|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Логотип ЗУГТ*** | **ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ** **ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ** **«ЗАПАДНО-УРАЛЬСКИЙ ГОРНЫЙ ТЕХНИКУМ»** |  |  |

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЧОУ ПО «ЗУГТ»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.В. Теленков

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2024 г.

**ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Методические рекомендации по дисциплине*

**Специальность**

**15.02.16 Технология машиностроения**

**Пермь 2024**

Методические рекомендации по дисциплине «Основы бережливого производства» предназначены для студентов ЧОУ ПО «Западно-Уральский горный техникум» при выполнении практических работ, подготовки и написании рефератов, по изучению теоретических основ дисциплины, аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы.

Методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по специальности **15.02.16 Технология машиностроения.**

Организация-разработчик:

ЧОУ ПО «Западно-Уральский горный техникум (ЧОУ ПО «ЗУГТ»)

**ВВЕДЕНИЕ**

***Цель изучения дисциплины*** «Пожарная безопасность»: подготовка студентов, способных применять результаты анализа пожарной опасности технологических процессов и оборудования для разработки мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

***Задачами при изучении дисциплины*** являются: формирование у студентов необходимой теоретической базы в области законодательства РФ в сфере обеспечения пожарной безопасности, получения знаний о причинах пожаров, стадиях развития пожаров, действиях и правилах поведения при пожаре, способах и приемах тушения огня; ознакомление с пожарной безопасностью, как системой государственных и общественных мероприятий.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

***знать***: Законодательство РФ в области пожарной безопасности, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций; организацию, структуру и основные направления деятельности МЧС России, РСЧС, государственной противопожарной службы, государственного пожарного надзора; пожарную опасность веществ и материалов и методы определения ее основных показателей; пожарную опасность основных технологических процессов и производственного оборудования; технические решения, обеспечивающие пожарную безопасность зданий и сооружений, технологических процессов производств, принципы построения, применения и эксплуатации технических средств пожарной автоматики, автоматических систем, обеспечивающих пожаро-взрывобезопасность технологических процессов;

***уметь***: применять нормативно-правовые акты, регламентирующие пожарную безопасность зданий, сооружений, предприятий и населенных пунктов; производить анализ пожарной опасности технологических процессов и разработку мер их противопожарной защиты; давать оценку соответствия организационных и инженерно-технических решений, направленных на безопасность людей при пожаре, требованиям противопожарных норм;

***владеть***: навыками проведения обследования объектов защиты на предмет соответствия требованиям пожарной безопасности; навыками оформления служебной документации по пожарной безопасности; навыками управления силами и средствами при тушении пожара и проведении аварийно- спасательных работ.

Практические занятия по дисциплине «Пожарная безопасность» выполняются студентами под руководством преподавателей кафедры. После получения задания на практическую работу, студент анализирует различные источники информации, определяет примерный план и приступает к выполнению работы. В ней должны присутствовать анализ и выводы.

# Практическое занятие №1.

**Изучение Федерального закона «О пожарной**

# безопасности»

***Цель работы:*** изучить основные положения закона «О пожарной безопасности»

**Основные понятия**

Обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства. Федеральный закон «О пожарной безопасности» Принят Государственной Думой 18 ноября 1994 года (с многозначительными изменениями) и определяет общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, общественными объединениями, организациями, должностными лицами, гражданами (физическими лицами), индивидуальными предпринимателями.

Закон гарантирует права граждан и руководителей организаций в области пожарной безопасности. Граждане имеют право на:

защиту их жизни, здоровья и имущества в случае пожара; возмещение ущерба, причиненного пожаром, в порядке, уста-

новленном действующим законодательством;

участие в установлении причин пожара, нанесшего ущерб их здоровью и имуществу;

получение информации по вопросам пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке от органов управления и подразделений пожарной охраны;

участие в обеспечении пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке в деятельности добровольной пожарной охраны.

Руководители организации имеют право:

создавать, реорганизовывать и ликвидировать в установленном порядке подразделения пожарной охраны, которые они содержат за счет собственных средств;

вносить в органы государственной власти и органы местного самоуправления предложения по обеспечению пожарной безопасности;

проводить работы по установлению причин и обстоятельств пожаров, происшедших в организации;

устанавливать меры социального и экономического стимулирования обеспечения пожарной безопасности;

получать информацию по вопросам пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке от органов управления и подразделений пожарной охраны.

#### Ход работы:

1. Изучить основные положения федерального закона «О пожарной безопасности»
2. Ответить на вопросы.
3. Оформить отчет.

Контрольные вопросы:

1. Сформулировать основные понятия: пожар, обязательные требования пожарной безопасности, противопожарный режим, меры пожарной безопасности, нормативные документы по пожарной безопасности, профилактика пожаров.
2. Обязанности граждан, работников организаций в области пожарной безопасности
3. Обязанности руководителей организации в области пожарной безопасности
4. Ответственность за нарушения требований пожарной безопасности

*Отчет по практической работе* должен содержать: название и цель работы, ответы на вопросы и выводы по работе.

# Практическое занятие № 2.

**Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности**

***Цель работы:*** освоить методику определения категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

**Основные понятия**

Классификация зданий, сооружений, строений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара в зданиях, сооружениях, строениях и помещениях.

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории :

* повышенная взрывопожароопасность (А);
* пожароопасность (В1 - В4);
* взрывопожароопасность (Б);
* умеренная пожароопасность (Г);
* пониженная пожароопасность (Д).

Здания, сооружения, строения и помещения иного назначения разделению на категории не подлежат.

Категории помещений по пожарной и взрывопожарной опасности определяются исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также исходя из объемнопланировочных решений помещений и характеристик, проводимых в них технологических процессов.

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с СП 12.13130.2009 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (табл.1)

Таблица 1 Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

|  |  |
| --- | --- |
| **Категория**  **помещения** | **Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении** |
| **А**  повышенная взрывопожаро- опасность | Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, пре- вышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в  помещении превышает 5 кПа |
| **Б**  Взрывопожаро- опасность | Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количе- стве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или па- ровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное  избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа |
| **В1-В4**  Пожароопасность | Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к  категории А или Б |
| **Г**  Умеренная пожароопасность | Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в  качестве топлива |
| **Д**  Пониженная  пожароопасность | Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии пониженная пожароопасность |

### Категории здания по пожарной и взрывопожарной опасности

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются, исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

Здание относится к категории А, если в нем суммированная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м .

Здание не относится к категории А, если суммированная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м) и эти

помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммированной площади всех помещений или 200 м2.

Здание не относится к категории Б, если суммированная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 , и ВЗ превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммированной площади всех помещений.

Здание не относится к категории В, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и ВЗ в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А, Б или В и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, ВЗ и Г превышает 5 % суммированной площади всех помещений.

Здание не относится к категории Г, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, ВЗ и Г в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м) и помещения категорий А, Б, 81, В2 и ВЗ оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Д, если оно не относится к категории А, Б, В или Г.

**Выбор и обоснование расчетного варианта**

При расчете значений критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором во взрыве участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовывать взрывоопасные газовоздушные или паровоздушные смеси, определяется исходя из следующих предпосылок:

1. Происходит расчетная авария одного из аппаратов.
2. Все содержимое аппарата поступает в помещение.
3. Происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потоку в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчетное время отключения трубопроводов определяется в каждом конкретном случае исходя из реальной обстановки и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным: времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов; 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов; 300 с при ручном отключении.

1. Происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных) исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м, а остальных жидкостей — на 1 м2 пола помещения.
2. Происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей.
3. Длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

Количество пыли, которое может образовать взрывоопасную смесь, определяется из следующих предпосылок:

1. Расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования).
2. В момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованном. Если свободный объем помещения определить

невозможно, то его допускается принимать условно равным 80 % геометрического объема помещения.

**Расчет избыточного давления**

Избыточное давление взрыва **Δ***Р* для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, C1, Вг, I, F, определяется по формуле

где **Pmax** максимальное давление взрыва стехиомет воздушной или паровоздушной смеси в замкнутом еделяемое экспериментально или по справочным данн тствии данных допускается принимать *Р* равным 900 кПа; ение, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

**m** масса паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих

), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг;

**Z** коэффициент участия горючего во взрыве, который мо читан на основе характера распределения газов и паров ещения согласно таблице 2;

**Vcв** свободный объем помещения, м (допускается принимат

от геометрического объема помещения);



рической объеме, ым. При

начальное

жидкостей

жет быть

в объеме

ь равным

**ρ**гп плотность газа или пара при расчетной температуре, кг м3;

**Сст** стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ, % (об.);

**Кн** коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать равным 3

газо опр отсу давл

(ГЖ

расс пом

80%

Таблица 2

Значения Z

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид горючего вещества** | **Значение** Z |
| Водород | 1,0 |
| Горючие газы (кроме водорода) | 0,5 |
| Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры  вспышки и выше | 0,3 |
| Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля | 0,3 |

|  |  |
| --- | --- |
| Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности  образования аэрозоля | 0,1 |

Плотность газа или пара при расчетной температуре ***tp*** вычисляют по формуле:

где **M** - молярная масса, кг\*кмоль-1;

***V0*** - м ный объем, равный 22,413 м3\*кмоль-1;

***tp*** - ра тная температура, °С. В качестве расчетной температуры следует прини ь максимально возможную температуру воздуха в данном помещ ии в соответствующей климатической зоне или максимально возмо ую температуру воздуха по технологическому регламенту с учето озможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если таког начения расчетной температуры ***tp*** по каким-либо причинам опред ть не удается, допускается принимать ее равной 61 °С.

Стех трическую концентрацию ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ вычисляют по уравн ю:

где стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания, который определяют как:



где ***пс пн по пх*** - число атомов С,Н,О и галоидов в молекуле горючего.

Расчет ***ΔР*** для других индивидуальных веществ, кроме упомянутых выше, а также для смесей может быть выполнен по формуле:

где **H т** теплота сгорания, Дж\*кг -1;

**ρв** плотность воздуха до взрыва при начальной температуре ***То,*** кг\*м -3

**Ср** теплоемкость воздуха;

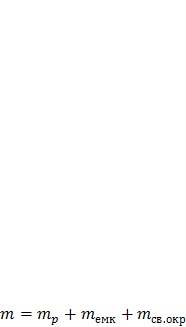
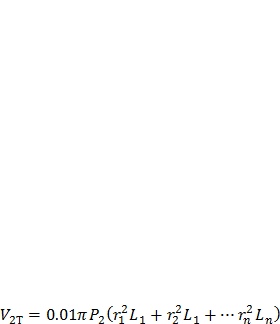
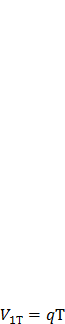
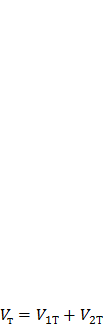
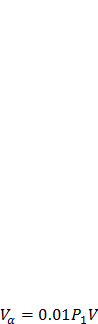
**Р0** начальное давление, кПа (допускается принимать 101 кПа);

***m*** - масса горючих веществ, вышедших в .помещение в результате аварии, кг;

***Z*** - коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения согласно таблице 2;

**Vсв** свободный объем помещения, м (допускается принимать равным 80%

от геометрического объема помещения);



**Кн** коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатич- ность процесса горения. Допускается принимать равным 3/ **Т0** начальная температура воздуха, К.

Масса горючего газа, поступившего в помещение при расчетной аварии определяется по формуле:

где **V a** объем газа, вышедшего из аппарата, м ; **Vт** объем газа, вышедшего из трубопроводов, м. **Pк** плотность горючего газа, кг\*м

При этом

где **P1** давление в аппарате, кПа

**V**- объем аппарата, м .

где **V1т** объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м;

**V2т** объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м

где **q** расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т.д. м3с-1;

**Т** время, до отключения трубопровода, с.

где **Р**2 максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;

***r*** - внутренний радиус трубопроводов, м

***L*** - длинна трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

Масса паров жидкости, поступивших в помещение при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свежее нанесенным составом, открытые емкости и т.п.), определяется из выражения

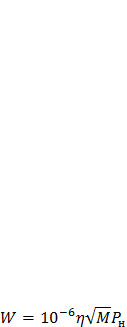
где mр масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг; mемК масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых

емкостей, кг;

mсв масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг.

При этом каждое из слагаемых в формуле определяется по формуле

m = W Fн t где m масса испарившейся жидкости, кг; ***W****-* интенсивность испарения, кг\* с -1 \*м **Fн** площадь испарения, м



**t** время испарения,

с

спарения определяетс нным. Для ненагрет ЛВЖ при отсутстви уле:

принимаемый по табли оздушного потока над п кг\*кмоль-1;

о пара при расчетной те

Интенсивность и я по справочным и

экспериментальным да ых выше температуры

окружающей среды и данных допускается рассчитывать *W* по форм

где **η** коэффициент, це 3 в зависимости от скорости и температуры в оверхностью испарения;

**М** молярная масса,

**Рн** давление насыщенног мпературе жидкости *tp.*

Таблица 3

Значение коэффициента

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость воздушного потока в помещении,  м/с | Значение коэффициента при температуре Т, 0С, воздуха в помещении | | | | |
| ***10*** | ***15*** | ***20*** | ***30*** | ***35*** |
| 0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 0,1 | 3,0 | 2,6 | 2,4 | 1,8 | 1,6 |
| 0,2 | 4,6 | 3,8 | 3,5 | 2,4 | 2,3 |
| 0,5 | 6,6 | 5,7 | 5,4 | 3,6 | 3,2 |
| 1,0 | 10,0 | 8,7 | 7,7 | 5,6 | 4,6 |

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств исходя из продолжительности их работ. В случае обращения в помещении горючих газов, легковоспламеняющихся или горючих жидкостей при определении значения массы горючих паров или газов, допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности (ПУЭ), при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

В этом случае определяют массу аккумулированных паров ЛВЖ, ГЖ или горючих газов по формуле:

*=*

где **m \*** масса аккумулированных паров ЛВЖ, ГЖ или горючих газов, кг; **mn** масса испарившихся паров ЛВЖ, ГЖ или вышедших горючих газов, кг; **τ** продолжительность поступления горючих газов и паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в объем помещения, с.

**n**

**Расчет избыточного давления взрыва для горючих веществ**

Расчет избыточного давления взрыва **Δ***Р****,*** кПа, производится по формуле , в которой коэффициент *Z* участия взвешенной пыли во взрыве рассчитывается по формуле:

Z **=** *0,5\*F*

где ***F -*** массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэровзвесь становится взрывобезопасной, т.е. неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для расчета величины допускается принимать *Z* = 0,5.

Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли *m* (кг), образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяется по формуле:

*m=mвз+ mав*

где ***mвз -*** расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;

***mав -*** расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг.

Расчетная масса взвихрившейся пыли ***m****e3* определяется по формуле

mвз = Квз \* mn

где ***Квз -*** доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспериментальных сведений о величине *Квз* допускается полагать

*Квз* ***=*** 0,9;

***mn -*** масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

Расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, ***m****ae* (кг), определяется по формуле:

mae=( m an+qT)K

где ***mae*** *n* ***-*** масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата, ***q -*** производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их

отключения, кг\*с-1;

***Т***- время отключения, с;

***K****n* ***-*** коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всеймассе пыли, поступившей из аппарата в помещение.

При отсутствии экспериментальных сведений о величине *K****n*** допускается полагать: для пылей с дисперсностью 350 мкм и более - *K****n =*** 0,5; для пылей с дисперсностью менее 350 мкм - *К****п*** = 1,0.

Масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяется по формуле:



где **Kr** доля горючей пыли в общей массе отложений пыли; **m1** масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в по- мещении за период времени между генеральными уборками, кг; **m2** масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг; **Ку** коэффициент эффективности пылеуборки. Принимается при ручной пылеуборке: сухой - 0,6; влажной - 0,7. При механизированной вакуумной уборке: пол ровный - 0,9; пол с выбоинами (до 5 % площади) - 0,7.

Под труднодоступными для уборки площадями подразумевают такие поверхности в производственных помещениях, очистка которых осуществляется только при генеральных пылеуборках. Доступными для уборки местами являются поверхности, пыль с которых удаляется в процессе текущих пылеуборок ежемесячно, ежесуточно и т.п.

Масса пыли *mt* (i= 1,2), оседающей на различных поверхностях в помещении за межстрочный период, определяется по формуле:

**Mi** масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между генеральными пылеуборками, кг;

**Mij** масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, ***кг,***

**M2** масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между текущими пылеуборками, кг;

**M2j** масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за

указанный период, кг;

***а*** доля выделяющейся в объем помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системам. При отсутствии экспериментальных сведений о величине *а* полагают *a = 0****;***

### Определение категорий пожароопасных помещений

Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее по тексту ***-*** пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице 4.

Таблица 4

Категории пожароопасных помещений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Категория** | **Удельная пожарная**  **нагрузка** *g* **на участке, МДж-м”2** | **Способ размещения** |
| В1 | Более 2200 | Не нормируется |
| В2 | 1401—2200 |  |
| В3 | 181 — 1400 |  |
| В4 | 1 — 180 | На любом участке пола помещения площадью 10м . Способ раз- мещения участков  пожарной нагрузки  нормируется |

При пожарной нагрузке, включающей и себя различные сочетания (смесь) горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка *Q,* МДж, определяется по формуле:



где **Gi** количество *i-го* материала пожарной нагрузки, кг;

**Qhip** низшая теплота сгорания i-го материала пожарной нагрузки, МДж кг-1. Удельная пожарная нагрузка ***g*** (МДж\*м-2 ), определяется из соотношения

где **Q** пожарная нагрузка, МДж

**S** –площадь размещения пожарной нагрузки, м (но не менее 10м)

В помещениях категорий В1-В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой,не превышающей значений, приведенных в табл.4. В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных. В табл.5 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний *lпр* в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков

***qкр*** кВт\*м2 для пожарном нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов. Значения *lпр* приведенные в табл.5, рекомендуются при условии, если ***Н*** > 11 м; если ***Н <*** 11 м, то предельное расстояние определяется как:

l = lпр +(11-Н)

где **lпр** определяется из табл.5;

***Н*** - минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м

Таблица 5

Значения предельных расстояний

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| qпр,кВт  \*м-2 | 5 | *10* | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 |
| Lпр, м | 12 | 8 | 6 | 5 | 4 | 3,8 | 3,2 | 2,8 |

Значения ***qKp*** для некоторых материалов пожарной нагрузки приведены в табл. 6

Таблица 6 Величины критической плотности падающих лучистых потоков

|  |  |
| --- | --- |
| ***Материал*** | ***цкр, кВт\*м*** 2 |
| Древесина (сосни влажностью 12 %) • > | 13,9 |
| Древесностружечные плиты (плотностью 417 кг-м" ) | 8,3 |
| Торф брикетный | 13,2 |
| Торф кусковой | 9,8 |
| Хлопок-волокно | 7,5 |
| Слоистый пластик | 15,4 |
| Стеклопластик | 15,3 |
| Пергамин | 17,4 |
| Резина | 14,8 |
| Уголь | 35,0 |
| Рулонная кровля | 17,4 |
| Сено, солома (при минимальной влажности до 8 %) | 7,0 |

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то значение ***q*** определяется по материалу с минимальным значением *qKP* ***.***

Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями *qKp*

значения предельных расстояний принимаются 1пр > 2 м.

Для пожарной нагрузки, состоящей из ЛВЖ или ГЖ, рекомендуемое расстояние ***1пр*** между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки рассчитывается по формулам:

***1пр*** > 15м при ***H***> 11

***1пр*** > 26-H при ***H<*** 11

Если при определении категорий В2 или ВЗ количество пожарной нагрузки превышает или равно:

*Q > 0,64\*g\*H2*

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно. В случае отсутствия данных для расчета теплоты сгорания нефтепродуктов целесообразно использовать формулу Басса:

*QH = 50460 - 8,545рн*

где: ***Q* -** низшая теплота сгорания, кДж кг-1;

***рн*** - плотность жидкости, кг м .

### Определение избыточного давления взрыва для веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом

Расчетное избыточное давление взрыва **Δ***Р* для веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, определяется по приведенной выше методике, полагая *Z* = 1 и принимая в качестве величины Нт энергию, выделяющуюся при взаимодействии (с учетом сгорания продуктов взаимодействия до конечных соединений), или экспе- риментально в натурных испытаниях. В случае, когда определить величину Δ***Р*** не представляется возможным, следует принимать ее превышающей 5 кПа.

#### Ход работы:

1. Получить задание. Недостающие данные принять самостоятельно.
2. Ознакомится с порядком определения категорий помещений по пожарной и взрывопожарной опасности.
3. Определить категорию указанных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности. Результаты представить в виде таблицы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование помещений | Условия производства, характеристика веществ и материалов в помещении | Категория помещения |
| Тепловая электростанция | | |
| Машинное отделение с технологическим подвалом: |  |  |
| с паровыми турбин6ами | Паропроводы, арматура и оборудование с температурой нагрева поверхности 400С и выше |  |
| с газовыми турбинами | Горючие газы и жидкости сжигаются в качестве топлива |  |
| Котельное отделение | Горючие газы, жидкости и твердые вещества сжигаются в качестве топлива |  |
| Бункерная галерея | Транспортировка сгораемых материалов (угля, торфа, сланцев) |  |
| Закрытые склады и кладовые | | |
| легковоспламеняющихся жидкостей в таре и на их основе лакокрасочных материалов | Легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки паров ниже 28 С |  |
| хранения хим. реактивов, негорючих материалов и изделий | Горючая упаковка в малом объеме |  |
| горючих или трудногорючих теплоизоляционных материалов, горючих материалов и изделий | Горючая упаковка и некоторые материалы |  |
| масляных красок и лаков | Растворителями служат  горючие жидкости, при воспламенении которых |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | развивается избыточное давление взрыва 5 кПа |  |
| негорючих материалов и изделий, хранилище радиоактивных изотопов | Негорючая упаковка |  |
| Помещения складов реагентов | | |
| хранение фосфатов, соды, полиакриламида | Негорючие вещества в горючей упаковке |  |
| разгрузки и хранения извести, коагулянтов, соли, соды, кислоты и щелочи | Негорючие вещества в холодном состоянии. негорючая упаковка | разгрузки и хранения извести, коагулянтов, соли, соды, кислоты и щелочи |
| Помещения для транспорта | | |
| Стоянка электрокаров | негорючие материалы |  |
| Стоянка бульдозеров | горючие материалы и жидкости |  |
| Пост ТО, ремонта бульдозера | горючие материалы и жидкости в малом объеме |  |
| помещение хранения шин и ГСМ, агрегатов и двигателей, участок ремонта топливной аппаратуры | горючие материалы и жидкости в малом объеме |  |
| Пост мойки и уборки бульдозеров: ремонт аккумуляторов, моторов, агрегатов, механического и электротехнического оборудования | негорючие материалы |  |

1. Расчетным путем определить категорию помещения по взрывопожарной и пожарной опасности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| вариант | Помещение, где обращается | масса паров, выделившихся в результате аварии | объем помещения, м3 |
| 1 | Бутан | 15 | 60 |
| 2 | Пропан | 48 | 120 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 3 | Этан | 11 | 1200 |
| 4 | Бензин | 510 | 3100 |
| 5 | Керосин | 540 | 310 |
| 6 | Бумажная пыль | 510 | 520 |
| 7 | Мучная пыль | 45 | 380 |
| 8 | Угольная пыль | 26 | 310 |
| 9 | Бензол | 50 | 300 |

Определить категорию здания по взрывопожарной и пожарной опасности.

* 1. Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений F= 10 000 м2 . Помещения категории А,Б,В-В3 и Г отсутствуют. Площадь помещений категории В4 составляет FВ4 =2000 м2, категории Д - FД = 8000 м2.. Решение обосновать.
  2. Одноэтажное производственное здание, в котором расположен ремонтный цех (площадь F=2000 м2), включающий : 1- сварочное отделение, 2- отделение термической обработки материалов, 3 – электрощитовая, 4 – трансформаторная подстанция, 5- механосборочное отделение, 5- бытовые помещения, 6- санузел. Представить схему здания.
  3. Производственное пятиэтажное здание. Общая площадь помещений здания F= 25 000 м2. Помещения категорий А и Б в здании отсутствуют. Площадь помещений категории В-В3 составляет FВ = 1 000 м2, категории Г- FГ = 200 м2, категории В4 и Д - FВ4,Д = 23 800 м2, суммарная категория В1-В3, Г - FВ,Г = 1200 м2. Решение обосновать.
  4. Производственное четырехэтажное здание. Общая площадь помещений здания F= 16 000 м2. Площадь помещений категории А и Б составляет F А,Б

= 800 м2, помещений категории В1-В3 – FВ = 1 500 м2, помещений категории Г – F Г = 3000 м2, суммарная категория А,Б,В1-В3 – FА,Б,В,Г = 5 300 м2. Помещения категории А- F= 25 000 м2 оборудованы установками автоматического пожаротушения. Решение обосновать.

* 1. Производственное одноэтажное здание. Общая площадь помещений здания F= 8 000 м2. Площадь помещений категории А и Б составляет FА,В = 600 м2, категории В1-В3 – FВ = 1 000 м2, категории Г – FГ = 200 м2, категорий В4 и Д – F В4,Д = 6 200 м2, суммарная категорий А, Б, В1-В3,Г - FА,Б,В,Г = 1 800 м2. Помещения категории А,Б,В1-В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения. Решение обосновать.

*Отчет по практической работе* должен содержать: название и цель работы, исходные данные, формулы и необходимые расчеты.

# Практическое занятие № 3.

**Определение категории наружных установок по пожарной**

# опасности

***Цель работы*** освоить методику определения категорий наружных установок по пожарной опасности.

Основные понятия

В соответствии с техническим регламентом пожарной безопасности (№123- ФЗ от 22.08.2008) и сводом правил СП 8.13130.2009 наружные установки по пожарной опасности подразделяются на следующие категории: повышенная взрыво- пожароопасность (АН); взрывопожароопасность (БН); пожароопасность (ВН); умеренная пожароопасность (ГН); пониженная пожароопасность (ДН) (табл.1).

Таблица 1 Категория наружных установок по пожарной опасности

|  |  |
| --- | --- |
| ***Категория наруж- ной установки*** | ***Критерии отнесения наружной установки к той или иной категории по пожарной безопасности*** |
| АН  повышенная  взрывопожаро- опасность | Установка относится к категории АН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С, вещества и (или) материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки) |
| БН  взрывопожаро опасность | Установка относится к категории БН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие пыли и (или) волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании пыле- и (или) паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30м от наружной установки) |
| ВН  пожароопасность | Установка относится к категории ВН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) трудногорючие жидкости, твердые горючие и (или) материалы (в том числе пыли и (или)волокна, вещества и (или) материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом гореть, и если не реализуются критерии, позволяющие отнести установку к категории АН или БН (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ и (или) материалов превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки) |
| ГН  умеренная пожаро- опасность | Установка относится к категории ГН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) негорючие вещества и (или) материалы в горячем, раскаленном и (или) расплавленном состоянии,  процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого |

|  |  |
| --- | --- |
|  | тепла, искр и (или) пламени, а также горючие газы, жидкости и (или) твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива |
| ДН  пониженная пожа- роопасность | Установка относится к категории ДН, если в ней присутствуют (хранятся,  перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и (или) материалы в холодном состоянии и если по перечисленным выше критериям она не относится к категории АН, БН, ВН или ГН |

Определение категорий наружных установок следует осуществлять путем последовательной проверки их принадлежности к категориям, приведенным в таблице 1, от наиболее опасной (АН) к наименее опасной (ДН).

В случае, если из-за отсутствия данных представляется невозможным оценить величину пожарного риска, допускается использование вместо нее следующих критериев.

Для категорий АН и БН: горизонтальный размер зоны, ограничивающей газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) по ГОСТ 12.1.044, превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров) и (или) расчетное избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 5 кПа.

Для категории ВН: интенсивность теплового излучения от очага пожара веществ и (или) материалов, указанных для категории ВН, на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 4 кВт\*м-

Горизонтальные размеры зон, ограничивающих газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, определяются в соответствии с приложением В технического регламента.

### Выбор и обоснование расчетного варианта

Выбор расчетного варианта следует осуществлять с учетом вероятности реализации и последствий тех или иных аварийных ситуаций. В качестве расчетного для вычисления критериев пожарной опасности для горючих газов и паров следует принимать вариант аварии, для которого произведение вероятности реализации этого варианта Qw и расчетного избыточного давления ДР при сгорании газопаровоздушных смесей в случае реализации указанного варианта максимально, то есть:

G = Qw • **Δ***Р* =max

Расчет величины G производится следующим образом:

* рассматриваются различные варианты аварии и определяются из статистических данных или на основе ГОСТ 12.1.004-91 вероятности аварий со сгоранием газопаровоздушных смесей Qw для этих

вариантов;

для каждого из рассматриваемых вариантов определяются по изложенной ниже методике значения расчетного избыточного давления **Δ*Pi;***

* вычисляются величины ***Gi=Qwi* Δ*Pi*** для каждого из рассматриваемых вариантов аварии, среди которых выбирается вариант с наибольшим значением ***Gi***
* в качестве расчетного для определения критериев пожарной опасности принимается вариант, в котором величина ***Gi*** максимальна. При этом количество горючих газов и паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается, исходя из рассматриваемого сценария аварии.

При невозможности реализации описанного выше метода в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газопаровоздушных смесей участвует наибольшее количество газов и паров, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей.

Количество поступивших веществ, которые могут образовывать горючие газовоздушные или паровоздушные смеси, определяется, исходя из следующих предпосылок:

* + 1. Происходит расчетная авария одного из аппаратов;
    2. Все содержимое аппарата поступает ***в*** окружающее пространство;
    3. Происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потоку в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчетное время отключения трубопроводов определяется в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки, и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

* времени срабатывания систем автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов (но не более 120 с);
* 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;
* 300 с при ручном отключении.
  + 1. Происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на горизонтальную поверхность определяется (при отсутствии справочных или иных экспериментальных данных), исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,10 м2 а остальных жидкостей – на 0,15 м2
    2. Происходит также испарение жидкостей из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей:
    3. Длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

### Метод расчета массы горючего газа, поступившего в окружающее пространство

Масса газа ***т*** (кг), поступившего в окружающее пространство при расчетной аварии, определяется по формуле:

где: ***V****а* - объем газа, вышедшего из аппарата, м ; ***V****T* - объем газа, вышедшего из трубопровода, м ; ***р****Г* - плотность газа, кг м3 .

При этом:

Va = 0,01P1 + Vj

где ***P****j* - давление в аппарате, кПа;

***Vi*** - объем аппарата, м3 .

Объем газа, вышедшего из трубопровода:

Vt =Viт + V2Т

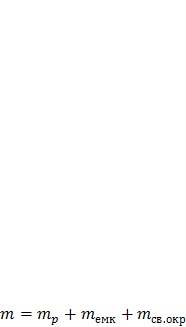
где ***V****JT* - объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м3 ;

***V****2T* - объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м3 ;

#### V1т =q Т

где ***q*** - расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом, м3 с--1;

Т- время, до отключения трубопроводов, с; V2т =0,01π P2 (r12 l1+ r22 l2+…+ rn2 ln)

где ***Р****2* - максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;

***r*** - внутренний радиус трубопроводов, м;

***L*** - длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

**Метод расчета массы горючих паров, поступивших в пространство** Масса паров жидкости ***т,*** кг, поступивших в окружающее пространство при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свеженанесенным составом, открытые емкости и т. п.), определяется из выражения:

+mпер

где mр масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг; mемК масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых

емкостей, кг;

mсв масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг;

*т****пер*** - масса жидкости, испарившейся в окружающее пространство в случае ее перегрева, кг.

При этом каждое из слагаемых в формуле определяют из выражения:

m = W \*F \*Т ***-***

где ***W*** - интенсивность испарения, кг с м ;

***F*** - площадь испарения, м ;

***Т*** - продолжительность поступления паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в окружающее пространство, с.

Величину ***т****пер* определяют по формуле (при Та>Ткип):

min 

где *mn* - масса вышедшей перегретой жидкости, кг

*Ср* - удельная теплоемкость жидкости при температуре перегрева жидкости Та, Дж *кг-1* К-1;

*Та* - температура перегретой жидкости в соответствии с технологическим регламентом в технологическом аппарате или оборудовании, К;

*Ткип* - нормальная темпера кипения жидкости, К;

*Lucn,* - удельная теплота испарения жидкости при температуре перегрева жидкости *Та,* Дж\*кг-1.

Интенсивность испарения *W* определяется по справочным и эксперимен- тальным данным. Для не нагретых ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать W по формуле:

где *М* - молярная масса, г-моль-1;

*Рн* - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, определяемое по справочным данным, кПа.

### Метод расчета массы сжиженных углеводородных газов, поступивших в окружающее пространство

Для сжиженных углеводородных газов (СУГ) при отсутствии данных допускается рассчитывать удельную массу испарившегося СУГ *т*суг (кг м- ) по формуле:

*ТЖ,*

где *М* - молярная масса СУГ, кгмоль-1;

*L исп* - мольная теплота испарения СУГ при начальной температуре

Джмоль-1;

*То* - начальная температура материала, на поверхность которого разливается СУГ,К;

*Тж* - начальная температура СУГ, К;

λтв коэффициент теплопроводности материала, на поверхность которого разли-

вается СУГ, Втм-1К-1;

*t* - текущее время, с, принимаемое равным времени полного испарения СУГ, но неболее 3600 с;

λв - коэффициент теплопроводности воздуха, , Втм-1 К-1.

Коэффициент температуропроводности материала, на поверхность которого

разливается СУГ, м с :



где *Ств* - теплоемкость материала, на поверхность которого разливается СУГ, Дж кг -1-К-1;

*ртв* - плотность материала, на поверхность которого разливается СУГ, кг м .

Число Рейнольдса определяется по зависимости



U, - кинематическая вязкость воздуха, м с

Формула 11 справедлива для СУГ с температурой Тж < Тти. При температуре СУГ Тж > Ткип дополнительно рассчитывается масса перегретых СУТ .

### Метод расчета горизонтальных размеров зон, ограничивающих газо- и паровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР. при аварийном поступлении горючих паров и газов ненагретых воспламеняющих жидкостей в открытое пространство

Горизонтальные размеры зоны. м. ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (Скпр), вычисляют по формулам: для горючих газов (ГТ):



для паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ):



где: mг - масса поступивших в открытое пространство ГГ при аварийной ситуации, кг;

***рг*** - плотность ГГ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг м-3 ; ***тп*** - масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, кг;

***рп*** - плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кгм3 ;

***Рн*** - давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре,

кПа;

***К*** - коэффициент, принимаемый равным ***К =~~)*** для ЛВЖ;

***Т -*** продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое

пространство, с;

***Сн.к.пр*** - нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ или паров ЛВЖ, %.

Плотность газа или пара рассчитывают по формуле:



где М - молярная масса, кг кмоль-1;

V0 - мольный объем, равный 22.413 м3 кмоль-1; tp – расчетная температура, °С.

В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры ***tp*** по каким-либо причинам определить не удается, допускается принимать ее равной 61 °С.

За начало отсчета горизонтального размера зоны принимают внешние габаритные размеры аппаратов, установок, трубопроводов и т.п. Во всех случаях значение Rн.к.пр должно быть не менее 0,3 м для ГГ и ЛВЖ.

Нормативными документами регламентированы методы расчета интенсивности теплового излучения, расчета значений критериев пожарной

опасности для горючих пылей, расчета индивидуального риска.

#### Ход работы :

1. Получить задание преподавателя. Недостающие данные принять самостоятельно.
2. Познакомиться с порядком расчета категорий наружных установок по пожарной опасности.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. На какие категории делятся наружные установки по пожарной опасности?
2. Как определить категорию наружной установки по пожарной опасности?
3. В каком случае установка относится к категории АН?
4. В каком случае установка относится к категории БН?
5. В каком случае установка относится к категории ВН?
6. В каком установка относится к категории ГН?
7. В каком установка относится к категории ДН?

*Отчет по практической работе* должен содержать: название и цель работы, ответы на вопросы, анализ результатов и выводы по работе.

# Практическое занятие № 4.

**Выбор огнетушащих средств пожаротушения**

***Цель работы***: освоить основные принципы выбора огнетушащих веществ и средств пожаротушения в зависимости от вида горючего материала, масштабов загорания.

### Общие положения

Пожар – это неконтролируемый процесс горения, развивающийся во времени и пространстве, опасный для людей и наносящий материальный ущерб.

Пожары на промышленных предприятиях, на транспорте, в быту представляют большую опасность для людей. Быстрое и эффективное тушение пожара может быть достигнуто в том случае, если правильно выбрано средство тушения и осуществлена его своевременная подача в очаг горения. Выбор огнетушащих веществ производится с учетом их свойств и характеристик материалов в очаге возгорания.

### Характеристика некоторых огнетушащих веществ.

* 1. *Вода и водные растворы с добавками*

Вода является наиболее широко применяемым средством тушения пожаров. Вода применяется в следующих видах: компактные струи, распыленное состояние, парообразное состояние, водные растворы различных солей.

Принцип огнетушения: охлаждение зоны горения; механическое сбивание пламени струей воды; уменьшение концентрации кислорода в воздухе из-за интенсивного образования пара.

Область применения:

* вода с компактной струей – применяется для тушения твердых веществ и материалов, для охлаждения объектов вблизи очага пожара;
* вода с распыленной струей - применяется для ликвидации горения внутри массы материала (например, волокнистые материалы), горящих жидкостей, вязких мазутов и газов. Высокая эффективность тушения распыленной водой обусловлена повышенным охлаждающим эффектом за счет высокой удельной поверхности капель, равномерного действия воды непосредственно на очаг горения. По сравнению с компактной струей при использовании распыленной струи наблюдается незначительный ущерб от пролитой воды;
* водяной пар – используется на производствах, где пар применяется в технологических целях. Пар вводят в воздушную среду и снижают концентрацию кислорода для прекращения горения;
* водные растворы солей – применяются в тех же случаях, что и вода с компактной струей. В качестве солей, которые повышают смачивающую

способность воды, применяются бикарбонат натрия, хлориды кальция и аммония, глауберова соль, аммиачно-фосфорные соли;

Достоинства: доступность, дешевизна, легкость транспортировки, неядовитость, химическая нейтральность, высокая теплоемкость.

Недостатки:

Воду нельзя применять для тушения:

* веществ легко соединяющихся с кислородом (натрий, калий);
* веществ, вступающих с водой в химическое взаимодействие с выделением взрывоопасных веществ (карбид кальция, магниевые сплавы);
* сильно нагретых или расплавленных веществ, а также веществ, бурно реагирующих с водой;
* материальных ценностей, приходящих в негодность после контакта с водой;
* легко воспламеняющихся и горючих жидкостей, плотность которых меньше воды (нефтепродукты);
* электроустановок, находящихся под напряжением.

Вода обладает высокой температурой замерзания (необходимость применения антифризов);

Вода обладает малой вязкостью, поэтому неизбежны растекаемость и большие потери воды при тушении (необходимость применения специальных добавок, повышающих вязкость).

* 1. *Пена*

Пена – это коллоидная система из жидких пузырьков, наполненных газом. Пленка пузырьков содержит раствор поверхностно-активных веществ (ПАВ) в воде с различными стабилизирующими добавками. Существует два вида пены – химическая и воздушно-механическая.

Химическая пена образуется в результате взаимодействия кислотных и щелочных компонентов в присутствии пенообразователя. Пена состоит из углекислого газа (80%), воды (19,7%), пенообразователя (0,3%).

Воздушно-механическая пена – механическая смесь воздуха (90- 99%), воды (9,7-0,96%) и пенообразователя (0,3-0,04%). Пену получают при взаимодействии распыленной струи водного раствора пенообразователя с потоком воздуха или другого газа в насадке-генераторе пены. Воздушно-механическая пена имеет более широкую область использования по сравнению с химическими пенами, т.к. она химически менее агрессивна.

Одной из характеристик пен является кратность - отношение объѐма пены к объѐму еѐ жидкой фазы.

Принцип огнетушения: изоляция поверхности горящих предметов от кислорода воздуха. Изолирующее действие пены зависит от ее физико- химических свойств и структуры, от толщины ее слоя, от природы горючего вещества. При тушении твердых материалов пена может проявлять охлаждающее действие.

Область применения: Пена широко применяется для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой, и в

первую очередь – для тушения горящих нефтепродуктов. Эффективность тушения горящих огнеопасных жидкостей зависит от интенсивности подачи пены в зону горения. Необходимая интенсивность определяется из расчета создания на поверхности горения слоя пены толщиной не менее 15 см для горючих жидкостей и 20 см для легковоспламеняющихся жидкостей.

Достоинства: возможность тушения больших площадей; повышенная, по сравнению с водой, смачивающая способность.

Недостатки: Пена электропроводна, поэтому ее нельзя использовать для тушения электроустановок, находящихся под напряжением. Пена плохо удерживается на вертикальных поверхностях. Возможность замерзания рабочего раствора пены при отрицательных температурах. Невысокая стойкость и высокая коррозионная активность огнетушащего заряда. Ограничения в применении для тушения сильно нагретых поверхностей или расплавленных и бурно реагирующих с водой веществ.

* 1. *Твердые вещества*

К применяемым для тушения пожаров твердым веществам относят используемые для изоляции очага возгорания асбестовые, брезентовые и прочие покрывала, а также сыпучие материалы, такие как песок порошки.

Огнегасительные порошки представляют собой однородные мелкодисперсные смеси минеральных солей с различными добавками. Добавки обеспечивают текучесть и препятствуют слеживаемости и комкованию. В состав огнегасительных порошков входят кальцинированная сода, хлориды щелочных и щелочно-земельных металлов, углекислая и двууглекислая сода, окись магния и др.

Принцип огнетушения: изоляция поверхности горящих предметов от кислорода воздуха за счет образования плотной пленки; охлаждение зоны горения.

Область применения: В зависимости от назначения порошковые составы подразделяются:

* + порошки общего назначения (для тушения твердых и жидких горючих веществ, горючих газов, электрооборудования под напряжением до 1000 В)
  + порошки специального назначения (для тушения металлов, металлоорганических соединений, гидридов металлов или других веществ, обладающих уникальными свойствами).

Достоинства: используются для тушения таких материалов, которые не рекомендуется тушить другими средствами.

Недостатки: Нанесение ущерба оборудованию и материалам из-за значительного загрязнения порошком поверхностей. Способности к комкованию и слеживанию порошков при хранении. Возможность появления разрядов статического электричества при работе порошковых огнетушителей с насадкой, выполненной из полимерных материалов, что сужает область их применения.

* 1. *Инертные разбавители (диоксид углерода, азот, водяной пар, гелий, аргон)*

В этой группе огнегасительных веществ наибольшее распространение получил диоксид углерода.

Принцип огнетушения: снижение содержания кислорода в зоне горения за счет разбавления горючей среды. Диоксид углерода при введении в зону горения в количестве около 30 % (об.), снижает содержание кислорода до 12-15 % (об.) и гасит пламя, а при снижении концентрации кислорода в воздухе до 8 % (об.) прекращает тление.

Особенностью диоксида углерода является его способность образовывать хлопья «снега» при выпуске из средства огнегашения. При поверхностном тушении «снежным» диоксидом углерода его разбавляющее действие дополняется охлаждением очага горения.

Область применения: применяются для ликвидации пожаров в закрытых помещениях, при ограниченном воздухообмене, на открытых пространствах при небольших пожарах, электрооборудования под напряжением (до 10кВ).

Преимущества: не причиняет вреда объекту тушения; обладает хорошими диэлектрическими свойствами. Наибольший эффект достигается при тушении пожаров в замкнутых объемах.

Недостатки: Недостатками объемного пожаротушения инертными разбавителями являются ограничение размеров защищаемых помещений и опасность поражения людей, т.к. происходит снижение содержания кислорода в помещении. Ограничение возможности применения при низких температурах. Инертные разбавители не должны применяться для тушения:

* волокнистых, сыпучих, пористых и других материалов, склонных к самовозгоранию или тлению внутри объема вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука и т.п.);
* химических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха;
* гидридов металлов и пирофорных веществ;
* порошков металлов (натрий, калий, магний, титан и др.).

*5 Ингибиторы горения (хладоны)*

Принцип огнетушения: прекращение пожара достигается за счѐт ингибирования (торможения) процесса горения.

В качестве ингибиторов горения применяют хладоны - галогенсодержащие углеводороды. Обычно используются бромсодержащие, а также бромхлорсодержащие хладоны (CH2ClBr, C2H4Br2, CF3B), которые эффективно тормозят химические реакции в пламени.

Область применения: Хладоны применяются для тушения металлов, многих металлорганических соединений, некоторых гидридов металлов, органических веществ (нефтепродукты, растворители), электроустановок под напряжением (до 10кВ). Хладоны не оказывают воздействия на

электронную аппаратуру и художественные ценности. Поэтому наибольшее применение хладоны получили при противопожарной защите вычислительных и информационных центров, телефонных станций, радиостанций, телестудий, архивов, музеев, библиотек. Низкие температуры замерзания делают возможным их применение при минусовых температурах.

Достоинства: Наряду с высокой эффективностью и возможностью быстрого тушения этот способ обеспечивает предупреждение взрыва при накоплении в помещении горючих газов и паров. Хладоны обладают хорошими диэлектрическими свойствами, легкостью образования газовой фазы.

Недостатки: Можно отметить довольно высокую степень токсичности и высокую коррозионную активность продуктов термического разложения хладонов. Они имеют достаточно выраженное наркотическое действие на человека. Хладоны отрицательно воздействуют на окружающую среду, т.к. их пары, поднимаясь на большую высоту, взаимодействуют с озоном и снижают его концентрацию в атмосфере, вызывая появление так называемых ―озоновых дыр‖. Поэтому в последнее время разрабатываются составы озонобезопасных хладонов.

Выбор огнетушащих веществ в конкретных случаях производится в зависимости от видов горящих веществ и материалов (Таблица 1).

Таблица 5.1

### Выбор огнетушащего вещества

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс пожара | Характеристика горючей среды | Огнетушащие средства |
| А | Твердые горючие материалы (дерево, уголь, бумага, резина, пластмассы и др.) | Все виды огнегасительных  средств, прежде всего вода, песок, земля |
| В | Горючие жидкости и материалы, плавящиеся при нагревании (мазут, бензин, лаки, масла,  спирты, каучук, синтетические материалы). | Распыленная вода, пена |
| С | Горючие газы (водород, углеводорода и др.) | Хладон, порошок |
| D | Металлы и их сплавы: горение легких металлов (алюминий, магний и их сплавы); горение щелочных и др. подобных металлов; горение металлоорганических соединений или  гидридов | Порошок, пена |
| Е | Электроустановки, оборудование, находящееся  под напряжением | Хладоны, углекислота (до 10 кВ),  порошок (до 1кВ) |

**Первичные средства пожаротушения**

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Первичные средства пожаротушения подразделяются на следующие

типы:

1. переносные и передвижные огнетушители;
2. пожарный кран;
3. пожарный инвентарь;
4. асбестовые и брезентовые покрывала для изоляции очага возгорания.

В зависимости от применяемого огнетушащего вещества огнетушители разделяются:

а) водные (ОВ);

б) пенные: воздушно-пенные (ОВП) и химически-пенные (ОХП); в) порошковые (ОП);

г) газовые: углекислотные (ОУ) и хладоновые (ОХ);

е) комбинированные (ОК), с зарядами разных огнетушащих веществ (например, пенообразующий и порошковый состав), помещенных в двух емкостях.

*Водные огнетушители*

Огнетушители переносные водные предназначены для тушения пожаров класса А (твѐрдые горючие вещества), а при использовании добавок к воде также и для тушения пожаров классов В (жидкие горючие вещества). Подобные огнетушители не пригодны для тушения пожаров классов С (газообразные вещества), D (металлы и металлоорганические вещества), и электроустановок, находящихся под напряжением.

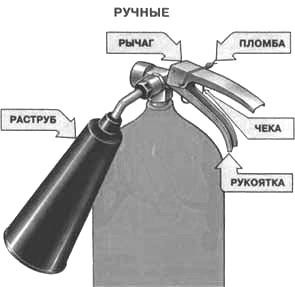
*Газовые огнетушители*

К газовым огнетушителям относятся огнетушители углекислотные (ОУ) и хладоновые (ОХ).

*Углекислотные огнетушители*

В горловину баллона ввинчено запорно-пусковое устройство с раструбом (огнетушители ОУ-1, ОУ-2, ОУ-3), или со шлангом с раструбом (огнетушители ОУ-4,ОУ-5,ОУ-6) (рис. 5).

Принцип действия углекислотного огнетушителя основан на вытеснении находящейся под избыточным давлением 5,8 МПа углекислоты из баллона. При открывании запорно-пускового устройства диоксид углерода по сифонной трубке поступает к раструбу. Диоксид углерода из сжиженного состояния переходит в твердое (снегообразное) и его температура резко понижается.



### Рис.5.1. Виды углекислотных огнетушителей

При возникновении пожара необходимо сорвать пломбу с огнетушителя, выдернуть чеку, направить раструб в сторону огня, нажать на рычаг запорного устройства и приступить к тушению пожара (рис.5.2).



### Рис. 5.2. Приведение в действие ручного углекислотного

**огнетушителя**

При тушении электроустановок, находящихся под напряжением, не допускается подводить раструб ближе 2 метров до электроустановки и пламени. После применения огнетушителя помещение необходимо обязательно проветрить. Необходимо соблюдать осторожность при выпуске углекислоты из раструба, так как температура его поверхности понижается (до -70ºС), поэтому гибкий шланг должен иметь ручку для защиты руки оператора от переохлаждения.

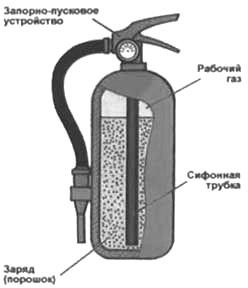
Порошковые огнетушители

В зависимости от применяемого порошка, порошковые огнетушители предназначены для тушения пожаров следующих классов: П-2АП (классы А, В, С, Е), Пирант (классы А, В, С, Е), Феникс АВС-7 (классы А, В, С, Е), ПФ (классы А, В, С, Е), ПСБ-3 (классы В, С, Е), ПХК (классы В, С, D, Е).

В горловину баллона ввинчено запорное устройство с индикатором давления и сифонной трубкой. В зависимости от типа огнетушителя в запорное устройство монтируется выходная трубка с раструбом или шланг с раструбом. Принцип работы огнетушителя основан на выходе огнетушащего порошка из баллона, находящегося под давлением 1,6-0,4 МПа.

Порошковые огнетушители закачные

Рабочий газ закачан непосредственно в корпус огнетушителя (рис.5.3). При срабатывании запорно-пускового устройства порошок вытесняется газом по сифонной трубке в шланг и к стволу-насадке или в сопло. Нажимая на курок ствола, можно подавать порошок порциями.



*А) В)*

### Рис.5.3. Порошковые огнетушители закачные (А) и встроенным источником давления(В)

Порошковые огнетушители со встроенным источником давления При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается

заглушка баллона с рабочим газом (углекислотный газ, азот) (рис. 5.3). Газ по трубке подвода поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление. Порошок вытесняется по сифонной трубке в шланг к стволу.

Приведение в действие порошкового огнетушителя

При возникновении пожара необходимо сорвать пломбу с огнетушителя, выдернуть чеку, направить раструб в сторону огня, нажать на рычаг запорного устройства и приступить к тушению. Способ приведение в действие порошкового огнетушителя приведен на рисунках 5.4.



### Рис. 5.4. Приведение в действие порошкового огнетушителя

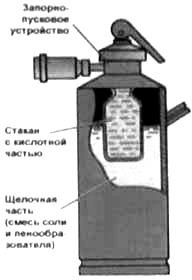
**закачного**

#### Пенные огнетушители

Пенные огнетушители предназначены для тушения пожаров классов А (твѐрдые горючие вещества), В (жидкие горючие вещества). Непригодны для тушения пожаров классов С (газообразные вещества), D (металлы и металлоорганические вещества), а также электроустановок, находящихся под напряжением.

*Химические пенные огнетушители (типа ОХП)*

Конструкция химических пенных огнетушителей представлена на рис.14. При срабатывании запорно-пускового устройства открывается клапан стакана, освобождая выход кислотной части огнетушащего вещества. При переворачивании огнетушителя кислота и щелочь вступают во взаимодействие. При встряхивании реакция ускоряется. Образующаяся пена поступает через насадку к очагу пожара (рис. 5.5).



### Рис.5.5. Химический пенный огнетушитель

Химические пенные огнетушители подлежат зарядке каждый год независимо от того, используются они или нет. К недостаткам химических пенных огнетушителей также относится необходимость их переворачивания для приведения в действие, отсутствие гибкого шланга, отсутствие возможности прерывания подачи огнетушащего вещества.

Способ приведение в действие огнетушителя типа ОХП приведен на рисунке 5.6.



### Рис. 5.6. Приведение в действие химического пенного

**огнетушителя**

Вид, количество и места размещения первичных средств пожаротушения определяются в зависимости от вида горючего материала,

объемно-планировочных решений здания, параметров окружающей среды и расположения рабочих мест обслуживающего персонала. Эффективность применения огнетушителей в зависимости от класса пожара и огнетушащего вещества определяется по таблице 5.2.

Таблица 5.2

### Эффективность применения огнетушителей

**в зависимости от класса пожара и огнетушащего вещества**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс пожара | Огнетушители | | | | | | |
| Водные | | Воздушно-пенные | | Порошковые | Углекис- лотные | Хладо- новые |
| Р | М | Н | С |
| А | +++ | ++ | ++ | + | ++ 2) | + | + |
| В | - | + | +1) | ++1) | +++ | + | ++ |
| С | - | - | - | - | +++ | - | + |
| D | - | - | - | - | +++3) | - | - |
| Е | - | - | - | - | ++ | +++4) | ++ |

*Примечания:* знаком +++ отмечены огнетушители, наиболее эффективные при тушении пожара данного класса; ++ огнетушители, пригодные для тушения пожара данного класса, + огнетушители, недостаточно эффективные при тушении пожара данного класса; - огнетушители, непригодные для тушения пожара данного класса. 1) Использование растворов фторированных пленкообразующих пенообразователей повышает эффективность пенных огнетушителей (при тушении пожаров класса В) на 1-2 ступени. 2) Для огнетушителей, заряженных порошком типа АВСЕ. 3) Для огнетушителей, заряженных специальным порошком и оснащенных успокоителем порошковой струи.

1. Кроме огнетушителей, оснащенных металлическим диффузором дли подачи углекислоты на очаг пожара.

#### Ход работы:

* 1. Познакомиться с основными характеристиками и свойствами огнетушащих веществ. Внимательно изучить устройство и принцип действия огнетушителей, принцип выбора огнетушащих веществ и средств пожаротушения.
  2. Выбрать средство пожаротушения для конкретных ситуаций (Правила противопожарного режима в Российской Федерации ППР – 2013):

-определить категорию указанного помещения по пожарной и взрывопожарной опасности;

-определить класс пожара;

-подобрать огнетушащие вещества;

- на основании норм подобрать необходимый тип и количество огнетушителей.

* 1. Недостающие данные принять самостоятельно.

*Отчет должен содержать:* цель работы, содержание, выводы по работе

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серков Б. П. Пожарная безопасность промышленных и гражданских зданий [Электронный ресурс]:учебно- методическое пособие к выполнению курсовых работ, курсовых проектов, аттестационных работ.

- Москва: РУТ (МИИТ), 2019. - 78 с.

1. Степаненко А. В. Пожарная безопасность объектов [Электронный ресурс]:электронное учебно-методическое пособие для студентов очной формы обучения. - Тольятти: ТГУ, 2017. - 114 с
2. Иванов Ю. И., Туманова Т. А., Бесперстов Д. А. Пожарная безопасность технологических процессов. Оценка пожарных рисков на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]:учебно- практическое пособие для студентов специальности 20.05.01 «пожарная безопасность» всех форм обучения. - Кемерово: КемГУ, 2017. - 144 с
3. Собурь С. В. Пожарная безопасность электроустановок: пособие [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Москва: ПожКнига, 2018. - 240 с.
4. Данилина Н. Е., Горина Л. Н. Пожарная безопасность [Электронный ресурс]:электронное учебно-методическое пособие для студентов очной формы обучения. - Тольятти: ТГУ, 2017. - 247 с. 6. Романенко И.В. Экономика предприятия. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 264 с.

7. Иванов Ю. И., Беспертнов Д. А., Голик А. С., Гончаров С. Ю. Пожарная безопасность. Теминология [Электронный ресурс]:. - Кемерово: КемГУ, 2010. - 308 с