

# ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ.

## Введение

Телекоммуникации активно проникают во все сферы жизни и широко распространяются в различных отраслях промышленности.

В настоящее время в России реализуется крупнейший в мире инфраструктурный проект по обеспечению связью малых населенных пунктов. В рамках проекта до 2020 г. планируется построить 215 тыс. км волоконно-оптических линий связи.

Благодаря проекту по устранению цифрового неравенства жители всех населенных пунктов с численностью свыше 250 человек будут обеспечены доступом в Интернет.

Широкое распространение получили такие новые системы как «Умный дом», «Интернет вещей» (Internet of Things), «Оптический датчик» и др. Внедрение подобных систем также основано на применении волоконно-оптических линий связи.

Растет интенсивность оснащения оптическими линиями связи различных объектов социальной сферы и промышленности, прежде всего, высотных зданий, развлекательных центров, крупных дата центров, горнодобывающих и нефтегазовых предприятий, объектов оборонного комплекса.

При этом к строительству и эксплуатации объектов повышенной взрыво- и пожарной опасности, зданий и учреждений с массовым пребыванием людей, предъявляются особые требования, которые постепенно ужесточаются. Локальное возгорание на таких объектах может перерасти в крупный пожар за счет быстрого распространения пламени по кабельным коммуникациям, а в итоге привести к значительному ущербу имущества, катастрофическим последствиям для окружающей среды, угрожать жизни и безопасности людей (рис. 1).



**Д. П. Гиберт**  
заместитель  
генерального директора  
по техническим  
вопросам ООО «Инкаб»



**О. М. Оборина**  
специалист по  
аналитике ООО «Инкаб»



Рис. 1. Пожар на  
Останкинской телебашне  
в 2000 году.

## Современные нормативные требования

Следует отметить, что широко распространенное среди потребителей понятие «негорючий» кабель несколько ошибочно. Любой кабель в условиях воздействия пламени будет гореть. Ключевая особенность, которой должен обладать пожаробезопасный кабель – не распространение горения и затухание после прекращения воздействия огня. Также возможны дополнительные свойства, такие как низкое дымовыделение, низкая токсичность, огнестойкость и др., которые подробно будут рассмотрены в данной статье.

В России современные требования пожарной безопасности к оптическим кабелям регламентируются ГОСТ 31565-2012 [1].

Стандарт распространяется на кабельные изделия, к которым предъявляются требования по пожарной безопасности, предназначенные для прокладки в зданиях и сооружениях, и устанавливает классификацию, требования пожарной безопасности, преимущественные области применения.

Требования к пожарной безопасности можно представить в виде иерархической пирамиды (рис. 2).

## Показатели пожарной безопасности

каждый следующий показатель включает в себя предыдущий



Рис. 2. Показатели пожарной безопасности

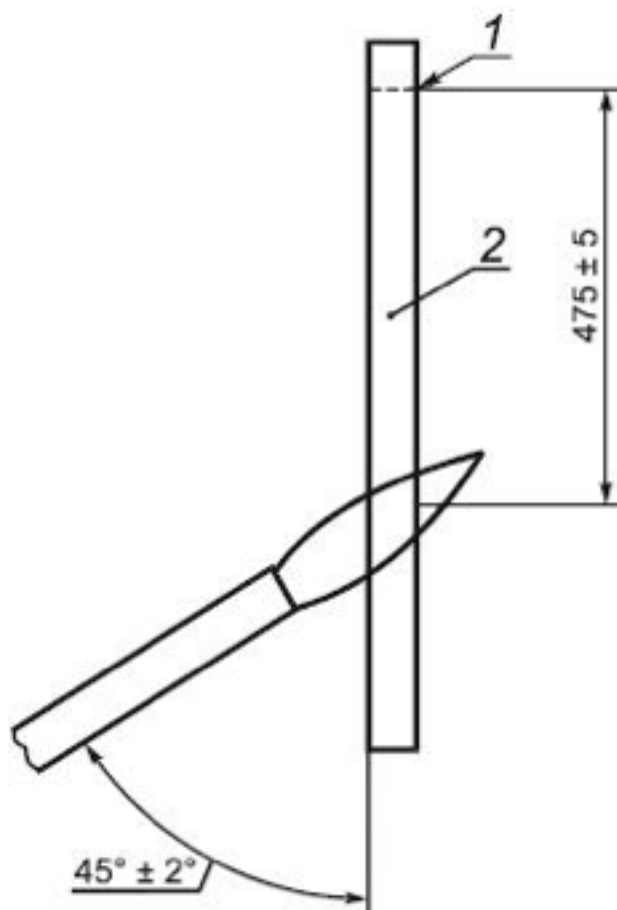
### «Одиночная прокладка»

Наименьшие требования предъявляются к кабелям для одиночной прокладки.

Под одиночной прокладкой понимается одиночный кабель или ряд кабелей, расстояние между которыми превышает 300 мм.

Методика испытаний изложена в ГОСТ IEC 60332-1-2(3)-2011 [2]. Образец кабеля длиной 600 мм располагают вертикально в специальной камере. Горелка располагается в определенном месте и под определенным углом (рис. 3). Время воздействия пламени для оптических кабелей (диаметром до 25 мм) составляет 60 секунд. После чего пламя гасят и кабель должен прекратить горение.

Кабель считается выдержавшим испытание, если сверху расстояние до обугленной части составляет более 50 мм. Также контролируется распространение огня вниз – не более 540 мм от верхней точки. Вещество, стекающее или отделяющееся от образца и падающее ниже конца образца, не должно воспламенять фильтровальную бумагу. Преимущественной областью применения, исходя из названия, является одиночная прокладка в кабельных сооружениях и производственных помещениях. Наименование показателя пожарной опасности: ПРГО. Обозначение в марках кабеля не нормируется, но, как правило, добавляется буква «Н».



1 - нижний край верхней опоры; 2 - образец

Рис. 3. Приложение пламени горелки к образцу  
(по ГОСТ IEC 60332-1-2-2011)

Для обеспечения пожарной безопасности при одиночной прокладке для кабелей, содержащих металлические элементы (стальная лента или стальные проволоки), как правило, достаточно применения в оболочке композиций полиэтилена со специальными добавками. Металлические элементы кабеля эффективно отводят тепло, позволяя кабелю самостоятельно потухнуть.

Для полностью диэлектрических кабелей в оболочке требуются уже специальные полимерные компаунды.

## **«Групповая прокладка»**

Следующая категория: не распространяющие горение кабели при групповой прокладке (ряд кабелей с расстоянием между ними менее 300 мм).

Методика испытаний изложена в ГОСТ IEC 60332-3-21 (22, 23, 24, 25)-2011 [3].

Для испытаний готовят образцы кабелей длиной 3,5 метра в количестве, обеспечивающем 7 литров объема горючей (неметаллической) массы кабеля (категория «А»). Все отрезки крепят вертикально к специальной лестнице. Время воздействия пламени – 40 минут.

Кабель считается выдержавшим испытание, если после прекращения горения длина обугленной части не превышает 2,5 метра.

Преимущественная область применения: в открытых кабельных сооружениях (эстакадах, галереях) наружных электроустановок.

Наименование показателя пожарной опасности: ПРГП.

Обозначение в маркировке кабеля: «нг(А)» - для категории ПРГП1.

## **«Пониженное дымо- и газовыделение»**

Суть данного требования в том, что при горении кабеля выделяется мало дыма. Таким образом сохраняется достаточная светопропускаемость. Предполагается, что при возникновении пожара, находящиеся в помещении люди могут увидеть эвакуационный путь. Методика испытаний изложена в ГОСТ IEC 61034-2-2011[4].

В испытании под образцом, уложенным горизонтально, поджигают спирт и с помощью специальной фотометрической системы измеряют снижение светопрозрачности во время и после горения. Если снижение светопрозрачности составило менее 40%, то присваивается высшее классификационное обозначение: «ПД1».

Преимущественная область применения: во внутренних электроустановках, а также в зданиях, сооружениях и закрытых кабельных сооружениях.

Обозначение в маркировке кабеля: LS.

## **«Без выделения коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении»**

Ранее самым популярным материалом, использовавшимся для оболочки кабелей внутренней прокладки, был поливинилхлорид (ПВХ). Однако данный материал при горении образует очень опасные для человека галогенные соединения. При возникновении даже небольшого возгорания люди могут отравиться токсичными газами, не успев покинуть помещения.

При создании кабельной инфраструктуры в зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, в том числе в многофункциональных высотных зданиях и зданиях-комплексах должны применяться кабели, не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении.

Методика испытаний изложена в ГОСТ IEC 60754-1-2011 [5] и ГОСТ IEC 60754-2-2011 [6].

При первом испытании образец, уложенный в специальной лодочке, сжигают, а выделяющиеся газы абсорбируют в специальном растворе, после чего определяют количество газов галогенных кислот.

Во втором испытании, выделяемые газы от сжигаемого образца пропускают через сосуды с дистиллированной водой. После чего определяют кислотность полученного раствора и измеряют удельную проводимость.

Показатели измерений должны находиться в установленных ГОСТ пределах.

Обозначение в маркировке кабеля: HF.

Следует отметить, что при подтверждении соответствия кабеля с индексом HF требуется проводить испытание на дымообразование, т.е. требования HF обязательно включают в себя соответствие требованиям по LS.

В качестве оболочки в таких кабелях применяются специальные полимерные компаунды с добавлением олефиновых сополимеров и минерального наполнителя для придания необходимых пожаробезопасных свойств. Кроме того, в состав компаундов обязательно добавляются УФ-стабилизаторы, поэтому кабели производства «Инкаб» допускается применять на открытом воздухе.

## «Огнестойкие»

Под огнестойкостью понимается работоспособность оптического кабеля. Т.е. оптический кабель должен продолжать передавать сигнал при воздействии и после воздействия пламенем в течение заданного периода времени.

Это самая высокая категория пожарной безопасности и наиболее сложное конструктивное исполнение кабеля.

Методика испытаний изложена в ГОСТ IEC 60331-25-2011 [8].

Образец кабеля помещают в испытательную камеру, при этом концы должны быть выведены наружу для подключения рефлектометра и измерения оптического сигнала.

Образец подвергают воздействию пламени в течение заданного времени, при этом приращение затухания не должно превышать установленных норм. После гашения пламени, образец оставляют подключенным к рефлектометру еще на 15 минут. После завершения испытания каждое волокно проверяют на целостность.

Минимальный уровень огнестойкости: не менее 30 минут (обозначение ПО7).

Рекомендуемое время: не менее 90 минут. Максимально высокий показатель: 180 минут (ПО1).

Области применения: в системах противопожарной защиты, а также в других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара.

Особую актуальность применение огнестойких оптических кабелей приобретает в таких сферах, как:



промышленные  
и горнодобывающие  
предприятия



нефтеперерабатывающие  
и нефтехимические  
предприятия



нефтегазодобыча  
и транспортировка



метрополитены



атомная энергетика

Обозначение в маркировке кабеля: FR.

Для подтверждения соответствия кабеля с индексом FR требуется проводить испытания на нераспространение горения при групповой прокладке, а также как минимум на «пониженное дымо- газовыделение» (нг и LS) – категория нг(A)-FRLS.

## Поведение оптического кабеля при горении

Обычные оптические кабели, как правило, состоят из полимерных оптических модулей (в центре или в скрутке), каких-либо упрочняющих элементов (брони) и оболочки. Эти материалы не являются огнезащитными и быстро расплавляются и сгорают при воздействии пламени. Несмотря на то, что непосредственное воздействие пламени на полимерный оптический сердечник может быть отделено путем создания барьера из металлической брони, теплопередача не может быть изолирована и сердечник также быстро расплавится и сгорит.

В целом процесс сгорания кабеля можно условно разделить на 4 стадии:

Стадия 1. Наружная оболочка полностью повреждена пламенем, которое начинает проникать во внутренние элементы. Процесс продолжается всего несколько минут.

Стадия 2. Пламя проникает внутрь и поджигает оптический сердечник: полимерные модули и гидрофоб внутри них. В результате полимерные модули быстро расплавляются, вскипают, приводя к изгибам оптических волокон, что приводит к резкому росту затухания. Даже если в кабеле есть металлическая броня, то она отделяет прямое воздействие пламени, но не препятствует теплопередаче. Поэтому процесс остается тем же, только больше растягивается по времени.

Стадия 3. Оптический сердечник продолжает гореть до его полного сгорания, затухание постоянно растет.

Стадия 4. После того как прекращается воздействие пламени, остатки кабеля начинают остывать, в результате чего повреждается покрытие волокна. Голое волокно не способно противостоять механическим воздействиям, что приводит к недопустимым затуханиям сигнала и обрывам [9].

Исходя из особенностей горения оптического кабеля, при проектировании огнестойких конструкций необходимо учитывать следующие моменты:

- избыточную длину волокна и плотность упаковки волокон, для того чтобы снизить количество изгибов волокон, приводящих к ненормативному увеличению затухания,
- наличие физического барьера между пламенем и оптическими волокнами, для того чтобы исключить их разрушение,
- использование материалов с низкой теплопроводностью для уменьшения скорости теплопередачи. Это также обеспечивает медленное остывание и уменьшает механическое воздействие на оптические волокна (рис. 4.)

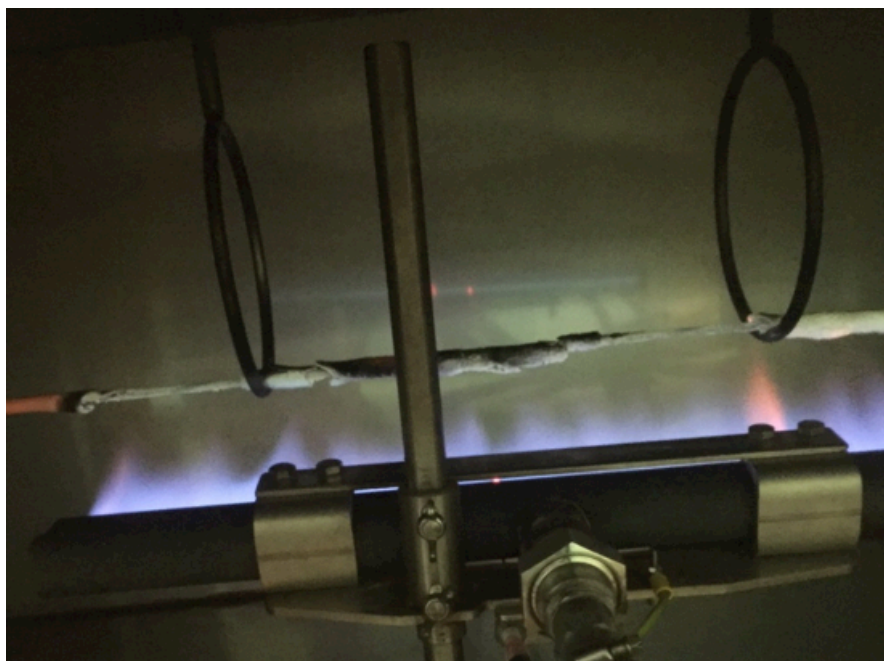


Рис. 4. Испытание на огнестойкость оптического кабеля

В соответствии с вышеизложенными принципами Зааводом Инкаб были разработаны пожаробезопасные конструкции оптических кабелей, в том числе огнестойкие.

Пожаробезопасные кабели производства «Инкаб»

На сегодняшний день Заавод «Инкаб» изготавливает 26 сертифицированных на пожарную безопасность различных марок оптических кабелей (15 магистральных и 11 локальных) категории минимум нг(А)-HF для любых условий прокладки.

Заавод «Инкаб» первым в России освоил выпуск:

- любых локальных оптических кабелей с низкой токсичностью продуктов горения.
- как магистральных, так и локальных огнестойких оптических кабелей категории нг(А)-FRHFLTx, объединяющей все показатели пожарной безопасности:



не распространяют горение при групповой прокладке



малодымные

FCI Br I

безгалогенные



с низкой токсичностью продуктов горения



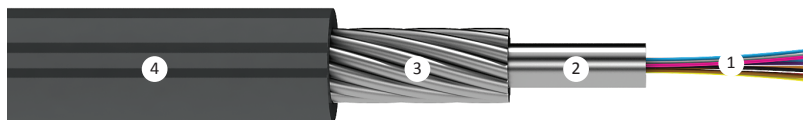
сохраняют работоспособность в условиях воздействия пламени не менее 180 минут

Флагманами линейки пожаробезопасных кабелей Инкаб являются огнестойкие кабели марок ТсОС-нг(А)-FRHFLTx и ОБР-У-Д-нг(А)-FRHFLTx.

## Универсальный огнестойкий оптический кабель типа ТсОС-нг(А)-FRHFLTx (рис.5)

Ключевые преимущества:

- до 48 волокон в одном кабеле,
- диаметр менее 10 мм,
- стальной оптический модуль, защищающий волокно,
- высокая стойкость к раздавливающим нагрузкам (более 1 кН/см), сохраняется даже после воздействия огня,
- минимальное количество горючих материалов в конструкции,
- сохранение огнестойкости в течении 180 минут,
- выдерживает механическое воздействие и подачу воды во время пожаротушения.



### КОНСТРУКЦИЯ:

1. Оптическое волокно.
2. Стальной оптический модуль.
3. Броня из стальной проволоки.
4. Оболочка из безгалогенного не распространяющего горение полимерного компаунда.

Рис. 5. Эскиз кабеля ТсОС

# Распределительный локальный огнестойкий оптический кабель типа ОБР-У-Д-нг(А)-FRHFЛТж (рис. 6)

Ключевые преимущества:

- до 48 волокон в одном кабеле,
- стойкий к УФ-излучению,
- полностью диэлектрический,
- удобен для оконцевания (волокна в буферном покрытии),
- сохранение огнестойкости в течении 180 минут.

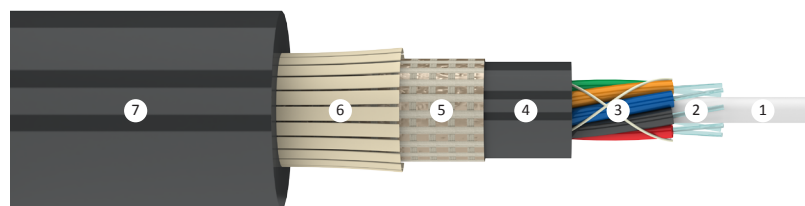


Рис. 6. Эскиз кабеля ОБР

## КОНСТРУКЦИЯ:

1. Центральный силовой элемент (стеклопластиковый пруток).
2. Оптическое волокно.
3. Буферное покрытие.
4. Внутренняя оболочка из безгалогенного не распространяющего горение полимерного компаунда.
5. Стеклосюдяная лента.
6. Стеклонити.
7. Наружная оболочка из безгалогенного не распространяющего горение полимерного компаунда.

## Заключение

Таким образом, на сегодняшний день пожаробезопасные оптические кабели найдут широкое применение практически на всех объектах, где требуется оснащение телекоммуникациями, обеспечивая требуемую степень безопасности и, как следствие, снижение возможных потерь.

Завод Инкаб является первым и единственным на сегодняшний день отечественным производителем таких кабелей, качество которых официально подтверждено сертификатами соответствия, выданными на основании испытаний, которые проводились в лаборатории, аккредитованной Департаментом надзорной деятельности МЧС России.

Доверие Заказчиков к продукции Завода Инкаб подтверждено успешно выполненными заказами для крупных объектов нефтегазовой отрасли.

Библиография:

1. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности.
2. ГОСТ ИЕС 60332-1-2-2011 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-2. Испытание на нераспространение горения одиночного вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Проведение испытания при воздействии пламенем газовой горелки мощностью 1 кВт, с предварительным смешением газов.
3. 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.
4. ГОСТ ИЕС 61034-2-2011 Измерение плотности дыма при горении кабелей в заданных условиях. Часть 2. Метод испытания и требования к нему.
5. ГОСТ ИЕС 60754-1-2011 Испытания материалов конструкции кабелей при горении. Определение количества выделяемых газов галогенных кислот.



6. ГОСТ IEC 60754-2-2011 Испытания материалов конструкции кабелей при горении. Определение степени кислотности выделяемых газов измерением рН и удельной проводимости.

7. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

8. ГОСТ IEC 60331-25-2011 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Сохранение работоспособности. Часть 25. Проведение испытаний и требования к ним. Кабели оптические.

9. Flame-retardant and Fire-resistant optical cable Liming Chen, Qin Yu, Qingqing Qi, Ruanhua, Shiyong Wang, Huiping Shi, Cheng Liu 63rd IWCS Conference, 2014.