

Тема 5. Аварии на пожароопасных объектах (занятия 5.1, 5.2, 5.3)

Занятие 5.2 . Защита от опасных факторов пожара и светового излучения ядерного взрыва

Часть I. Пожарная безопасность производственных объектов:

1. Система предотвращения пожара
2. Система противопожарной защиты
3. Факторы препятствующие эвакуации, показатели опасности при эвакуации
4. Меры снижения динамики нарастания опасных факторов пожара
5. Тушение пожара: принципы прекращения горения; огнетушащие вещества; периоды тушения пожара

Часть II. Световое излучение ядерного взрыва:

6. Световое излучение и световой импульс (СИ) ядерного взрыва (ЯВ)
7. Воздействие СИ ЯВ на людей и объекты; защита от СИ ЯВ

Часть I. Пожарная безопасность производственных объектов.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты

Объектами защиты производственного назначения являются здания, сооружения, строения, транспортные средства, технологические установки и др. средства, к которым для предотвращения пожара или для защиты людей при пожаре должны быть предъявлены требования пожарной безопасности. (ст.2 Технического регламента).

Итогом определения пожарной опасности производственного объекта является установление его пожарно-технической классификации.

Объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, которая должна соответствовать его пожарно-технической классификации.

Целями создания такой системы являются:

***предотвращение пожара,
обеспечение безопасности людей,
защита имущества при пожаре.***

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает:

- систему предотвращения пожара,***
- систему противопожарной защиты,***

Система предотвращения пожаров

должна исключить образование горючей среды или возникновение в ней источников зажигания.

Исключение условий образования горючей среды может обеспечиваться:

- применением негорючих веществ** и материалов;
- ограничением массы горючих веществ** и материалов;
- использованием безопасных способов размещения горючих веществ** и материалов;
- изоляция горючей среды** от источников зажигания;
- поддержанием безопасной концентрации** в защищаемом объеме **окислителя или горючих веществ**;
- поддержанием температуры и давления** среды, при которых распространение пламени исключается;
- механизацией и автоматизацией технологических процессов**, связанных с обращением горючих веществ;
- установкой пожароопасного оборудования** в отдельных помещениях или на открытых площадках;
- удалением** из помещений, технологического оборудования и коммуникаций **пожароопасных отходов производства, отложений** пыли, пуха

Исключение условий образования в горючей среде источников зажигания

достигается :

- *применением электрооборудования*, соответствующего классу пожароопасной зоны;
- *применением быстродействующих средств защитного отключения электроустановок*;
- *исключением образования статического электричества*;
- *устройством молниезащиты зданий и оборудования*;
- *поддержанием безопасной температуры материалов* контактирующих с горючей средой;
- *снижением энергии искровых разрядов* в горючей среде до безопасных значений;
- *применением искробезопасного инструмента* при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами.

Система противопожарной защиты

Представляет собой **комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества** от воздействия опасных факторов пожара, который **должен обеспечить:**

- **эвакуацию** людей и имущества в безопасную зону;
- **снижение динамики** нарастания **опасных факторов пожара**,
- **тушение пожара**.

Для этого должны применяться:

- объемно-планировочные решения, обеспечивающие **ограничение распространения пожара**;
- **безопасные эвакуационные пути**;
- **системы обнаружения пожара, системы оповещения и управления эвакуацией** людей;
- **системы коллективной защиты** (в том числе **противодымной**) и **средства индивидуальной защиты** людей;
- строительные **конструкции, соответствующие степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий**, сооружений и строений;
- **устройства аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов** из аппаратуры;
- **системы противовзрывной защиты** на технологическом оборудовании;
- **первичные средства пожаротушения**;
- **автоматические установки пожаротушения**.

Меры защиты людей путём эвакуации

Опасные факторы пожара, препятствующие эвакуации людей, проявляются в результате распространения зон горения, теплового воздействия и задымления на путях эвакуации и создают опасные для жизни людей:

- критические **среднеобъёмные температуры** $T_{кр}^{ср}$ [(°C)] (или плотности лучистой энергии),
- критические концентрации продуктов сгорания, приводящие к **потере видимости** $C_{кр}^{ПВ}$ [(%)],
- критические по воздействию на организм концентрации **вредных веществ** $C_{кр}^{ВВ}$ [(%)] .

За показатель опасности пожара для человека принимается время, по истечении которого происходит блокирование путей эвакуации ($t_{бл.пут.эвак.}$).

Меры защиты людей путём эвакуации

(продолжение)

Различают критические времена

по среднеобъёмной температуре $t_{кр}^{CO}$, по потере видимости $t_{кр}^{ПВ}$ и по действию вредных веществ $t_{кр}^{ВВ}$.

Для каждого участка пути эвакуации существует критическое время, по истечении которого один из опасных факторов первым достигает критического значения. Оно и является временем блокирования пути эвакуации, т.е.

$$t_{\text{бл.пут.эвак}} = \min\{t_{кр}^i\}$$

Само время эвакуации складывается из интервалов времени, необходимых для срабатывания технических систем обнаружения пожара ($T_{\text{обн.}}$), оповещения и управления эвакуацией ($T_{\text{опов.и упр.}}$), а также из времени, потраченного людьми непосредственно на сборы и движение по путям эвакуации ($T_{\text{сб. и движ.}}$)

$$t_{\text{эвак.}} = T_{\text{обн.}} + T_{\text{опов.и упр.}} + T_{\text{сб. и движ.}}$$

Безопасная эвакуация людей из зданий считается обеспеченной, если интервал времени от момента возникновения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону $t_{\text{эвак.}}$ не превышает времени блокирования пути эвакуации $t_{\text{бл.пут.эвак.}}$

$$t_{\text{эвак.}} \leq t_{\text{бл.пут.эвак.}}$$

Меры защиты людей путём эвакуации (продолжение)

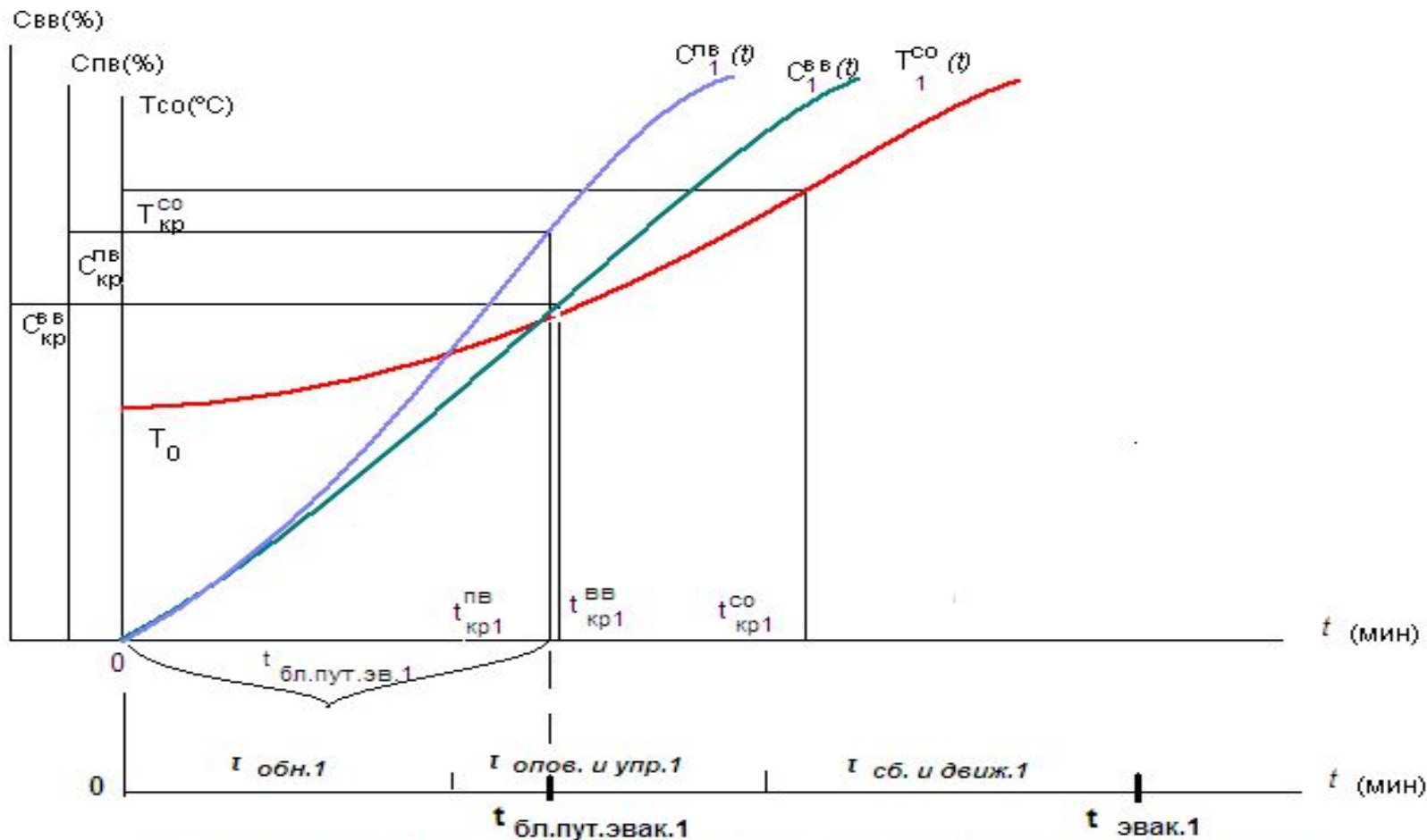


Рис.1. Схема определения времён эвакуации и блокирования путей эвакуации в существующей системе противопожарной защиты

На рисунке видно, что параметры системы противопожарной защиты объекта не обеспечивают условий безопасной эвакуации, так как

$t_{\text{эвак.1}} > t_{\text{бл.путь.эв.1}}$, т.е. не выполняется основное неравенство.

Меры защиты людей путём эвакуации

(продолжение)

Для достижения условий безопасной эвакуации возможны действия, направленные на сокращение времени эвакуации $t_{\text{эвак}}$ за счёт последовательного уменьшения его составляющих – $\{ T_{i2} \}$.

Первая ($T_{\text{обн}}$) и частично вторая ($T_{\text{опов. и упр.}}$) составляющие уравнения носят объективный характер и зависят от технических характеристик соответствующих систем. Они могут быть улучшены в небольших пределах за счёт совершенствования технических средств. Кроме того, интервал времени ($T_{\text{опов. и упр.}}$) также может быть несколько сокращён за счёт улучшения организации и подготовленности личного состава диспетчерских служб противопожарной защиты.

В то же время интервал ($T_{\text{сб. и движ}}$) является параметром, который зависит, как от состояния путей эвакуации, так и от физического состояния и подготовленности эвакуируемых. В результате проведения тренировок и принятия организационных мер по подготовке и обустройству путей эвакуации это время также может быть несколько уменьшено.

Меры снижения динамики нарастания опасных факторов пожара

пожара

Если принятыми мерами не удаётся существенно уменьшить $t_{\text{эвак.}}$, следует добиваться снижения динамики нарастания опасных факторов пожара, используя **системы противодымной защиты и средства создания водяных завес**, что может способствовать увеличению времени блокирования путей эвакуации $t_{\text{бл.пут.эвак.}}$.

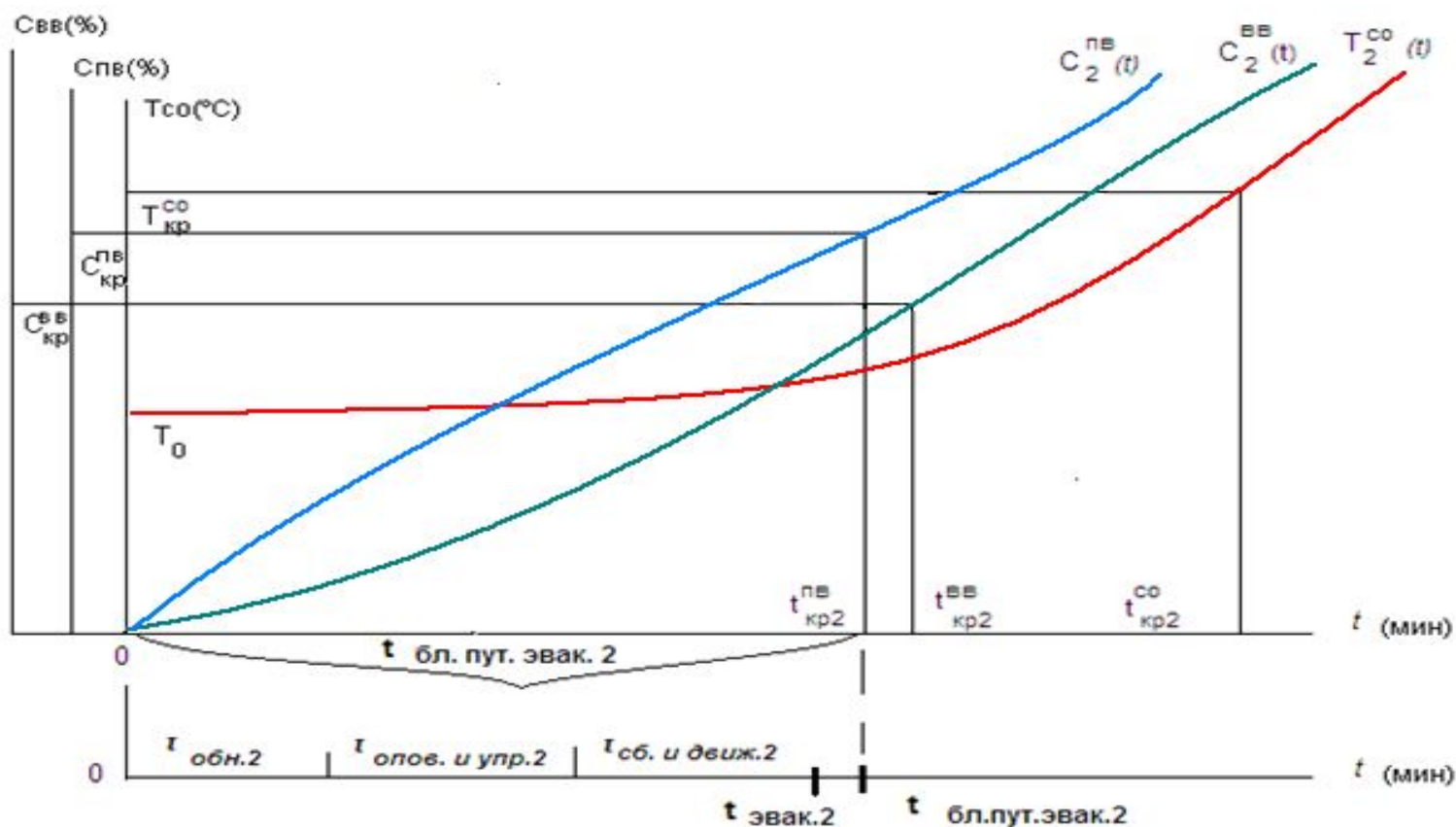


Рис.2. Схема определения параметров системы противопожарной защиты, обеспечивающих безопасную эвакуацию

Меры снижения динамики нарастания опасных факторов пожара

В системах противодымной защиты используются устройства приточной вентиляции для создания избыточного давления воздуха и вытяжной вентиляции для удаления продуктов горения и термического разложения в защищаемых помещениях и на путях эвакуации, что снижает скорость нарастания опасных концентраций дымовых газов и увеличивает критические времена и .

В свою очередь, системы и средства орошения помещений и создания водяных завес выполняют функции ограничения пожара и снижения среднего объёмной температуры на путях эвакуации, что также увеличивает время .

Все эти меры вместе взятые могут обеспечить выполнение неравенства $t_{\text{эвак.2}} < t_{\text{бл.пут.эвак.2}}$, что позволяет провести безопасную эвакуацию людей на объекте, и тогда основным мероприятием по защите имущества остаётся тушение пожара.

Принципы прекращения горения

Прекращение горения осуществляется на основе следующих известных **принципов**:

- охлаждение** реагирующих веществ, ведет к снижению активности процессов горения, а затем к их прекращению
- изоляция** реагирующих веществ от зоны горения,
- разбавление** реагирующих веществ **до негорючих концентраций**, в т.ч. снижение содержание кислорода воздуха до концентраций, не поддерживающих горение (обычно ниже 14-16%)
- химическое торможение реакции горения** путём образования негорючих, либо менее химически активных соединений. Наиболее широкое применение нашли соединения брома и фтора. Однако они часто не отвечают требованиям нетоксичности.

Огнетушащие вещества

Огнетушащие вещества разделяются:

по агрегатному состоянию на жидкие, пенные, порошковые составы и газы;

по принципу прекращения горения на охлаждающие, изолирующие, разбавляющие и химически тормозящие реакцию горения.

Они должны:

обладать *высокой эффективностью* тушения при малом расходе;

быть *доступными, дешевыми и простыми в применении*;

не оказывать вредного воздействия на окружающую среду.

Огнетушащие вещества: Вода

К жидким огнетушащим веществам в первую очередь относится **вода и водные растворы**.

Вода **универсальна, доступна, эффективна**.

Доминирующим принципом действия является **охлаждение реагирующих веществ**.

Однако, **водой нельзя тушить**:

- горючие вещества и материалы, с которыми вода **вступает в интенсивное химическое взаимодействие** с выделением тепла и горючих компонентов;
- горючие **жидкости, имеющие меньшую плотность**;
- **электроустановки** под высоким напряжением;
- пожары **с температурой выше 1800-2000°C**, т.к. при таких температурах происходит диссоциация воды на водород и кислород, что интенсифицирует процесс горения;
- **плохо смачиваемые волокнистые и пористые вещества**.

Огнетушащие вещества: пены

Различают **химические** и **воздушно-механические пены**.

Воздушно-механическая пена получается в результате механического перемешивания водного раствора пенообразователя с воздухом.

Отношение объема пены к объему ее жидкой фазы называется кратностью. Наиболее широко применяются **пены кратности от 70 до 150**.

Основное огнетушащее свойство пен – это ***изолирующая способность***.

Порошковые огнетушащие составы

Порошковые огнетушащие составы (ПОС)

наибольшее распространение получили на основе ***бикарбоната натрия и фосфата аммония***, разлагаясь, они **охлаждают** реагирующие вещества и **разбавляют** их до негорючих концентраций.

Достоинством ПОС является их **универсальность** и высокая огнетушащая **эффективность**.

Недостатками ПОС являются: склонность к увлажнению при хранении, и сложность подачи в зону горения.

Огнетушащие вещества: твердый диоксид углерода и газы

Твердый диоксид углерода, при нагревании переходит в газ, минуя жидкую фазу. Им тушат материалы, портящиеся от влаги.

Механизм тушения заключается в **охлаждении** горящих материалов и **разбавлении** продуктов их разложения диоксидом углерода.

Газы. Из числа газов при тушении пожаров находят применение **диоксид углерода, азот, водяной пар**, реже **гелий, аргон, фреон**. При их применении наиболее часто реализуется принцип **разбавления** реагирующих веществ.

Периоды тушения пожаров

В тушении пожара выделяют *периоды* **локализации** и **ликвидации** пожара.

Пожар считается **локализованным**, когда **нет угрозы людям**, **нет угрозы взрывов** и обрушений, **развитие пожара ограничено**, **обеспечена возможность его ликвидации** имеющимися силами и средствами.

Пожар считается **ликвидированным**, когда **горение прекращено**, **обеспечено предотвращение возобновления горения**.

Часть II. Защита от светового излучения ядерного взрыва.

Световое излучение и световой импульс ядерного взрыва

Световое излучение ядерного взрыва представляет собой поток лучистой энергии, включающий ультрафиолетовую, видимую и инфракрасную области спектра.

Энергия светового излучения поглощается поверхностями тел, которые при этом нагреваются. Источником светового излучения является светящаяся область взрыва.

Эта область состоит из нагретых до высокой температуры паров конструкционных материалов боеприпаса и воздуха, а при наземных взрывах – и испарившегося грунта.

Светящаяся область в своем развитии проходит три фазы – начальную, первую и вторую. Температура светящейся области за время ее существования изменяется от единиц до десятков тыс. град.К. Длительность свечения и размер светящейся области (табл.1) зависят от мощности ядерного взрыва.

Основным параметром, определяющим поражающую способность светового излучения ЯВ, **является световой импульс.**

Световое излучение и световой импульс ядерного взрыва (продолжение)

**Таблица 1. Характеристики светящейся области ЯВ к
концу второй фазы свечения**

Мощность ЯВ	Время свечения, сек	Диаметр, м
Сверхмалая, до 1 Кт	до 1	50-200
Малая , до 10 Кт	1-2	200-500
Средняя , до 100 Кт	2-5	500-1000
Крупная , до 1 Мт	5-10	1000-2000
Сверхкрупная, > 1 Мт	10-40	2000-5000

Световой импульс ЯВ

Световой импульс ЯВ – это количество энергии светового излучения, падающей за все время свечения на единицу площади поверхности, перпендикулярной направлению излучения.

$$I = \frac{q}{R^2} e^{-K(R-r)}$$

где : I - световой импульс, кДж/м²; q - тротиловый эквивалент ЯВ, Кт;

R - расстояние от центра взрыва , км , r - радиус светящейся сферы, км ;

K - коэффициент ослабления излучения **Условия видимости** $D_{вид}$ км (км) $K = 4 / D_{вид}$

Значения $D_{вид}$ и K в различных условиях видимости:

Очень хорошие	10	0,4
Хорошие для условий города	4	1,0
Редкий туман	2	2,0
Туман		

Воздействие светового излучения ЯВ на людей

Поражение световым излучением заключается во временном или необратимом поражении зрения и ожогах различных степеней.

Поражение глаз световым излучением возможно **трех видов:** временное ослепление, которое может длиться до 30 мин., ожоги глазного дна, возникающие при прямом взгляде на светящуюся область, и ожоги роговицы и век.

Временное ослепление не требует специальной помощи. Днем оно проходит через 1 -5 минут, а ночью длится до 30 минут.

Ожоги. Различают четыре степени ожогов:

первой степени характеризуется покраснением кожи и поверхностным отеком (85 -170 кДж/м²),

второй степени – образованием пузырей, (170 -420 кДж/м²),

третьей степени – возникновением язв и поверхностным омертвением кожи, (420 -630 кДж/м²),

четвертой степени – обугливанием кожи и мышц, (более 630 кДж/м²).

Воздействие светового излучения ЯВ на объекты

Воздействие светового излучения на элементы объектов вызывает их нагрев, который опасен возможными воспламенениями и пожарами.

Характеристики воздействия светового импульса на различные

Материалы	Световой импульс , кДж/м.кв	
	Воспламенение	<i>Устойчивое горение</i>
Бумага газетная	-	130-170
Сухие сено, стружка	340-500	710-840
Ткань х/б темная	250-420	590-670
Ткань х/б светлая	500-750	840-1500
Брезент палаточный	420-500	630-840
Доски сухие	500-670	1700-2100
Доски, окрашенные в белый цвет	700-1900	4200-6300
Доски, окрашенные в тёмный цвет	250-420	840-1200

Защита от действия светового излучения

Для защиты людей любой предмет, дающий тень является защитой. В некоторой степени может служить защитой светлая или плотная одежда (только при небольших импульсах).

Защита технических изделий и зданий из сгораемых материалов может проводиться по следующим направлениям:

- применение теплоизолирующих покрытий;*
- использование защитных обмазок и вспучивающихся красок;*
- покраска изделий в светлые тона;*
- удаление легковоспламеняющихся элементов*