ТР ТС 001/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (с изменениями на 9 декабря 2011 г.) / принят решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. №710. — Москва, 2011. — Текст: непосредственный.

8. ТР ТС 003/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (с изменениями на 9 декабря 2011 г.) / принят решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. №710. — Москва, 2011. — Текст: непосредственный.

9. ТР ТС 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (с изменениями на 9 декабря 2011 г.) / принят решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. №710. — Москва, 2011. — Текст: непосредственный.

10. Шепитько, Г.Е. Определение вероятности пожаров на объектах инфраструктуры железных дорог / Г.Е. Шепитько, В.П. Сычев. — Текст: непосредственный // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство: 10-я Всероссийская научно-практическая конференция. — Москва: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 2016. — Т.10, №10-(10). — С. 101—104.

11. Защита строительных металлических конструкций огнезащитными составами / А.В. Сычева, А.А. Локтев, А.Е. Можаров, В.П. Сычев. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта 2018. №2. — С. 89—93.

12. Сычёва, А.В. Современные огнезащитные материалы для строительства объектов инфраструктуры железных дорог / А.В. Сычёва, А.Е.Можаров. — Текст: непосредственный // Путь и путевое хозяйство. — 2018. — № 9. — С. 21—23.

13. Бондаренко, С.А. Требования к нормативно-технической документации по содержанию путей необщего пользования и эксплуатируемого на них технологического оборудования на железнодорожном ходу / С.А. Бондаренко, В.П. Сычев. — Текст: непосредственный // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство: Транспортная инфраструктура промышленных предприятий. По итогам 13-й внеочередной научно-практической конференции 20—21 ноября 2018 г. — Москва: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 2018. — Т.13, №13(13). — С. 7—10.

14. Аксёнов, В.А. Основы обеспечения пожарной безопасности: учебное пособие / В.А. Аксёнов, В.К. Васин, Е.А. Сорокина. — Москва: РУТ (МИИТ).РОАТ, 2019. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — Формат pdf. — ISBN 978-5- 7473 -0996 -8. — Текст: электронный. Зарегистрировано в Информрегистре №0321903-140 от 23.10.2019.

15. Огнезащитные материалы ФЕРУМ™: [сайт], 2022. — URL: <https://ferumlab.ru/produktyi/dlya-kabelnyix-prohodok/ferum-plast/> (дата обращения: 15.03.2022). — Текст: электронный.