

УДК 614.841/ 614.838

Электропроводка во взрывоопасных зонах

© А.С. Харламенков ✉

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

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены общие принципы выбора проводов и кабелей для взрывоопасных зон. Проведен анализ действующих нормативных документов, определяющих порядок применения кабельных изделий во взрывоопасных средах. Представлена информация о безопасных способах монтажа электропроводки. Показаны примеры марок кабельных изделий, отвечающих требованиям норм их прокладки во взрывоопасных зонах. Даны разъяснения о порядке выбора нагревательных кабелей систем кабельного подогрева в местах присутствия взрывоопасных смесей.

Ключевые слова: источник зажигания; короткое замыкание; джоулево тепло; легковоспламеняющиеся жидкости; горючие пыли; взрывоопасные смеси

Для цитирования: Харламенков А.С. Электропроводка во взрывоопасных зонах // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2021. Т. 30. № 1. С. 86–90.

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

Electrical wiring in hazardous areas

© 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 general principles that govern the selection of wires and cables for hazardous areas. The analysis of effective regulatory documents, governing the use of cable products in hazardous environments is performed. The information on safe wiring methods is provided. Examples of cable grades, that comply with the wiring standards applicable to fire hazardous areas, are provided, as well. Clarifications on the procedure for selecting heating cables for cable heating systems in the areas, accommodating explosive mixtures, are offered.

Keywords: ignition source; short circuit; Joule heat; highly flammable liquids; combustible dusts; explosive mixtures

For citation: Kharlamenkov A.S. Electrical wiring in hazardous areas. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2021; 30(1):86-90 (rus.).

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



ВОПРОС:

Предварительные статистические данные о пожарах в РФ за 2020 г.¹ показывают, что количество пожаров по причине нарушения устройства и эксплуатации электрооборудования практически не изменилось и составляет более 30 %. Данное обстоятельство требует разработки действенных технических и организационных мер по обеспечению пожарной безопасности электроустановок зданий и сооружений. Это касается и объектов с пожаровзрывоопасными производствами, где появ-

ление источника зажигания электрического характера крайне опасно.

В стандартном треугольнике горения кабельные изделия могут выступать не только в качестве источника зажигания, но и в качестве горючей нагрузки. Поэтому изоляция и оболочка современных кабелей выполняются из материалов, не распространяющих горение («нг») и/или имеющих устойчивость к воздействию пламени (огнестойкие — «FR»). Тип исполнения кабельного изделия, определяющий его пожарную безопасность, выбирается по ГОСТ 31565–2012². На сегодняшний день представлена

¹ Онлайн-конференция, посвященная ситуации с пожарами в России // Международный мультимедийный пресс-центр МИА «Россия сегодня». URL: <http://pressmia.ru/pressclub/20210115/953060742.html> (дата обращения: 20 декабря 2020 г.).

² ГОСТ 31565–2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 24 мая 2012 г. № 41); введен в действие 1 января 2014 г.

новая редакция данного стандарта, которая находится на этапе согласования с различными учебными и научными организациями. В новую редакцию ГОСТ 31565–2012 добавлены преимущественные области применения различных типов кабельных изделий с указанием классов функциональной пожарной опасности зданий. Эти нововведения должны упростить процесс выбора специалистами проводов и кабелей, соответствующих требованиям пожарной безопасности.

Кабельные изделия также способны участвовать в переносе горючих веществ из одного помещения в другое. В местах с возможным образованием взрывоопасных смесей паров горючих газов или легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) с воздухом всегда рассматривается вероятность попадания смеси в соседние помещения через внутреннюю пустоту оболочки кабелей.

Во взрывоопасных помещениях имеются и ограничения по способам монтажа электропроводки, которые указаны в различных нормативных и ведомственных документах. Поэтому актуально выполнить обобщение данных по безопасным вариантам прокладки кабельных изделий на объектах с применением горючих газов и ЛВЖ.

Какие кабельные изделия следует применять при выполнении электромонтажных работ во взрывоопасных зонах?

ОТВЕТ

Основные требования к выбору и монтажу электропроводки во взрывоопасных зонах представлены в гл. 7.3 «Электроустановки во взрывоопасных зонах» Правил устройства электроустановок³ (далее — ПУЭ), ст. 82 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности⁴ (далее — № 123-ФЗ), п. 10 СП 423.1325800.2018⁵ (далее — СП 423) и п. 9 ГОСТ ИЕС 60079-14–2013⁶. Порядок применения силовых и контрольных кабелей для стационарной прокладки определяется положениями ГОСТ Р 58342–2019⁷.

³ Правила устройства электроустановок (ПУЭ): утверждены приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 8 июля 2002 г. № 204; введены в действие с 1 января 2003 г.

⁴ Федеральный закон Российской Федерации «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в редакции от 27 декабря 2018 г.) от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ; принят Государственной Думой 4 июня 2008 г.; одобрен Советом Федерации 11 июня 2008 г.

⁵ Электроустановки низковольтные зданий и сооружений. Правила проектирования во взрывоопасных зонах : (СП 423.1325800.2018) : введен в действие 25 июня 2019 г.

⁶ ГОСТ ИЕС 60079-14–2013. Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок (с поправками) (в редакции от 1 июля 2019 г. : введен в действие 1 июля 2015 г.

⁷ ГОСТ Р 58342–2019. Кабели силовые и контрольные для применения в электроустановках во взрывоопасных средах. Общие технические условия : введен в действие 1 июля 2019 г.

Существует ряд ведомственных нормативных документов, определяющих типы кабельных изделий и способы их прокладки в зонах с наличием горючих газов и паров ЛВЖ, а также взвешенных горючих пылей и частиц. Одним из них является Инструкция по монтажу электрооборудования силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон (далее — И1.01.11)⁸, положения которой частично отражены в требованиях СП 423.

Согласно указанным выше нормативным документам, электроустановки, применяемые во взрывоопасных зонах, относятся к специальным. Они должны соответствовать классу зоны, а также категории и группе взрывоопасной смеси. Эта информация должна быть отражена в маркировке оборудования.

Во взрывоопасных зонах нормами рекомендуется выполнять открытую прокладку бронированных и небронированных кабелей. Допускается прокладка электропроводки в стальных трубах со стенкой определенной толщины, зависящей от сечения жил кабеля.

Прокладка кабельных изделий может быть выполнена по стенам и строительным конструкциям в коробах, на лотках, профилях, тросах и т.п., в зависимости от класса взрывоопасной зоны. Для зон, расположенных за наружными ограждающими конструкциями, прокладку кабелей следует выполнять на эстакадах, в частично закрытых кабельных галереях по кабельным конструкциям и т.п. Основные способы прокладки проводов и кабелей в зависимости от класса взрывоопасной зоны представлены в табл. 1.

Следует отметить, что прокладка кабелей в трубах должна выполняться в следующих исключительных случаях при монтаже:

- в зонах классов 1а, 1г (СП 423) или 0, 1 (И 1.01.11) групповых осветительных сетей (если нет взрывозащищенных светильников и ответвительных коробок, позволяющих вводить и разделять бронированные кабели);
- вторичных цепей для оборудования и приборов (датчиков, газоанализаторов и т.п.), конструкция которых предусматривает только трубный ввод;
- коротких участков труб, где они выполняют функцию каналобразователя, например, при подводе электропроводки к оборудованию, установленному в удалении от стен и колонн в пределах одного помещения;
- электропроводки на технологических эстакадах, где небронированные кабели должны прокладываться только в стальных трубах и коробах;
- электропроводки в местах, где возможны механические повреждения (передвижение автотранспорта, механизмов и грузов, доступность для посторонних лиц), а кабели должны быть защищены по высоте на 2 м от уровня пола или земли и на 0,3 м в земле.

⁸ И 1.01-11. Инструкция по монтажу электрооборудования силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон : введена в действие 30 октября 2011 г.

Крепление стальных труб при открытой прокладке преимущественно выполняют скобами и хомутами с расстоянием между точками крепления не более 2,5 м [1]. Указанный шаг может быть увеличен для трубопроводов, находящихся над машинами, механизмами, транспортерами и другим вращающимся или движущимся оборудованием на расстоянии более 2,5 м.

В случае открытой прокладки электропроводки во взрывоопасных зонах должны применяться кабели, не распространяющие горение при групповой прокладке:

- «нг (А), (В), (С)» — для наружных установок;
- «нг (А), (В), (С)-LS», «нг (А), (В), (С)-HF» — в помещениях с присутствием людей.

Кабельные сети систем противоаварийной защиты (ПАЗ) и противопожарной защиты (СПЗ) во взрывоопасных зонах должны быть выполнены огнестойкими кабелями (нг(...)-FRLS, нг(...)-FRHF).

Во всех классах взрывоопасных зон (0, 1, 2, 20, 21, 22) по международным стандартам серии ГОСТ IEC 60079-

14-2013 следует применять кабели с медными жилами, а провода с алюминиевыми жилами могут использоваться с соединительными устройствами соответствующей конструкции и сечением жил не менее 16 мм². При этом, согласно СП 423, во взрывоопасных зонах классов 2б и зонах 22а, 22б, 22в допускается применение кабелей с алюминиевыми жилами.

Кабели, прокладываемые во взрывоопасных зонах, должны иметь резиновую, ПВХ или бумажную изоляцию в резиновой, ПВХ или металлической оболочке. Использование изоляции или оболочки из полиэтилена запрещено.

Технический циркуляр № 14/2006⁹ допускает применение во всех классах взрывоопасных зон кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (XLPE) и этиленпропиленовой резины (EPR) с индексом «нг» («нг-LS», «нг-HF») и оболочкой из аналогичного пластиката, ПВХ (PVC) или

⁹ Технический циркуляр № 14/2006. О применении кабелей из сшитого полиэтилена в кабельных сооружениях, в том числе во взрывоопасных зонах : введен в действие 16 октября 2006 г.

Таблица 1. Допустимые способы прокладки проводов и кабелей во взрывоопасных зонах

Вид кабельного изделия	Способ прокладки ¹	Классы взрывоопасных зон ²							
		Сети напряжением выше 1 кВ		Силовые сети и вторичные цепи напряжением до 1 кВ			Осветительные сети напряжением до 380 В		
		ПУЭ	И 1.01.11	ПУЭ	И 1.01.11	СП 423	ПУЭ	И 1.01.11	СП 423
Бронирован- ные кабели	Открыто — по стенам и строи- тельным конструкциям на скобах и кабельных конструкциях; в коробах, лотках, на тросах, кабельных и технологических эстакадах; в каналах; скрыто — в земле (траншеях), в блоках	В зонах любого класса ³							
Неброни- рованные кабели в резиновой, поливинил- хлоридной и метал- лической оболочках	Открыто — при отсутствии меха- нических и химических воздей- ствий; по стенам и строительным конструкциям на скобах и ка- бельных конструкциях; в лотках, на тросах	В-Іб, В-Іг; В-ІІа	2 21 22	В-Іб, В-Іг; В-ІІа	2 21 22	2б, 2г; 22а, 22б, 22в,	В-Іа, В-Іб, В-Іг; В-ІІа	2 21 22	2а, 2б, 2г; 22а, 22б, 22в
	В пылеуплотненных каналах (например, покрытых асфальтом) или засыпанных песком	В-ІІ, В-ІІа	20 21 22	В-ІІ, В-ІІа	20 21 22	21а, 21б, 21в; 22а, 22б, 22в	В-ІІ, В-ІІа	20 21 22	21а, 21б, 21в; 22а, 22б, 22в
	Открыто — в коробах	В-Іб, В-Іг	2	В-Іа, В-Іб, В-Іг	1, 2	2а, 2б, 2г	В-Іа, В-Іб, В-Іг	1, 2	2а, 2б, 2г
	В стальных трубах	В зонах любого класса							
	В герметичных металлорукавах ⁴	—	—	—	—	2б	—	—	2б
Изолирован- ные провода	В стальных трубах	В зонах любого класса							

¹ Для искробезопасных цепей допускается прокладка электропроводки любым из перечисленных выше способов.

² Подробный разбор взаимосвязи классов взрывоопасных зон по представленным в табл. 1 нормативным документам дан в рубрике «Вопрос – Ответ» № 4 журнала за 2019 г. [2].

³ В зоне 0 преимущественно следует использовать трубную электропроводку. При беструбной прокладке следует учитывать условия эксплуатации электропроводки (возможные механические повреждения, температурные режимы окружающей среды и т.д.).

⁴ Прокладка проводов и кабелей в зонах 20, 21 и 22 с низким риском механического повреждения допускается в герметичных металлорукавах с оболочкой из поливинилхлоридного (ПВХ) пластиката, не распространяющего горения (нг).

резины. При использовании данных типов кабелей требуется иметь документальное подтверждение того, что его температура при расчетных нагрузках и возможных перегрузках не превышает допустимой (температура самовоспламенения взрывоопасной смеси), согласно п. 9.3.8 ГОСТ IEC 60079-14-2013.

Допустимые сечения жил кабелей для прокладки во взрывоопасных зонах по требованиям И 1.01.11 и СП 423 сведены в табл. 2.

Большинство марок кабелей, ранее не имеющих таких характеристик пожарной безопасности, как огне-

стойкость — FR, пониженное дымовыделение — LS, отсутствие галогенов при горении — HF, на сегодняшний день усовершенствованы до требуемых нормами уровней защиты. Например, монтажные кабели марок КМЖнг(A)-LS FRHF и МКЭШвнг(A)-FRHF заменили свои устаревшие аналоги КМЖ и МКЭШв. В табл. 3 приведены примеры марок современных кабелей, используемых для открытой прокладки во взрывоопасных средах. Допускается также применять и кабели иностранного производства, имеющие сертификат соответствия техническим регламентам РФ и/или Таможенного союза.

Таблица 2. Допустимые сечения жил кабелей во взрывоопасных зонах

Вид электроустановки	Класс зоны			
	И 1.01.11	СП 423	И 1.01.11	СП 423
	0 1 2	0 1а, 1г 2а, 2г 20а, 20б, 20в, 21а, 21б, 21в	2 20, 21, 22	2б 22а, 22б, 22в
	Площадь поперечного сечения жил, мм ²			
	Медные жилы		Алюминиевые жилы	
Осветительные сети	1,5		2,5	
Силовые сети	1,5		2,5	
Вторичные цепи трансформаторов тока	2,5		4,0	
Цепи управления, сигнализации, измерения, блокировки	1,0		2,5	
Искробезопасные цепи	0,5		—	

Таблица 3. Область применения наиболее распространенных кабелей для открытой прокладки по классам взрывоопасных зон согласно И 1.01.11

Назначение сети	Рекомендуемые кабели для зон классов ¹			
	0	1, 2	20	21, 22
Силовые сети напряжением выше 1 кВ	ВБбШнг ВБбШнг-LS СБГ ПвВнг-LS ПвБВнг-LS	ВБбШнг ВБбШнг-LS СБГ ПвВнг-LS ПвБВнг-LS	АВБбШнг АВБбШнг-LS АСБГ ААБнгГ АПвБбШнг-LS	АВБбШнг АВБбШнг-LS АСБГ ААБнгГ АПвБбШнг-LS
Силовые сети напряжением до 1 кВ	ВБбШнг ВБбШнг ВБбШнг-LS СБГ СРБГу ПвБбШнг(A)-LS ПБПнг-HF	ВБбШнг ВБбШнг-LS СБГ СРБГ ПвБбШнг(A)-LS	АВБбШнг АВБбШнг-LS АСБГ АВБГзнг ³ АВРГзнг АПвВнг(A)-LS	АВБГзнг АВРГзнг АСГ ААГ
Осветительные сети напряжением 380 В ²	ВВГзнг-LS ВРГзнг-LS	ВВГзнг-LS ВРГзнг-LS	АВБГзнг АВРГзнг АВГзнг	АВБГзнг АВРГзнг АВГзнг
Вторичные цепи напряжением до 380 В	КПБПнг-LS КВБВнг КРВБГ КВВБбШв КВБШвнг-LS	КВБВнг КРВБГ	АКВБВнг АКРВБГ	АКВВГзнг АКРВГзнг

¹ Кабели, предназначенные для применения в зонах более высокого класса взрывоопасности, допускается применять в менее опасных зонах.

² Для осветительных групповых сетей применяются 5-жильные кабели.

³ Буква «з» в маркировке кабеля означает, что оболочка наложена с заполнением воздушных промежутков между жилами.

Основные требования к выбору и прокладке кабелей для опасных зон представлены в ст. 501–505 Национального электромонтажного кодекса (NEC: National Electrical Code) Национальной ассоциации противопожарной защиты США (National Fire Protection Association) NFPA 70¹⁰ и стандарте UL 2225-2013¹¹. Согласно этим документам, в местах с наличием взрывоопасных сред следует применять кабели типа MC-HL с гофрированной металлической оболочкой (броня), покрытой слоем ПВХ (Metal Clad-Hazardous Location cable – кабель в металлической оболочке для опасных зон). Для питания контрольно-измерительных приборов и цепей управления должны применяться кабели типа ITC-HL (Instrumentation Tray Cable), а также гибкие кабели типа TC-ER-HL для подключения к вибрирующему или подвижному оборудованию. Похожие требования по выбору и монтажу электропроводки имеются в нормативном документе C22.1 Канадского электротехнического кодекса (CEC) Канадской ассоциации по стандартизации (CSA)¹², но здесь предлагается использовать кабели типа TECK 90 и TECK-HL, в основном отличающиеся формой защитной металлической оболочки (брони) [3].

В проектно-эксплуатационной практике на различных объектах химической, нефтяной и газовой промышленности распространено применение систем кабельного подогрева трубопроводов, резервуаров, запорной арматуры с использованием нагревательных кабелей различных марок, например кабелей марок ГТГ, СГЛ, ВСК-Ф, АТМЛ, АТЛ, АТЕ и др. Температура их поверхности может достигать значений, превышающих нижнюю границу самовоспламенения некоторых взрывоопасных смесей. Поэтому нагревательные кабели проходят полноценную сертификацию, аналогичную для взрывозащищенных машин, аппаратов и приборов, с проведением лабораторных испытаний и анализа их конструкции и свойств. Такие кабели должны иметь полноценную маркировку взрывозащиты, которая соответствует классу зоны, категории и группе взрывоопасных смесей согласно требованиям ст. 82 № 123-ФЗ, ГОСТ IEC 60079-14-2013 и Технического регламента Таможенного союза

¹⁰ National Fire Protection Association (NFPA). National Electrical Code. NFPA 70 // NFPA ed., 2017.

¹¹ UL 2225-2013. UL Standard for Safety for Cables and Cable-Fittings For Use In Hazardous (Classified) Locations, ed. 4, 2013.

¹² CSA C22.1. Canadian Electrical Code, Part I – Safety Standard for Electrical Installations // CSA. 25th ed., 2021.

(ТР ТС 012/2011)¹³. Маркировка наносится непосредственно на поверхность оболочки кабеля и обычно содержит информацию о возможности его применения как во взрывоопасных газовых средах, так и в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли.

Таким образом, во взрывоопасных зонах следует отдавать предпочтение открытой прокладке небронированных или бронированных кабелей, не распространяющих горение с показателями пожарной безопасности LS, HF и FR, в зависимости от места их прокладки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трунковский Л.Е. Электрические сети промышленных предприятий : 2-е изд., перераб. и доп. М. : Энергоатомиздат, 1991. 128 с.
2. Харламенков А.С. Новая классификация взрывоопасных зон // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2019. Т. 28. № 4. С. 92–94. URL: <https://www.fire-smi.ru/jour/article/view/775>
3. Keane B., Schwarz G., Thurnherr P. Cables and cable glands for hazardous locations // 2018 IEEE Petroleum and Chemical Industry Technical Conference (PCIC). 2018. Vol. 42. 9 p. DOI: 10.1109/PCIC31437.2018.9080463

Материал поступил в редакцию 30.01.2021
Received January 30, 2021

Информация об авторе

ХАРЛАМЕНКОВ Александр Сергеевич, старший преподаватель кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи, Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Российская Федерация; РИНЦ ID: 763967; e-mail: h_a_s@live.ru

Information about the author

Aleksandr S. KHARLAMENKOV, Senior Lecturer of Department of Special Electrical Engineering, Automation Systems and Communication, The State Fire Academy of Emercom of Russia; Moscow, Russian Federation; ID RISC: 763967; e-mail: h_a_s@live.ru

¹³ ТР ТС 012/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (в ред. от 25 октября 2016 г.) : утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 825; введ. 15 февраля 2013 г. // Официальный сайт Комиссии таможенного союза www.tsouz.ru. 2011.