

**КРАТКИЙ КОНСПЕКТ**  
**(опорные вопросы) по дисциплине**  
**«Пожарная безопасность технологических процессов»**

**1. Введение**

ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

**1.1. Общие положения**

Обзор понятий: Технология; Технологический процесс; Технологический регламент; Охрана труда; Техника безопасности.

**1.2. Термины и определения**

Обзор понятий: Горение; Пламенное горение; Самостоятельное горение; Взрыв; Пламя; Свечение; Тление; Дым; Обугливание; Сжигание; Пожар; Очаг пожара; Развитие пожара; Распространение пожара; Опасный фактор пожара; Горючая среда; Источник зажигания; Взрывоопасная смесь; Пожарная опасность объекта; Пожарная опасность изделия; Пожарная опасность веществ (материалов); Горючесть; Группа горючести; Воспламенение; Воспламеняемость; Самовоспламенение; Самовозгорание; Пожарная безопасность; Опасные факторы пожара; Вторичные опасные факторы пожара.

**2. Пожарная безопасность процессов механической обработки твердых материалов**

Краткий обзор процессов механической обработки металлов, древесины и пластмассы.

**2.1. Пожарная безопасность процессов механической обработки металлов**

Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов механической обработки металлов.

**2.1.1. Особенности пожарной опасности процессов механической обработки магния, титана, циркония и их сплавов**

Пожароопасные свойства магния, титана, циркония и их сплавов. Специфические требования пожарной безопасности при их механической обработке.

## **2.2. Пожарная безопасность процессов механической обработки древесины**

Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов механической обработки древесины.

## **2.3. Пожарная безопасность процессов механической обработки пластмасс**

Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов механической обработки пластмасс.

## **2.4. Пожарная безопасность процессов измельчения твердых горючих материалов**

Краткий обзор процессов измельчения твердых горючих материалов. Сухое и мокрое измельчение. Дробилки и мельницы. Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов измельчения.

## **3. Пожарная безопасность процессов транспортирования и хранения веществ и материалов**

Состав транспортных систем с горючими веществами.

### **3.1. Пожарная безопасность процессов транспортирования твердых материалов**

Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов транспортирования твердых материалов.

#### **3.1.1. Пожарная безопасность пневмотранспорта**

Схемы устройства пневматического транспорта, работающего под разрежением и под давлением: Специфические требования пожарной безопасности на пневмотранспорте.

### **3.2. Пожарная безопасность процессов транспортирования горючих жидкостей**

Транспортирование горючих жидкостей по трубопроводам.

#### **3.2.1. Транспортирование жидкостей самотеком**

Схема самотечного трубопровода. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов транспортирования жидкостей самотеком.

#### **3.2.2. Транспортирование жидкостей насосами**

Герметизация насосов. Схема торцового уплотнения. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов транспортирования жидкостей насосами.

### **3.3. Пожарная безопасность процессов транспортирования горючих газов**

Компримирование. Вентиляторы, газодувки, компрессоры. Основные источники зажигания. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов транспортирования ГГ.

### **3.4. Пожарная безопасность процессов хранения ГГ**

Виды хранения ГГ.

#### **3.4.1. Пожарная безопасность газгольдеров**

Газгольдеры низкого и высокого давления; мокрые и сухие; переменного и постоянного объема. Схемы однозвенного и трехзвенного мокрого газгольдера. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при использовании газгольдеров.

#### **3.4.2. Пожарная безопасность процессов хранения сжиженных горючих газов**

Горизонтальные цилиндрические и шаровые резервуары. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при хранении сжиженных ГГ.

### **3.4.3. Пожарная безопасность хранения газов в баллонах**

Виды баллонов для газа. Схема устройства баллона. Основные источники зажигания. Специфические требования пожарной безопасности при хранении ГГ в баллонах.

### **3.5. Пожарная безопасность для процессов хранения ГЖ в резервуарах**

Виды резервуаров. Схемы устройств вертикального стального резервуара, резервуара с плавающей крышей и резервуара с понтоном.

Основные источники зажигания. Специфические требования пожарной безопасности при хранении ГЖ в резервуарах.

### **3.6. Пожарная безопасность при хранении твердых горючих материалов**

Несовместимость некоторых материалов. Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при хранении твердых горючих материалов.

### **3.7. Пожарная безопасность технологических трубопроводов с ГГ и ГЖ**

Специфические требования пожарной безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов с ГГ и ГЖ.

## **4. Пожарная безопасность процессов нагрева и охлаждения веществ и материалов**

Прямые источники тепла и промежуточные теплоносители. Прямое охлаждение, теплопроводность и конвективный теплообмен.

### **4.1. Пожарная безопасность процессов нагрева водяным паром**

Насыщенный водяной пар. Схемы устройств для нагрева «острым» и «глухим» паром. Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при процессах нагрева водяным паром.

## **4.2. Пожарная безопасность процессов нагрева высокотемпературными теплоносителями**

ВТ органические (ВОТ), ионные и жидкометаллические. Схема обогрева аппарата периодического действия с использованием ВТ. Схемы обогрева с естественной и принудительной циркуляцией ВТ. Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности процессов нагрева высокотемпературными теплоносителями.

## **4.3. Пожарная безопасность процессов нагрева пламенем и топочными газами**

Схема устройства трубчатой печи. Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности процессов нагрева пламенем и топочными газами.

## **4.4. Пожарная безопасность процессов охлаждения веществ и материалов**

Схемы оросительного холодильника и градирен с естественной и принудительной тягой. Схема охлаждения аппаратов холодильными рассолами. Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности процессов охлаждения веществ и материалов.

## **5. Пожарная безопасность процессов сушки веществ и материалов**

Физическая сущность сушки. Виды сушилок по принципу действия; величине давления в сушильной камере; транспортным устройствам. Общая схема устройства сушильной установки.

### **5.1. Пожарная безопасность на сушилках конвективного типа**

Камерная сушилка с внутренними осевыми вентиляторами. Схема тоннельной сушилки. Сушилка с одноступенчатым аппаратом кипящего слоя. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности на сушилках конвективного типа.

## **5.2. Пожарная безопасность на сушилках терморadiационного типа**

Схема ламповой сушилки и терморadiационной сушилки с газовым обогревом. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности на сушилках терморadiационного типа.

## **5.3. Пожарная безопасность на высокочастотных сушилках**

Схема сушилки ТВЧ для измельченных материалов. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности на высокочастотных (диэлектрических) сушилках.

## **5.4. Пожарная безопасность на петролатумных сушилках**

Схема установки для сушки в петролатуме. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности на петролатумных сушилках.

## **5.5. Пожарная безопасность на контактных сушилках**

Схема с вакуум-сушильным шкафом. Схема вальцовых сушилок. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности на контактных сушилках.

## **5.6. Пожарная безопасность процессов тепловой сушки, применяемой на объектах сельского хозяйства**

Схема стационарной шахтной зерносушилки, работающей на твердом топливе. Схема стационарной барабанной зерносушилки. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности процессов тепловой сушки, применяемой на объектах сельского хозяйства.

## **6. Пожарная безопасность процессов окраски**

Лакокрасочные материалы (ЛКМ), содержащие летучие компоненты. Составы, изготавливаемые на основе жидких мономеров и полимеров. Порошковые составы (ПС).

## **6.1. Пожарная безопасность процессов окраски ЛКМ**

Стадии окраски ЛКМ. Схема централизованного приготовления и подачи лакокрасочных материалов. Схемы краскораспылительной установки и распылительной камеры проходного типа. Схема установки для окраски окунанием с конвейерным погружением изделий. Схема установки для окраски изделий струйным обливом. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при процессах окраски ЛКМ.

## **6.2. Пожарная безопасность процессов окраски в электрическом поле высокого напряжения**

Принципиальная электрическая схема установки для окраски в электрическом поле. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при процессах окраски в электрическом поле высокого напряжения.

## **6.3. Пожарная безопасность процессов окраски ПС**

Схема установки для нанесения порошковых материалов в электрическом поле. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при процессах окраски ПС.

## **6.4. Пожарная безопасность процессов сушки окрашенных изделий**

Специфические требования пожарной безопасности при сушке окрашенных ЛКМ изделий.

## **7. Пожарная безопасность массообменных процессов**

Процессами массообмена и области их применения.

### **7.1. Пожарная безопасность процессов сорбции**

Виды сорбции. Поглотители.

#### **7.1.1. Пожарная безопасность процессов абсорбции**

Устройство насадочных абсорберов. Концентрация смеси, пределы воспламенения. Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути

распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов адсорбции.

### **7.1.2. Пожарная безопасность процессов адсорбции**

Устройство адсорберы с неподвижным слоем адсорбента. Схема рекуперационной адсорбционной установки. Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов адсорбции.

### **7.2. Пожарная безопасность процессов разделения ГЖ**

Процессы перегонки: дистилляция и ректификация. Схема установки для простой перегонки. Варианты расположения кипятильников и дефлегматоров. Схема ректификационной установки непрерывного действия. Схема установки для проведения периодической ректификации. Горючая среда. Основные источники зажигания. Пути распространения пожара. Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов разделения ГЖ.

## **8. Образование горючей среды внутри производственного оборудования**

Свойства, учитываемые при оценке опасности ГГ, ЛВЖ, ГЖ и твердых веществ.

### **8.1. Аппараты с жидкостями**

Схема аппарата с жидкостью. Концентрация насыщенного пара. Давление насыщенного пара. Условия образования горючей концентрации в закрытом аппарате. Условие опасности.

### **8.2. Аппараты с газами**

Рабочую концентрацию определяют по технологическому регламенту исходя из соотношения компонентов, подаваемых в аппарат, или путем взятия проб смеси газов из аппарата и проведения газового анализа на соответствующих приборах.

### **8.3. Аппараты с пылями**

Условие образования горючей концентрации. Циклическое протекание пылевых взрывов. Пыли взрывоопасные и пожароопасные.



## **9. Исключение образования горючей среды внутри производственного оборудования**

### **9.1. Предупреждение образования горючей паровоздушной среды внутри аппаратов с жидкостью при их нормальной работе**

Технологические решения, обеспечивающие подобное предупреждение.

#### **9.1.1. Ликвидация свободного паровоздушного объема**

Схема наземного резервуара с плавающей крышей. Схема наземного резервуара с понтоном.

#### **9.1.2. Обеспечение безопасного температурного режима работы аппарата**

Соотношения температуры в аппарате и температурных пределов воспламенения.

#### **9.1.3. Снижение концентрации горючих паров жидкости в паровоздушном пространстве**

Высокостойкие вещества, препятствующие испарению. Добавки, снижающие парциальное давление паров ГЖ.

#### **9.1.4. Флегматизация паровоздушного пространства аппаратов путем введения в него негорючих (инертных) газов**

Негорючие газы, снижающие парциальную концентрацию кислорода в смеси и сужающие пределы воспламенения. Флегматизирующая концентрация инертного компонента.

#### **9.1.5. Применение системы газовой обвязки емкостных аппаратов (резервуаров) с изменяющимся уровнем жидкости**

Снижение поступления атмосферного воздуха в паровоздушное пространство опорожняемого резервуара.

### **9.2. Предупреждение образования горючей концентрации в аппаратах с газами**

Поддержание рабочей концентрации горючего газа в смеси с окислителем за концентрационными пределами воспламенения с помощью систем автоматики. Флегматизация негорючими (инертными) газами. Поддержание в газовых коммуникациях избыточного давления, предотвращающего подсос наружного воздуха через неплотности. Непрерывный автоматический контроль содержания опасной примеси в газе. Стабилизация зоны горения горючей смеси в защищенном пространстве реактора путем выбора скорости и режима движения горючей смеси. Аварийное преднамеренное изменение состава горючей смеси, обеспечивающее быстрый перевод ее в негорючее состояние.

### **9.3. Предупреждение образования горючей концентрации в аппаратах с пылями**

Применение менее «пылящих» технологических процессов. Устройство систем аспирации от технологического оборудования. Флегматизация негорючими (инертными) газами и минеральными пылями. Использование негорючих газов для пневматической транспортировки наиболее опасных пылей. Предупреждение оседания пылей на внутренних поверхностях аппаратов и трубопроводов.

## **10. Выход горючих газов, паров и жидкостей из штатно работающих аппаратов**

Виды технологических аппаратов, из которых ГГ, пары и жидкости выходят в производственное помещение или на открытую площадку. Параметры, определяющие размеры образующихся наружных пожаровзрывоопасных зон.

### **10.1. Аппараты с открытой поверхностью испарения**

Образование горючей концентрации смеси паров с воздухом над поверхностью аппаратов с открытой поверхностью испарения. Параметры, влияющие на количество жидкости, испаряющейся со свободной поверхности.

#### **10.1.1. Испарение ГЖ в неподвижную среду**

Интенсивность испарения с открытой поверхности жидкости в неподвижную среду.

#### **10.1.2. Испарение ГЖ в подвижную среду**

Интенсивность испарения с открытой поверхности жидкости в движущуюся среду.

### **10.2. Аппараты с дыхательными устройствами**

Схема большого дыхания резервуара. Малое дыхание. Обратный выдох. Условие опасности. Количество горючих паров, выходящих из сообщающихся с атмосферой аппаратов при их заполнении жидкостью (при большом и малом дыхании).

### **10.3. Аппараты периодического действия**

Количество горючих паров, выходящих из периодически действующих аппаратов при их разгерметизации. Причины образования горючей среды при остановке аппаратов.

### **10.4. Аппараты с пылями и волокнами**

Основные профилактические мероприятия при работе аппаратов с пылями. Оценка запыленности помещений с учетом осажденной пыли (аэрогеля). Масса отложившейся в помещении пыли. Масса пыли, оседающей на различных поверхностях в помещении за межуборочный период.

### **10.5. Исключение образования горючей среды снаружи производственного оборудования при нормальных условиях работы**

Технологические решения по предупреждению образования горючих паровоздушных смесей над аппаратами с открытой поверхностью испарения. Мероприятия, направленные на снижение опасности образования горючей среды у дыхательных устройств, при больших или малых дыханиях. Схема газоуравнительной системы резервуаров. Мероприятия, направленные на снижение опасности образования горючей среды в аппаратах периодического действия. Мероприятия, направленные на снижение опасности образования горючей среды в период пуска и остановки технологических аппаратов. Мероприятия, направленные на снижение опасности образования горючей среды с наружи аппаратов с пылями.

## **11. Выход горючих веществ наружу из поврежденного технологического оборудования**

Нарушения режима работы технологического оборудования, связанные с ними повреждения и аварии. Повреждения локальные и полные.

### **11.1. Характерные ситуации повреждения технологического оборудования**

Горючие вещества в поврежденных аппаратах и трубопроводах, находящиеся под давлением и нагретые выше температуры самовоспламенения. Выходящие горючие вещества, нагретые ниже температуры самовоспламенения, но выше температуры вспышки. Жидкость, выходящая из поврежденного аппарата или трубопровода, нагретая ниже температуры вспышки. Повреждение технологического оборудования, работающего под вакуумом. Количество выходящих наружу веществ в результате локальных повреждений аппаратов. Длительность истечения вещества из поврежденного аппарата. Скорость истечения жидкости через отверстие в трубопроводе или корпусе аппарата при постоянном давлении. Количество горючих веществ, выходящих из системы при полном разрушении аппарата.

### **11.2. Причины повреждения производственного оборудования**

Группы причин повреждения технологического оборудования.

#### **11.2.1. Механические воздействия**

Образование повышенного или пониженного давления. Нарушение материального баланса. Нарушение теплового баланса. Причины нарушения теплового баланса. Нарушение процесса конденсации паров. Попадание в объем высоконагретых аппаратов легкокипящих жидкостей. Нарушение экзотермических химических процессов.

Воздействие динамических нагрузок. Резкое изменение давления чаще всего наблюдается в периоды неуставившегося режима работы технологического оборудования. Гидравлические удары. Вибрация технологического оборудования. Источники вибрации. Внешние механические удары.

Эрозионный износ. Эрозия газовая, абразивная, кавитационная, электрическая и ультразвуковая.

### **11.2.2. Температурные воздействия**

Температурные напряжения. Действие высокой температуры на материал стенок аппаратов и трубопроводов. Действие низкой температуры. Температурные компенсаторы.

### **11.2.3. Химические воздействия**

Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия. Катодная защита. Протекторная защита.

## **12. Производственные источники зажигания**

Условия опасности источника тепла как источника зажигания. Нулевая вероятность возникновения источника зажигания. Классификация источников зажигания по времени действия и по природе проявления.

### **12.1. Открытый огонь и раскаленные продукты сгорания**

Изоляция аппаратов огневого действия. Соблюдение правил пожарной безопасности при проведении огневых работ. Изоляция высоконагретых продуктов сгорания. Защита от искр при работе топок и двигателей. Схемы гравитационного и инерционного искроуловителей. Схема центробежного искроуловителя циклонного типа. Ограничение источников огня, не вызванных потребностями технологического процесса.

### **12.2. Тепловое проявление механической энергии**

Удары твердых тел с образованием искр. Поверхностное трение тел. Сжатие газов. Температура газа при сжатии в компрессоре и отсутствии его охлаждения.

### **12.3. Тепловое проявление химических реакций**

Химическое взаимодействие с положительным тепловым эффектом.

#### **12.3.1. Вещества, самовоспламенение которых происходит на воздухе**

Вещества, нагретые выше температуры самовоспламенения. Вещества, самовозгорающиеся на воздухе. Длительность процесса самовозгорания веществ можно рассчитать по формулам:

### **12.3.2. Вещества, воспламенение которых происходит при контакте с водой или влагой воздуха**

ГГ, образующиеся при взаимодействии с водой и воспламеняющиеся от теплоты реакции. Условия контакта веществ с водой или влагой воздуха. Предупреждение воспламенения веществ, при взаимодействии с водой или влагой воздуха.

### **12.3.3. Вещества, воспламенение которых происходит при контакте друг с другом**

Условия, способствующие реакции взаимодействия окислителя с горючим веществом. Предупреждение пожаров от воспламенения веществ при контакте друг с другом.

### **12.3.4. Вещества, воспламенение которых происходит в результате саморазложения при нагревании или механическом воздействии**

Эндотермические соединения. Предупреждение воспламенения веществ, склонных к взрывному разложению.

## **12.4. Тепловое проявление электрической энергии**

Причины, при которых тепловое проявление электрической энергии может быть источником зажигания. Опасное выделение тепла при действии электрического тока. Предупреждение опасности теплового проявления электрической энергии.

## **13. Предотвращение распространения пожара**

Причины быстрого распространения пожара в условиях производства. Решения по предотвращению причин распространения пожара.

### **13.1. Снижение количества горючих веществ и материалов в технологии производства**

Различные методики снижения количества горючих веществ и материалов в технологии производства.

### **13.1.1. Снижение количества горючих веществ на стадии проектирования производства**

Выбор метода производства. Разработка технологической схемы производства. Выбор варианта размещения технологического оборудования.

### **13.1.2. Снижение количества горючих веществ в период нормальной эксплуатации производства**

Защита производственных помещений от перегрузки горючими веществами. Уменьшение количества горючих отходов. Замена горючих веществ на негорючие или менее горючие.

### **13.1.3. Замена ЛВЖ и ГЖ пожаробезопасными средствами в технологических процессах обезжиривания**

Химическое обезжиривание. Электрохимическое обезжиривание. Ультразвуковой способ очистки. Механическая очистка. Струйная мойка. Обезжиривание в органических растворителях. Обезжиривание в расплаве солей. Основные виды пожаробезопасных моющих составов.

### **13.1.4. Снижение количества горючих веществ и материалов при авариях и пожарах на производстве**

Аварийный слив жидкостей. Схема аварийного слива огнеопасной жидкости самотеком. Аварийное стравливание горючих паров и газов. Эвакуация твердых горючих материалов и огнеопасных веществ в переносной таре.

## **13.2. Защита производственных коммуникаций**

Опасность распространения пламени по коммуникациям. Предупреждение распространения пожара по производственным коммуникациям.

### **13.2.1. Сухие огнепреградители**

Схемы основных видов сухих огнепреградителей.

### **13.2.2. Жидкостные огнепреградители**

Схема гидравлического затвора низкого давления на газовой линии. Гидравлический затвор на газовой линии высокого давления.

### **13.2.3. Затворы из измельченных материалов**

Защиты коммуникаций, в которых возможно распространение горения по поверхности сыпучего материала.

### **13.2.4. Огнезадерживающие заслонки и пламеотсекатели**

Схемы огнезадерживающих заслонок.

### **13.2.5. Защита трубопроводов от горючих отложений**

Мероприятия, предупреждающие образование горючих отложений внутри трубопроводов.

### **13.2.6. Изоляция производственных помещений от траншей и лотков с трубопроводами**

Предпосылки для скопления в траншеях и лотках излившихся жидкостей, паров и газов. Предупреждение распространения пламени по траншеям и лоткам.

## **13.3. Защита технологических аппаратов**

Защита аппаратов от растекания при аварийном истечении огнеопасных жидкостей и от разрушения при взрыве.

### **13.3.1. Защита от растекания**

Запорные задвижки ручного действия или с дистанционным пуском, с автоматическим приводом, другие специальные устройства (скоростные отсекатели потока, обратные клапаны, мембранные клапаны). Их блокировка с автоматическим отключением перекачивающих насосов. Преграды на пути движения излившейся жидкости.

### **13.3.2. Защита аппаратов от разрушения при взрыве**

Предохранительные устройства с разрушающимися мембранами. Предохранительный клапан с шарнирно-откидной дверцей.