



Лекция №11

**Пожарная безопасность. Мероприятия
по обеспечению взрывобезопасности на
производстве.**



Вопросы лекции

1. Причины пожаров и взрывов.
2. Пожаровзрывоопасные свойства веществ.
 - 2.1. Общие положения.
 - 2.2. Требования к взрывопреупреждению.
 - 2.3. Требования к взрывозащите.




Вопросы лекции


- 2.4. Организационные и организационно-технические мероприятия по обеспечению взрывобезопасности.
- 2.5. Контроль за соблюдением требований взрывобезопасности.
- 2.6. Методы испытания на пожароопасность.
- 3. Требования к обеспечению пожаровзрывобезопасности производственных процессов.



Вопрос №1

Причины пожаров и взрывов.

- 
- Причинами взрывов являются образование и скопление взрывчатых паровоздушных, пылевоздушных и газоздушных смесей. Горение протекает в виде взрыва.



Источник (источник инициирования) **зажигания**— это средство, обладающее достаточным объемом энергии, температурой, которое при воздействии на среду способно вызвать воспламенение (взрыв).


К причинам электрического характера относятся:


- короткое замыкание в электрических сетях - 68,8%;
- перегрев электроприборов - 20,8%;

- перегрузка проводников большими токами - 2,7%;
- большие переходные сопротивления в местах соединений, ответвлений в контактах машин и механизмов - 5,5%;
- искрение и электрическая дуга при эксплуатации электроустановок и аварии 2,2%.

К причинам **неэлектрического** характера относятся следующее:

- неосторожное обращение с огнем;
- курение в запрещенных местах;
- неисправность и неправильное устройство отопительных приборов;

- 
- нарушение технологического процесса и неисправности производственного оборудования (нарушение герметичности воздухопроводов, удаляющие пыль, газы и т.д.);
 - неисправность вентиляционной системы;
 - нарушение правил хранения горючих жидкостей, газов и веществ;

- 
- Искры машин, печей вагонов;
 - нарушение правил погрузки легкогорючих грузов.




Вопрос №2

Пожаровзрывоопасные свойства веществ.


2.1. Общие положения.

- Производственные процессы должны разрабатываться так, чтобы **вероятность возникновения взрыва** на любом взрывоопасном участке в течение года не превышала **10^{-6}** .




Взрывобезопасность производственных процессов должна удовлетворять требованиям:


- ГОСТ 12.1.044-2018 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»

- 
- № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 30 июля 2008 г.
 - Справочник «Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения». 2004 г.

**Параметрами и свойствами,
характеризующими взрывоопасность
среды, являются:**

1. группа горючести;
2. температура вспышки;
3. концентрационные и температурные пределы воспламенения;
4. температура самовоспламенения;

- 
5. нормальная скорость распространения пламени;
 6. минимальное взрывоопасное содержание кислорода (окислителя);
 7. минимальная энергия зажигания;
 8. чувствительность к механическому воздействию (удару и трению).

- 
9. коэффициент дымообразования;
 10. показатель токсичности продуктов горения;
 11. максимальное давление взрыва;
 12. скорость нарастания давления взрыва;
 13. индекс взрывоопасности.

Согласно **ГОСТ 12.1.044-2018** *по горючести*

вещества и материалы подразделяются на следующие группы (за исключением строительных, текстильных и кожевенных материалов):

- негорючие,
- трудногорючие,
- горючие.

- **Негорючие** – это вещества и материалы, неспособные гореть в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом).
- **Трудногорючие** – это вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но неспособные самостоятельно гореть после его удаления.
- **Горючие** – это вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Горючие материалы подразделяют в зависимости от времени

(τ) достижения воспламенения (t_{max}) на:

- *трудновоспламеняемые: $\tau > 4$ мин;*
- *средней воспламеняемости: $0,5 \leq \tau \leq 4$ мин;*
- *легковоспламеняемые: $\tau < 0,5$ мин.*



Пожарная опасность **строительных, текстильных и кожаных материалов** характеризуется следующими свойствами:

- горючесть.
- воспламеняемость.
- способность распространения пламени по поверхности.
- дымообразующая способность.
- токсичность продуктов горения.

- Температура вспышки $t_{всп}$ - самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для возникновения устойчивого горения.



Автоматический
анализатор
температуры
вспышки и
воспламенения в
открытом тигле

- Температура воспламенения $t_{\text{восп}}$ - самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой оно выделяет горючие пары или газы с такой скоростью, что после воспламенения их от источника зажигания возникает устойчивое горение.

- **Температура самовоспламенения** — самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся пламенным горением.

Горючее вещество или химический продукт.	Гр.Цельсия
Ацетон	465
Ацетилен	305
Газолин	560
Бутан	420
Сероуглерод	105
Угарный газ	609
Этиловый эфир	160
Этан	515
Этилен	490
Этиловый спирт	365
Водород	500
Бензин	280
Керосин	295
Спирт изопропиловый	399
Метан (Природный газ)	580
Метанол	385
Нафта	550
Нитроглицерин	254
Нефть	400
Сухая сосновая древесина	427
Фосфор, бесструктурный	260
Фосфор, бесцветный	49
Промысловый газ	750
Пропан	480
Пропилен	458
Порох	288
Толуол	530
Стирол	490
Сера	243
Лесоматериал	300
Ксилен	463


- Нижний концентрационный предел распространения пламени (предел воспламенения) ϕ_n — это такая объемная (массовая) доля горючего в смеси с окислительной средой (выраженная в процентах или в г/м³), с уменьшением которой смесь становится неспособной к распространению пламени.

- **Верхний концентрационный предел** распространения пламени $\phi_{\text{в}}$ - это такая объемная (массовая) доля горючего в смеси с окислительной средой, с увеличением которой смесь становится неспособной к распространению пламени.

- **Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК)** - объемная доля кислорода в смеси горючего с окислительной средой и флегматизатором (выраженная в процентах), которая соответствует составу смеси в экстремальной точке области воспламенения.


Флегматизатор - вещество, жидкое, твердое или порошкообразное, применяемое в качестве примеси к взрывчатому веществу.





Опасными и вредными факторами, воздействующими на работающих в результате взрыва, являются:

- ударная волна, во фронте которой давление превышает допустимое значение;
- пламя;

- 
- обрушивающиеся конструкции, оборудование, коммуникации, здания и сооружения и их разлетающиеся части;
 - образовавшиеся при взрыве и выделившиеся из поврежденного оборудования вредные вещества, содержание которых в воздухе рабочей зоны превышает ПДК.

Требования пожарной безопасности к информации о пожарной опасности веществ и материалов

- Производитель должен разработать **техническую документацию** на вещества и материалы, содержащую информацию о безопасном применении этой продукции.
- Паспорта, технические условия, технологические регламенты должны содержать **информацию о показателях пожарной опасности веществ и материалов.**

Обязательными показателями для включения
в техническую документацию являются:

Для газов:

- a) группа горючести;
- b) температура самовоспламенения;
- c) концентрационные пределы
распространения пламени;
- d) максимальное давление взрыва;
- e) скорость нарастания давления взрыва;

Для жидкостей:

- a) группа горючести;
- b) температура вспышки;
- c) температура воспламенения;
- d) температура самовоспламенения;
- e) температурные пределы распространения пламени;

Для твердых веществ и материалов (за исключением строительных материалов):

- a) группа горючести;
- b) температура воспламенения;
- c) температура самовоспламенения;
- d) коэффициент дымообразования;
- e) показатель токсичности продуктов горения;

В соответствии со СНИП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» пожарная опасность строительных материалов характеризуется дополнительно:

- распространением пламени по поверхности.

Для твердых дисперсных веществ (пыль, дым, эмульсии, пены):

- a) группа горючести;
- b) температура самовоспламенения;
- c) максимальное давление взрыва;
- d) скорость нарастания давления взрыва;
- e) индекс взрывоопасности.

Перечень показателей, необходимых для оценки пожарной опасности веществ и материалов в зависимости от их агрегатного состояния

Показатель пожарной опасности	Вещества и материалы в различном агрегатном состоянии			Пыли
	газообразные	жидкие	твердые	
Безопасный экспериментальный максимальный зазор, мм	+	+	-	+
Выделение токсичных продуктов горения с единицы массы горючего, кг/кг	-	+	+	-
Группа воспламеняемости	-	-	+	-
Группа горючести	+	+	+	+
Группа распространения пламени	-	-	+	-
Коэффициент дымообразования, м ² /кг	-	+	+	-
Излучающая способность пламени	+	+	+	+
Индекс пожаровзрывоопасности, Па/(м/с)	-	-	-	+
Индекс распространения пламени	-	-	+	-
Кислородный индекс, % об.	-	-	+	-
Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) в газах и парах, % об., пылях, кг/м ³	+	+	-	+
Концентрационный предел диффузионного горения газовых смесей в воздухе, % об.	+	+	-	-
Критическая поверхностная плотность теплового потока, Вт/м ²	-	+	+	-
Линейная скорость распространения пламени, м/с	-	-	+	-
Максимальная скорость распространения пламени вдоль поверхности горючей жидкости, м/с	-	+	-	-
Максимальное давление взрыва, Па	+	+	-	+
Минимальная флегматизирующая концентрация газообразного флегматизатора, % об.	+	+	-	+
Минимальная энергия зажигания, Дж	+	+	-	+
Минимальное взрывоопасное содержание кислорода, % об.	+	+	-	+



Вопрос №2.2

Требования к взрывопреждению.

Для предупреждения взрыва необходимо исключить:

- образование взрывоопасной среды;
- возникновение источника инициирования взрыва.

Источник инициирования взрыва - объект воздействия на взрывоопасную среду, обладающий запасом энергии или температурой, достаточными для возникновения взрыва.


- открытое пламя;
- горящие и раскалённые тела;
- электрические разряды в газах;
- тепловые проявления химических реакций и механических воздействий;
- искры от удара и трения;
- ударные волны;
- детонационные волны;
- электромагнитные излучения.

Взрывоопасную среду могут образовать:

- смеси веществ (газов, паров, пылей) с воздухом и другими окислителями (кислород, озон, хлор, окислы азота и др.);
- вещества, склонные к взрывному превращению (ацетилен, озон, гидразин и др.).

Взрыв муковоза



- 
- Предотвращение образования взрывоопасной среды в производственных помещениях, **не превышающего нижнего концентрационного предела воспламенения**, должно быть достигнуто:
 - применением герметичного производственного оборудования;
 - применением рабочей и аварийной вентиляции;
 - отводом, удалением взрывоопасной среды;
 - контролем состава воздушной среды (видео).

Предотвращение образования взрывоопасной среды внутри технологического оборудования должно быть обеспечено:

- герметизацией технологического оборудования;
- применением ингибирующих (химически активных) и флегматизирующих (инертных) добавок;
- конструктивными и технологическими решениями, принятыми при проектировании производственного оборудования и процессов.


Предотвращение возникновения источника инициирования взрыва должно быть обеспечено:

- регламентацией огневых работ;
- предотвращением нагрева оборудования до температуры самовоспламенения взрывоопасной среды;
- применением материалов, не создающих при соударении искр, способных инициировать взрыв взрывоопасной среды;



- применением средств защиты от атмосферного и статического электричества, блуждающих токов, токов замыкания на землю и т. д.;
- применением взрывозащищенного оборудования;
- применением быстродействующих средств защитного отключения возможных электрических источников инициирования взрыва;


Например, ременный привод, состоящий из диэлектрического ремня и двух шкивов, является наиболее общим примером генератора статического электричества. Потенциал статического заряда на ремне может достигать 60...100 кВ и пробиваемый воздушный промежуток - 9 см. Поэтому на взрывоопасных производствах (элеваторы, мельницы) ремни используют с проводящими присадками или металлизацией.


- 
- ограничением мощности электромагнитных и других излучений;
 - устранением опасных тепловых проявлений химических реакций и механических воздействий.




Вопрос №2.3

Требования к взрывозащите.

- 
- Предотвращение воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов, возникающих в результате взрыва, и сохранение материальных ценностей обеспечиваются:
 - установлением минимальных количеств взрывоопасных веществ, применяемых в данных производственных процессах;
 - применением быстродействующих отсечных и обратных клапанов;

- 
- применением огнепреградителей, гидрозатворов, водяных и пылевых заслонов, инертных (не поддерживающих горение) газовых или паровых завес;
 - применением оборудования, рассчитанного на давление взрыва;
 - обваловкой и бункеровкой взрывоопасных участков производства или размещением их в защитных кабинах;

- 
- защитой оборудования от разрушения при взрыве при помощи устройств аварийного сброса давления (предохранительные мембраны и клапаны);
 - применением систем активного подавления взрыва;
 - применением средств предупредительной сигнализации.

HRD система (высокая скорость разряда) – система для подавления взрыва.

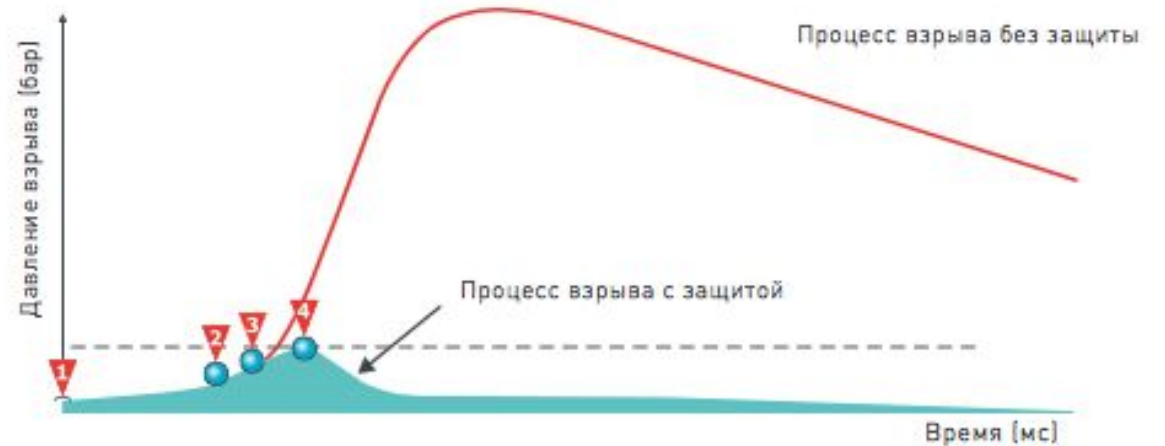
Снижается давление взрыва внутри оборудования, благодаря чему не произойдёт его разрушение.

ПРОЦЕСС ПОДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВА

Время:	0 мс	5 - 35 мс	40 мс	60 мс
Давление:	0 бар	0,03 - 0,15 бар	0,1 - 0,25 бар	0,2 - 0,4 бар



ПРОЦЕСС ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВА ВО ВРЕМЯ



1. инициирование
2. обнаружение взрыва
3. активация HRD активного элемента
4. подавление взрыва

- **Огнепреградители** – устройства, предназначенные для установки на пожаро- и взрывоопасных предприятиях. Назначение **огнепреградителя** – временное предотвращение попадания в емкости с нефтепродуктами искр и открытого пламени через дыхательные клапаны и вентиляционные патрубки. воспламенения.





Система рекуперации паров легких фракций углеводородов

Рекуперация (от лат. recuperatio «обратное получение; возвращение») — возвращение части материалов или энергии для повторного использования.

Применение газгольдеров (устройство для хранения газа) для рекуперации паров нефтепродуктов с целью обеспечения пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения на селитебной территории. Пары углеводородов возвращаются в освобождаемый объем емкостей формируя замкнутую систему "резервуар - газгольдер" исключая выбросы (эмиссию) в атмосферу паров нефтепродуктов.




Вопрос № 2.4.

**Организационные и
организационно-технические
мероприятия по обеспечению
взрывобезопасности.**

Организационные и организационно-технические мероприятия по обеспечению взрывобезопасности должны включать:

- разработку системы средств наглядной агитации;
- регламентов и норм ведения технологических процессов;
- организацию обучения, инструктажа и допуска к работе обслуживающего персонала взрывоопасных производственных процессов;

- 
- осуществление контроля и надзора за соблюдением норм технологического режима, правил и норм техники безопасности, промышленной санитарии и пожарной безопасности;
 - организацию противоаварийных, газоспасательных и горноспасательных работ и установление порядка ведения работ в аварийных условиях.




Вопрос № 2.5.

**Контроль за соблюдением требований
взрывобезопасности**

В производственных процессах с целью обеспечения взрывобезопасности следует контролировать:

- выполнение требований обеспечения взрывобезопасности, перечисленных в вопросах 2.2, 2.3, 2.4;
- значения параметров взрывоопасности исходных веществ;
- технологический режим;

- 
- состав атмосферы производственных помещений;
 - технологическое оборудование;
 - электрооборудование.

В производственных помещениях, горных выработках и т.п. контроль содержания взрывоопасных веществ в воздухе необходимо выполнять:

- в помещениях, горных выработках и т.п. - периодически;
- в помещениях, горных выработках и т.п., где возможно скопление выбросов, проливов газообразных и жидких взрывоопасных веществ непрерывно.



Вопрос 2.7.

Методы испытания на пожароопасность

Методы испытаний на пожароопасность при сертификационных испытаниях:

1. Испытание нагретой проволокой, ГОСТ 27483-87;
2. Испытание горелкой с игольчатым пламенем, ГОСТ 27484-87.

Испытание нагретой проволокой, Glow-wire test.

Стандарт устанавливает метод испытания электротехнического оборудования и его составных частей.

Составные части электротехнического оборудования, которые могли бы испытать воздействие тепловых перегрузок в результате электрических процессов и неисправность которых могла бы повлиять на безопасность оборудования, не должны подвергаться чрезмерному воздействию тепла или огня, возникших внутри оборудования.

Цель испытания

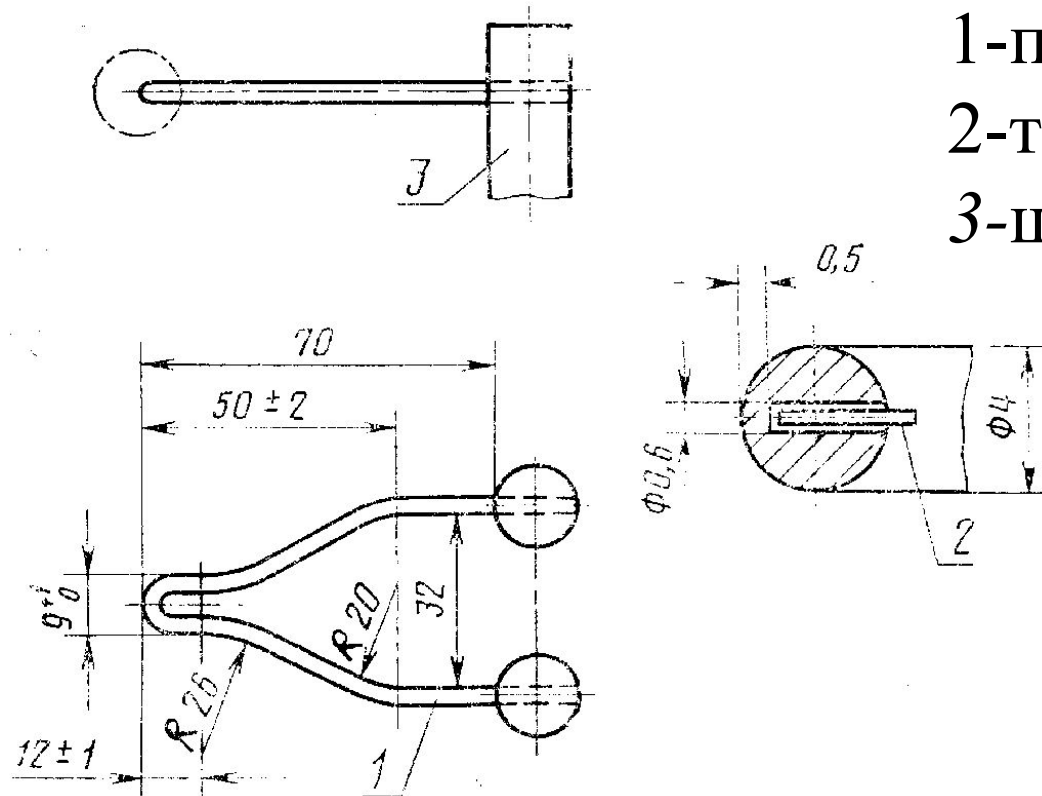
- Элементы электротехнического оборудования в аварийных условиях или в условиях перегрузки могут вызывать воспламенение горючих частей оборудования, расположенных рядом. Испытание нагретой проволокой позволяет моделировать тепловые перегрузки, причиной которых могут стать элементы накаливания или перегруженные резисторы.

Цель испытания подтвердить, что:

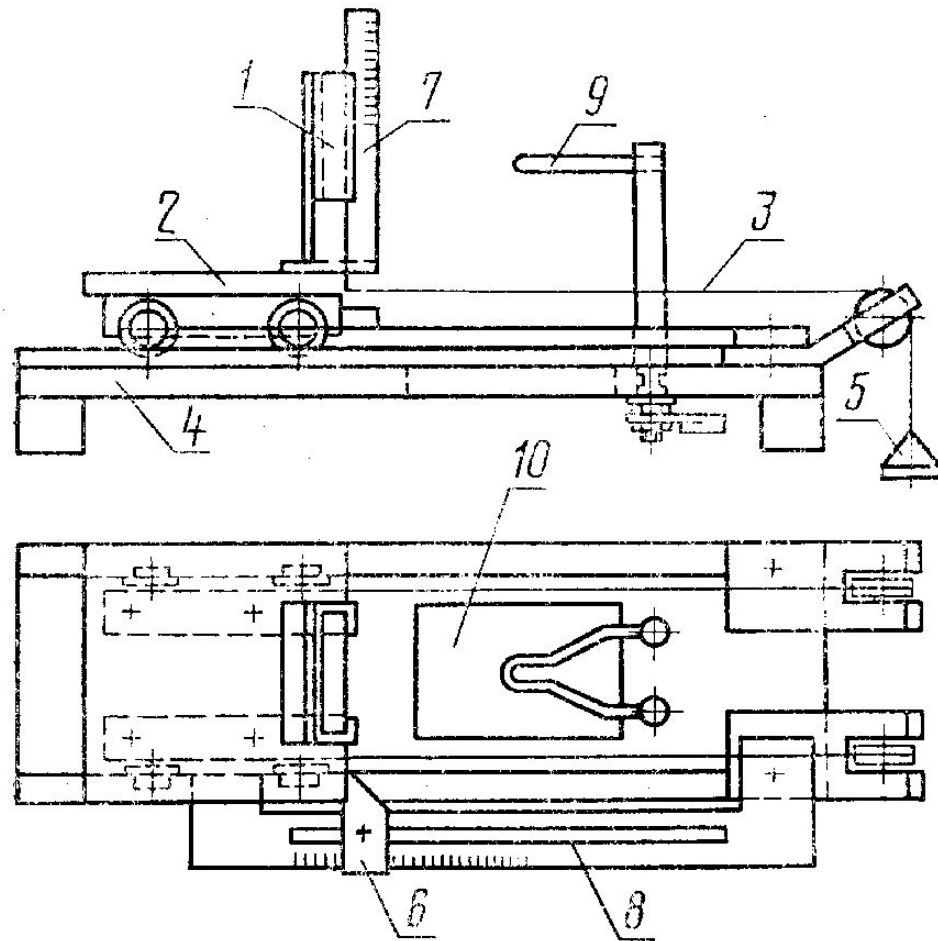
- проволока, нагретая до установленной температуры, не вызывает воспламенения образца;
- горючие элементы образца, которые могут быть воспламенены нагретой проволокой, имеют ограниченную продолжительность горения и не распространяют загорание на соседние части образца.

Для малогабаритных образцов наиболее приемлемо испытание горелкой и игольчатым пламенем.

- Нагреваемый элемент, выполненный из материала, состоящего из 80% Ni и 20% Cr, представляет собой петлю диаметром 4 мм. В качестве электродов используется провод из NiCr и NiAl.



1-провочока из NiCr,
2-термопара,
3-штырь



■ *Устройство для испытания нагретой проволокой*

1—зажим для закрепления образца, 2—тележка, 3—шнур, 4—плита, 5—груз, 6—тормоз 7 — шкала для измерения высоты пламени, 8 — шкала для измерения глубины проникновения петли в образец, 9 — проволока, 10—отверстие для обеспечения выпадения раскаленных частиц.

Параметры испытания

Температуру проволочной петли выбирают из ряда:

- (550 ± 10) , (650 ± 10) , (750 ± 10) , (850 ± 15) , $(960 \pm 15)^\circ\text{C}$,
- Продолжительность приложения петли равна $t_a = (30 \pm 1)$ с, если не оговорены другие условия.

- Конец проволочной петли приводят в соприкосновение с образцом и выдерживают в таком положении в течение (30 ± 1) с. Затем проволоку и образец разъединяют, избегая дальнейшего нагрева образца и перемешивания воздуха, которые могут повлиять на результат испытания. Проникновение проволоки в образец должно ограничиваться в пределах 7 мм.

Требования безопасности при проведении испытания

При проведении испытания необходимо обеспечить безопасность персонала от:

- опасности взрыва или пожара;
- отравления дымом и/или токсичными продуктами;
- воздействия ядовитых веществ.

Оценка результатов испытания

Если не оговорены другие условия, считается, что образец выдержал испытание при условии, что:

- отсутствует открытое пламя и образец не раскален;
- горение или свечение образца, окружающих его элементов, прекращается в течение 30 с после устранения нагретой проволоки, при этом окружающие образец, элементы и слой под ним не сгорели полностью.




Вопрос № 3.

**Требования к обеспечению
пожаровзрывоопасности
производственных процессов**

Пожаровзрывоопасность оборудования и технологических процессов должна быть обеспечена:


- разработкой и реализацией проектных решений, обеспечивающих нормы пожаровзрывобезопасности оборудования и технологических процессов;
- организационно-техническими мероприятиями, направленными на поддержание в условиях эксплуатации режимов работы предусмотренных нормативно-технической документацией;

- 
- применением средств и способов предупреждения возникновения пожаров и взрывов;
 - применением систем противопожарной защиты и взрывозащиты, снижающих до нормативной вероятность воздействия опасных факторов пожара и взрыва на работающих.

- Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать образование внутри аппаратов и оборудования горючей среды или появление в горючей среде источников зажигания.


Системы противопожарной защиты и взрывозащиты должны обеспечивать:


- **сохранность аппаратов и оборудования при возникновении горения внутри них;**
- **сброс давления в безопасное место при возникновении горения внутри аппаратов и оборудования;**

- 
- подавление взрыва внутри аппаратов и оборудования;
 - локализация и тушение пожара в случае его возникновения.

При проектировании технологических процессов должны соблюдаться следующие условия:


- аппараты и оборудование должны соответствовать требованиям
- ГОСТ 12.1.044—89,
- ГОСТ 12.1.004—91,
- ГОСТ 12.2.003—91,
- ГОСТ 12.1.018—79,
- ГОСТ 12.1.010—76, ГОСТ 12.3.002—75,

- 
- произведена расчетная оценка вероятности возникновения пожара и взрыва на всех стадиях технологического процесса;
 - разработана схема размещения аппаратов и оборудования, обеспечивающая нормативную вероятность воздействия опасных факторов пожара и взрыва на работающих;

- 
- предусмотрены необходимые меры предупреждения и возникновения пожаров и взрывов;
 - выбраны необходимые меры пожарной защиты и взрывозащиты.

Организационно-технические мероприятия должны включать в себя:

- проведение периодических чисток аппаратов и оборудования от горючих пылей в сроки, установленные нормативно-технической документацией на аппараты и оборудование;
- своевременный плановый ремонт систем предупреждения пожаров и взрывов и систем противопожарной защиты и взрывозащиты;

- 
- контроль за работоспособностью систем предупреждения пожаров и взрывов и систем пожарной защиты и взрывозащиты;
 - обучение, проверку знаний и допуск персонала к работе в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004-90.