

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шамсутдинов Расим Адегамович

Должность: Директор ЛФ КНИТУ-КАИ

Дата подписания: 23.12.2021 06:14:34

Уникальный программный ключ:

d31c25eab5d6fbb0cc50e03a64dfdc00329a085e3a993ad1080663082c961114

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Лениногорский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Казанский
национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»**

Кафедра Экономики и менеджмента

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ
РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА (Б1.В.ДВ. 05.01)

Автор: д.э.н., профессор Гумеров А.В.

Лениногорск, 2021

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические материалы по выполнению практических работ являются пособием, предназначенным для организации практической работы студентов, изучающих дисциплину «Пожарная безопасность и защита», так и для подготовки к профессиональной деятельности, обеспечивающей рациональное управление экономикой, производством и социальным развитием предприятий всех организационно-правовых форм с учетом состояния экономики, техники, технологии, организации производства, эффективного природопользования.

Методические материалы по выполнению практических работ составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, а также рабочей программы дисциплины «Пожарная безопасность и защита».

В методических материалах по выполнению практических работ представлена единая структура изложения изучаемых тем, включающая: основные вопросы, выносимые на практических занятиях, структуру и ход выполнения практического задания. Особое внимание в методических рекомендациях уделено работе студента с литературными источниками и интернет сайтами.

Методические материалы по выполнению практических работ следует использовать по мере прохождения тем дисциплины. Критериями оценки является полнота и правильность выполнения заданий, что характеризует знание и понимание студентами базовых аспектов изучаемой дисциплины.

II. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Раздел 1. Оценка и обеспечение пожаровзрывобезопасности объектов экономики

Практическая работа № 1

Анализ нормативно-правовых документов в области пожарной безопасности

1. В ходе выполнения практической работы необходимо изучить следующие нормативно-правовые документы:

- Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ;
- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности".
- приказ "Об утверждении формы и порядка регистрации декларации пожарной безопасности" от 24 февраля 2009 г. N 91
- Правила пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03), утвержденные приказом МЧС России от 18.06.2003 N 313

2. Составить краткую аннотацию нормативно-правовых актов
3. Подготовить отчет по практической работе

Практическая работа № 2

Определение категорий зданий и помещений по пожаровзрывоопасности.

Теоретическая часть

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 1.

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в табл. 1, от высшей (А) к низшей (Д).

Таблица 1

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
1	2
А взрывопожаро- опасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. 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- опасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°C, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 - В4 пожароопасные	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 имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

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*.

В случае если использование расчетных методов не представляется возможным, допускается определение значений критериев взрывопожарной опасности на основании результатов соответствующих научно-исследовательских работ, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

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

а) происходит расчетная авария одного из аппаратов согласно*;

б) все содержимое аппарата поступает в помещение;

в) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потокам 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.

Не допускается использование технических средств для отключения трубопроводов, для которых время отключения превышает приведенные выше значения.

Под «временем срабатывания» и «временем отключения» следует понимать промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (перфорация, разрыв, изменение номинального давления и т.п.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в помещение. Быстродействующие клапаны-отсекатели должны автоматически перекрывать подачу газа или жидкости при нарушении электроснабжения. В исключительных случаях в установленном порядке допускается превышение приведенных выше значений времени отключения трубопроводов специальным решением соответствующих федеральных министерств и других федеральных органов исполнительной власти по согласованию с Госгортехнадзором России на подконтрольных ему производствах и предприятиях и МЧС России;

г) 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 м², а остальных жидкостей — на 1 м² пола помещения;

д) происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей;

е) 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:

а) расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);

б) 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 оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80 % геометрического объема помещения.

Определение категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

Здание относится к категории А, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м². Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены два условия:

-здание не относится к категории А;

-суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м². Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполнены два условия:

-здание не относится к категориям А или Б;

-суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений. Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в

нем помещений (но не более 3500 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А, Б или В;

- суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений. Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²) и помещения категорий А, Б, В оборудуются установками автоматического пожаротушения.

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

Определение пожароопасной категории В1 — В4 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 табл. 2.

Таблица 2 Определение категорий В1 — В4 помещений

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж·м ⁻²	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401 — 2200	См. п. 25
В3	181 — 1400	То же
В4	1 — 180	На любом участке пола помещения площадью 10 м ² . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно п. 25

При пожарной нагрузке, включающей в 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

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_i^P$$

где G_i — количество i -го материала пожарной нагрузки, кг; Q_{pi} — низшая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки, МДж·кг⁻¹. Удельная пожарная нагрузка g , МДж·м⁻², определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S}$$

где S — площадь размещения пожарной нагрузки, м² (но не менее 10 м²).

В помещениях категорий В1 — В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в табл. 2. В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных. В табл. 3 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний $l_{пр}$ в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков $q_{кр}$, кВт/м², для пожарной нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов. Значения $l_{пр}$, приведенные в табл. 3, рекомендуются при условии, если $H > 11$ м; если $H < 11$ м, то предельное расстояние определяется как $l = l_{пр} + (11 - H)$, где $l_{пр}$ — определяется из табл. 3, H — минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

Таблица 3

$q_{кр}, \text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{np}, \text{м}$	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Значения $q_{кр}$ для некоторых материалов пожарной нагрузки приведены в табл.4
Таблица 4.

Материал	$q_{кр}, \text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$
Древесина (сосна влажностью 12 %)	13,9
Древесно-стружечные плиты (плотностью 417 кг·м ⁻³)	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 $q_{кр}$ определяется по материалу с минимальным значением $q_{кр}$. Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями $q_{кр}$ значения предельных расстояний принимаются $l_{np} \geq 12$ м. Для пожарной нагрузки, состоящей из ЛВЖ или ГЖ, рекомендуемое расстояние l_{np} между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки рассчитывается по формулам

$$l_{np} \geq 15 \text{ м} \quad \text{при } H \geq 11$$

$$l_{np} \geq 26 - H \quad \text{при } H < 11$$

Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки Q отвечает неравенству

$$Q \geq 0,64 g_t H^2$$

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно. Здесь $g_t = 2200 \text{ МДж/м}^2$ при $1401 \text{ МДж/м}^2 \leq g \leq 2200 \text{ МДж/м}^2$ и $g_t = 1400 \text{ МДж/м}^2$ при $181 \text{ МДж/м}^2 \leq g \leq 1400 \text{ МДж/м}^2$.

Ход выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал
2. По заданию преподавателя определить пожароопасную категорию помещения
3. Оформить отчет по практической работе

Раздел 2. Обеспечение пожаровзрывобезопасности объектов экономики

Практическая работа № 3

Расчет избыточного давления взрыва для горючих пылей

Порядок расчета

Расчет избыточного давления взрыва ΔP кПа, производится по формуле ,

$$\Delta P = \frac{m H_t P_0 Z}{V_{св} \rho_{\%} C_p T_0} \frac{1}{K}$$

где H_t — теплота сгорания, Дж·кг⁻¹; ρ_v — плотность воздуха до взрыва при начальной температуре T_0 , кг·м⁻³; C_p — теплоемкость воздуха, Дж·кг⁻¹·К⁻¹ (допускается принимать равной $1,01 \cdot 10^3$ Дж·кг⁻¹·К⁻¹); T_0 — начальная температура воздуха, К., 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 взрывозвесь становится взрывобезопасной, т.е. неспособной распространять пламя.

В отсутствие возможности получения сведений для оценки величины Z допускается принимать $Z = 0,5$

Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли t , кг, образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяется по формуле $m = m_{вз} + m_{ав}$,

где $m_{вз}$ — расчетная масса взвихрившейся пыли, кг; $m_{ав}$ — расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг.

Расчетная масса взвихрившейся пыли $t_{вз}$ определяется по формуле

$$m_{вз} = K_{вз} m_n,$$

где $K_{вз}$ — доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспериментальных сведений о величине $K_{вз}$ допускается полагать $K_{вз} = 0,9$; m_n — масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

Расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, $t_{ав}$, определяется по формуле

$$m_{ав} = (m_{ап} + qT)Kn,$$

где $m_{ап}$ — масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата, кг;

q — производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения, кг·с⁻¹;

T — время отключения, определяемое, с; (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. Не допускается использование технических средств для отключения трубопроводов, для которых время отключения превышает приведенные выше значения.

Под «временем срабатывания» и «временем отключения» следует понимать промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (перфорация, разрыв, изменение номинального давления и т.п.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в помещение. Быстродействующие клапаны-отсекатели должны автоматически перекрывать подачу газа или жидкости при нарушении электроснабжения. В исключительных случаях в установленном порядке допускается превышение приведенных выше значений времени отключения трубопроводов

специальным решением соответствующих федеральных министерств и других федеральных органов исполнительной власти по согласованию с Госгортехнадзором России на подконтрольных ему производствах и предприятиях и МЧС России)

K_n — коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение.

При отсутствии экспериментальных сведений о величине K_n допускается полагать:

для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм — $K_n = 0,5$;

для пылей с дисперсностью менее 350 мкм — $K_n = 1,0$.

Величина $\tau_{ап}$ принимается в соответствии с:

1. 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. В случае если использование расчетных методов не представляется возможным, допускается определение значений критериев взрывопожарной опасности на основании результатов соответствующих научно-исследовательских работ, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

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

а) расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыведения из негерметичного производственного оборудования);

б) 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.

Масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяется по формуле

$$m_n = \frac{K_r}{K_y} (m_1 + m_2),$$

где K_r — доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

m_1 — масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;

m_2 — масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг;

K_y — 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 (ежесменно, ежесуточно и т.п.).

Масса пыли m_i ($i = 1, 2$), оседающей на различных поверхностях в помещении за межуборочный период, определяется по формуле

$$m_i = M_i (1 - \alpha) \beta_i$$

где $M_1 = \sum_j M_{1j}$ — масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между генеральными пылеуборками, кг;

M_{1j} — масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;

$M_2 = \sum_j M_{2j}$ — масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между текущими пылеуборками, кг;

M_{2j} — масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;

α — доля выделяющейся в объем помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами. При отсутствии экспериментальных сведений о величине α полагают $\alpha = 0$;

β_1, β_2 — доли выделяющейся в объем помещения пыли, оседающей соответственно на труднодоступных и доступных для уборки поверхностях помещения ($\beta_1 + \beta_2 = 1$).

При отсутствии сведений о величине коэффициентов β_1 и β_2 допускается полагать $\beta_1 = 1, \beta_2 = 0$.

Величина M_i ($i = 1, 2$) может быть также определена экспериментально (или по аналогии с действующими образцами производств) в период максимальной загрузки оборудования по формуле

$$M_i = \sum_j (G_{1j} F_{1j}) \tau_1, \quad (i = 1, 2)$$

где G_{1j}, G_{2j} — интенсивность пылеотложений соответственно на труднодоступных F_{1j} (м^2) и доступных F_{2j} (м^2) площадях, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

τ_1, τ_2 — промежуток времени соответственно между генеральными и текущими пылеуборками, с.

Ход выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал по теме практической работы
2. По заданию преподавателя провести расчет избыточного давления взрыва для горючих пылей
3. Оформить отчет по практической работе

Практическая работа № 4

Оценка категории наружных установок по пожарной опасности

Теоретическая часть

Категории наружных установок по пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 1.

Определение категорий наружных установок следует осуществлять путем последовательной проверки их принадлежности к категориям, приведенным в табл. 1, от высшей (Ан) к низшей (Дн).

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

Таблица 1

Категория наружной установки	Категории отнесения наружной установки к той или иной категории по пожарной опасности
A_n	Установка относится к категории A_n , если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы; легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C; вещества и/или материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и/или друг с другом; при условии, что величина индивидуального риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает 10^{-6} в год на расстоянии 30 м от наружной установки
B_n	Установка относится к категории B_n , если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие пыли и/или волокна; легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°C; горючие жидкости; при условии, что величина индивидуального риска при возможном сгорании пыле- и/или паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает 10^{-6} в год на расстоянии 30 м от наружной установки
B_n	Установка относится к категории B_n , если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие и/или трудногорючие жидкости; твердые горючие и/или трудногорючие вещества 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; не реализуются критерии, позволяющие отнести установку к категориям A_n или B_n ; при условии, что величина индивидуального риска при возможном сгорании указанных веществ и/или материалов превышает 10^{-6} в год на расстоянии 30 м от наружной установки
G_n	Установка относится к категории G_n , 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
D_n	Установка относится к категории D_n , если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и/или материалы в холодном состоянии и по перечисленным выше критериям она не относится к категориям A_n , B_n , B_n , G_n

Для категорий A_n и B_n :

- горизонтальный размер зоны, ограничивающей газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР), превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров) и/или - расчетное избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоз-душной смеси на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 5 кПа. Для категории B_n : - интенсивность теплового излучения от очага пожара веществ и/или материалов, указанных для категории B_n , на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 4 кВт/м².

Задание 1. Расчет горизонтальных размеров зон, ограничивающих газо- и паровоз-душные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, при аварийном посту-плении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей в открытое пространство

Горизонтальные размеры зоны, м, ограничивающие область концентра-ций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени ($C_{нкпр}$), вычисляют по формулам:

-для горючих газов (ГГ):

$$R_{\text{НКПР}} = 14,5632 \cdot \left(\frac{m_{\text{г}}}{p_{\text{г}} \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,333},$$

- для паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ):

$$R_{\text{НКПР}} = 3,1501 \cdot \sqrt{K} \cdot \left(\frac{P_{\text{н}}}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,813} \cdot \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} \cdot P_{\text{н}}} \right)^{0,333},$$

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_{\text{р}})},$$

где $m_{\text{г}}$ - масса поступивших в открытое пространство ГГ при аварийной ситуации, кг;

$p_{\text{г}}$ - плотность ГГ при расчетной температуре и атмосферном давлении, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

$m_{\text{п}}$ - масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, кг;

$\rho_{\text{п}}$ - плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

$P_{\text{н}}$ - давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре, кПа;

K - коэффициент, принимаемый равным $K=T/3600$ для ЛВЖ;

T - продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство, с;

$C_{\text{НКПР}}$ - нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ или паров ЛВЖ, % (об.); M - молярная масса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$;

V_0 - мольный объем, равный $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$;

$t_{\text{р}}$ - расчетная температура, $^{\circ}\text{C}$. В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в соответствующей климатической зоне или максимальную возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры $t_{\text{р}}$ по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61°C .

За начало отсчета горизонтального размера зоны принимают внешние габаритные размеры аппаратов, установок, трубопроводов и т.п. Во всех случаях значение $R_{\text{НКПР}}$ должно быть не менее 0,3 м для ГГ и ЛВЖ.

Задание 2. Расчет избыточного давления и импульса волны давления при сгорании смесей горючих газов и паров с воздухом в открытом пространстве

Исходя из рассматриваемого сценария аварии, определяется масса m , кг, горючих газов и (или) паров, вышедших в атмосферу из технологического аппарата соответствии с приложением 1.

Величину избыточного давления ΔP , кПа, развиваемого при сгорании газопаровоздушных смесей, определяют по формуле

$$\Delta P = P_0 \cdot (0,8 m_{\text{гп}}^{0,33} / r + 3 m_{\text{гп}}^{0,66} / r^2 + 5 m_{\text{гп}} / r^3),$$

где P_0 - атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

r - расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака, м;

$m_{\text{гп}}$ - приведенная масса газа или пара, кг, вычисляется по формуле

$$m_{\text{гп}} = (Q_{\text{г}} / Q_0) \cdot m \cdot Z,$$

где $Q_{\text{г}}$ - удельная теплота сгорания газа или пара, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$;

Z - коэффициент участия горючих газов и паров в горении, который допускается принимать равным 0,1;

Q_0 - константа, равная $4,52 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$;

m - масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

Величину импульса волны давления i , Па · с, вычисляют по формуле

$$i = 123 \cdot m_{\text{пр}}^{0,66} / r .$$

Ход выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал по теме практической работы
2. По исходным данным, полученным от преподавателя выполнить задание 1 и задание 2.
3. Оформить отчет по практической работе

Приложение 1.

Выбор и обоснование расчетного варианта

36. Выбор расчетного варианта следует осуществлять с учетом годовой частоты 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 годовой частоты реализации этого варианта Q_w и расчетного избыточного давления ΔP при сгорании газопаровоздушных смесей в случае реализации указанного варианта максимально, то есть:

$$G=Q_w \cdot \Delta P = \max. \quad (26)$$

Расчет величины G производится следующим образом:

- а) рассматриваются различные варианты аварии и определяются из статистических данных или на основе годовой частоты аварий со сгоранием газопаровоздушных смесей Q_{wi} для этих вариантов;
- б) для каждого из рассматриваемых вариантов определяются по изложенной ниже методике значения расчетного избыточного давления ΔP_i ;
- в) вычисляются величины $G_i = Q_{wi} \cdot \Delta P_i$ для каждого из рассматриваемых вариантов аварии, среди которых выбирается вариант с наибольшим значением G_i ;
- г) в качестве расчетного для определения критериев пожарной опасности принимается вариант, в котором величина G_i максимальна. При этом количество горючих газов и паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается, исходя из рассматриваемого сценария аварии с учетом пунктов 38-43.

37. 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. В этом случае количество газов и паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается в соответствии с пунктами 38-43.

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

- а) происходит расчетная авария одного из аппаратов согласно п. 36 или п. 37 (в зависимости от того, какой из подходов к определению расчетного варианта аварии принят за основу);
- б) все содержимое аппарата поступает в окружающее пространство;
- в) 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.

Не допускается использование технических средств для отключения трубопроводов, для которых время отключения превышает приведенные выше значения.

Под "временем срабатывания" и "временем отключения" следует понимать промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (перфорация, разрыв, изменение номинального давления и т.п.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в окружающее пространство. Быстродействующие клапаны-отсекатели должны автоматически перекрывать подачу газа или жидкости при нарушении электроснабжения.

В исключительных случаях в установленном порядке допускается превышение приведенных выше значений времени отключения трубопроводов специальным решением соответствующих министерств или ведомств по согласованию с Госгортехнадзором России на подконтрольных ему производствах и предприятиях и МЧС России;

- г) 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;

- д) происходит также испарение жидкостей из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей;

- е) длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

39. Масса газа m , кг, поступившего в окружающее пространство при расчетной аварии, определяется по формуле

$$m = (V_a + V_r) \cdot \rho_r, \quad (27)$$

где V_a - объем газа, вышедшего из аппарата, м³; V_r - объем газа вышедшего из трубопровода, м³; ρ_r - плотность газа, кг·м⁻³.

При этом

$$V_a = 0,01 \cdot P_1 \cdot V, \quad (28)$$

где P_1 - давление в аппарате, кПа; V - объем аппарата, м³;

$$V_r = V_{1r} + V_{2r}, \quad (29)$$

где V_{1r} - объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м³;

V_{2r} - объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м³;

$$V_{1r} = q \cdot T, \quad (30)$$

где q - расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т.д., $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$; T - время, определяемое по п. 38, с;

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi \cdot P_2 \cdot (r_1^2 \cdot L_1 + r_2^2 \cdot L_2 + \dots + r_n^2 \cdot L_n), \quad (31)$$

где P_2 - максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа; r - внутренний радиус трубопроводов, м; L - длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

40. Масса паров жидкости m , 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

$$m = m_p + m_{\text{отк}} + m_{\text{отк.окр}} + m_{\text{пер}}, \quad (32)$$

где m_p - масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг; $m_{\text{отк}}$ - масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг; $m_{\text{отк.окр}}$ - масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг; $m_{\text{пер}}$ - масса жидкости, испарившейся в окружающее пространство в случае ее перегрева, кг.

При этом каждое из слагаемых (m_p , $m_{\text{отк}}$, $m_{\text{отк.окр}}$) в формуле (32) определяют из выражения

$$m = W \cdot F_{\text{п}} \cdot T, \quad (33)$$

где W - интенсивность испарения, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$; $F_{\text{п}}$ - площадь испарения, м^2 , определяемая в соответствии с п. 38 в зависимости от массы жидкости $m_{\text{п}}$, вышедшей в окружающее пространство; T - продолжительность поступления паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в окружающее пространство согласно п.38, с.

Величину $m_{\text{пер}}$ определяют по формуле (при $T_a > T_{\text{кип}}$)

$$m_{\text{пер}} = \min \left\{ 0,8 m_{\text{п}}; \frac{2C_p(T_a - T_{\text{кип}})}{L_{\text{исп}}} m_{\text{п}} \right\}, \quad (34)$$

где $m_{\text{п}}$ - масса вышедшей перегретой жидкости, кг; C_p - удельная теплоемкость жидкости при температуре перегрева жидкости T_a , $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$; T_a - температура перегретой жидкости в соответствии с технологическим регламентом в технологическом аппарате или оборудовании, К; $T_{\text{кип}}$ - нормальная температура кипения жидкости, К; $L_{\text{исп}}$ - удельная теплота испарения жидкости при температуре перегрева жидкости T_a , $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена в формуле (32) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работы.

41. Масса $m_{\text{п}}$ вышедшей жидкости, кг, определяется в соответствии с п. 38.

42. Интенсивность испарения W определяется по справочным и экспериментальным данным. Для ненагретых ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать W по формуле

$$W = 10^{-6} \cdot \sqrt{M \cdot P_{\text{ж}}}, \quad (35)$$

где M - молярная масса, г·моль⁻¹; $P_{\text{ж}}$ - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, определяемое по справочным данным в соответствии с требованиями п. 3, кПа.

43. Для сжиженных углеводородных газов (СУГ) при отсутствии данных допускается рассчитывать удельную массу испарившегося СУГ $m_{\text{СУГ}}$ из пролива, кг·м⁻², по формуле

$$m_{\text{СУГ}} = \frac{M}{L_{\text{исп}}} \cdot (T_0 - T_{\text{ж}}) \cdot (2 \cdot \lambda_{\text{м}} \cdot \sqrt{\frac{t}{\pi \cdot a}} + \frac{5,1 \cdot \sqrt{\text{Re} \cdot \lambda_{\text{ж}} \cdot t}}{d}), \quad (36)$$

где M - молярная масса СУГ, кг·моль⁻¹; $L_{\text{исп}}$ - молярная теплота испарения СУГ при начальной температуре СУГ $T_{\text{ж}}$, Дж·моль⁻¹; T_0 - начальная температура материала, на поверхность которого разливается СУГ, К; $T_{\text{ж}}$ - начальная температура СУГ, К; $\lambda_{\text{м}}$ - коэффициент теплопроводности материала, на поверхность которого разливается СУГ, Вт·м⁻¹·К⁻¹;

$a = \frac{\lambda_{\text{м}}}{C_{\text{м}} \cdot \rho_{\text{м}}}$ - коэффициент температуропроводности материала, на поверхность которого разливается СУГ, м²·с⁻¹; $C_{\text{м}}$ - теплоемкость материала, на поверхность которого разливается СУГ, Дж·кг⁻¹·К⁻¹; $\rho_{\text{м}}$ - плотность материала, на поверхность которого разливается СУГ, кг·м⁻³; t - текущее время, с, принимаемое равным времени полного испарения СУГ, но не более 3600

$\text{Re} = \frac{U \cdot d}{\nu_{\text{ж}}}$ - число Рейнольдса; U - скорость воздушного потока, м·с⁻¹; $d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ж}}}{\pi}}$ - характерный размер пролива СУГ, м; $\nu_{\text{ж}}$ - кинематическая вязкость воздуха, м²·с⁻¹; $\lambda_{\text{ж}}$ - коэффициент теплопроводности воздуха, Вт·м⁻¹·К⁻¹.

Формула 38 справедлива для СУГ с температурой $T_{\text{ж}} \leq T_{\text{кип}}$. При температуре СУГ $T_{\text{ж}} > T_{\text{кип}}$ дополнительно рассчитывается масса перегретых СУГ $m_{\text{пер}}$ по формуле 34.

Практическая работа № 5

Оценка времени эвакуации людей из производственного помещения

Часть 1. Оценка строительного проекта

В соответствии с нормативными документами, в области пожаробезопасности применяются следующие определения и классификация.

Здания и части зданий по функциональной пожарной опасности подразделяются на классы:

Ф1 – гостиницы, жилые дома, детские дошкольные учреждения и т.п., при условии их круглосуточного использования;

Ф2 – зрелищные и культурно-просветительные учреждения (театры, музеи, библиотеки и др.);

Ф3 – предприятия по обслуживанию населения (предприятия торговли, общественного питания, поликлиники и др.);

Ф4 – учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления;

Ф5 – производственные и складские здания

Здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на пять степеней. Степень огнестойкости определяется пределами огнестойкости основных строительных конструкций и пределами распространения огня по этим конструкциям. Например, минимальные пределы огнестойкости несущих стен и колонн, в зависимости от степени огнестойкости зданий, следующие:

I степень огнестойкости – 2,5 часа;

II и III степень огнестойкости – 2 часа;

IV степень огнестойкости – 0,5 часа;

V степень огнестойкости – время не нормируется.

Производственные здания и сооружения по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на шесть категорий:

- категория А и Б - взрывопожароопасные производства;
- категория В - пожароопасные производства;
- категория Г - производства, имеющие несгораемые вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии;
- категория Д - производства с непожароопасными технологическими процессами, где имеются несгораемые вещества и материалы в холодном состоянии;
- категория Е - взрывоопасные производства, где имеются горючие газы и взрывоопасные пыли.

Эвакуация при пожаре представляет собой процесс организованного самостоятельного движения людей наружу из помещений, в которых имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара. Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы.

Спасение при пожаре представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы.

Выходы являются эвакуационными, если они ведут:

а) из помещений 1-го этажа наружу:

- непосредственно;
- через коридор;
- через вестибюль (фойе);
- через лестничную клетку;
- через коридор и вестибюль (фойе);
- через коридор и лестничную клетку.

б) из помещений любого этажа, кроме первого:

- непосредственно в лестничную клетку;
- в коридор, ведущий непосредственно в лестничную клетку;
- в холл (фойе), имеющий выход непосредственно в лестничную

клетку.

в) в соседнее помещение, обеспеченное выходом.

Не менее 2-х эвакуационных выходов должны иметь этажи зданий следующей классификации:

- Ф1.1 (детские сады);
- Ф3.3 (вокзалы);
- Ф4.1 (школы);
- Ф4.2 (высшие профессиональные учебные заведения).

Для зданий других классов, наличие двух эвакуационных выходов зависит от объёма помещений, количества людей и других факторов.

Вычисление расчётного времени эвакуации

а) Расчётное время эвакуации (t_p) из рабочих помещений и зданий определяется как суммарное время движения людского потока на отдельных участках пути по формуле

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i$$

где t_1 – время движения от самого удалённого рабочего места до двери помещения (в соответствии с рисунком это расстояние примем равным диагонали помещения L_n);

- t_2 – время прохождения дверного проёма помещения;
 t_3 – время движения по коридору от двери помещения до лестничного марша;
 t_4 – время движения по лестничному маршу;
 t_5 – время движения по коридору первого этажа до выходной двери из здания;
 t_6 – время прохождения дверного проёма из здания.

Примерная схема эвакуации людей представлена на рисунке ниже.

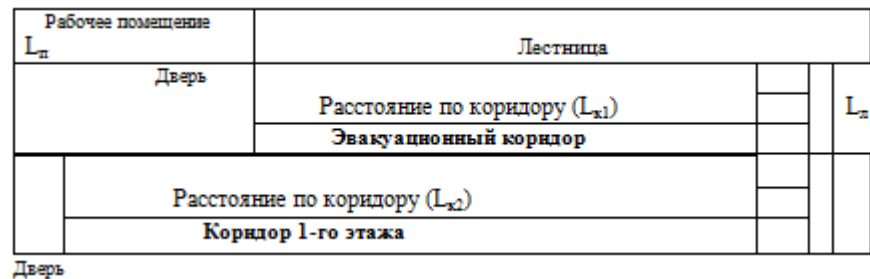


Рис. Схема оцениваемого эвакуационного маршрута

б) Время движения людского потока на отдельных участках вычисляется по формуле

$$t_i = L_i / V_i,$$

где L_i – длина отдельных участков эвакуационного пути, м (табл. 6);

V_i – скорость движения людского потока на отдельных участках пути, м/мин.

в) Скорость движения людского потока (V_i) зависит от плотности людского потока (D_i) на отдельных участках пути и выбирается из табл. 1.

г) Плотность людского потока (D_i) вычисляется для каждого участка эвакуационного пути по формуле

$$D_i = (N \cdot f) / (L_i \cdot \delta_i),$$

где N – число людей (табл. 6);

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека (принять $f = 0,1 \text{ м}^2$);

δ_i – ширина i -го участка эвакуационного пути, м (табл. 6).

д) Время прохождения дверного проёма приближённо можно рассчитать по формуле

$$t_{\text{д.п.}} = N / (\delta_{\text{д.п.}} \cdot q_{\text{д.п.}}),$$

где $\delta_{\text{д.п.}}$ – ширина дверного проёма, м (табл. 6);

$q_{\text{д.п.}}$ – пропускная способность 1 м ширины дверного проёма (принимается равной 50 чел./(м · мин) для дверей шириной менее 1,6 м и 60 чел./(м · мин) для дверей шириной 1,6 м и более).

Необходимое (нормируемое) время эвакуации

а) Необходимое время эвакуации из помещений общественных зданий (кинотеатры, столовые, универмаги и др.) устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания и объёма помещения (табл. 2). Необходимое время эвакуации из общественных зданий устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания (табл. 4).

б) При нормировании времени эвакуации для производственных зданий промышленных предприятий учитывается степень огнестойкости здания, категория производства и этажность здания (табл. 5). Необходимое время эвакуации из рабочих помещений производственных зданий зависит также и от объёма помещения (табл. 3).

Таблица 1. Зависимость скорости движения от плотности людского потока

Плотность людского потока (D_i)	Скорость движения людского потока (V_i), м/мин	
	на горизонтальном пути	по лестнице вниз
0,01	100	100
0,05	100	100
0,1	80	95
0,2	60	68
0,3	47	52
0,4	40	40
0,5	33	31
0,6	27	24
0,7	23	18
0,8	19	13
0,9 и более	15	8

Таблица 2. Необходимое время эвакуации из помещений общественных зданий ($t_{п.о.з.}$)

Помещение		Время эвакуации ($t_{п.о.з.}$), мин, из помещений общественных зданий I и II степени огнестойкости при объеме помещения, тыс. м ³				
Наименование	Обозначение	До 5	10	20	40	60
Зрительные залы (театры и т.п.).	*	1,5	2	2,5	2,5	-
	**	2	3	3,5	4	4,5
Залы лекционных, собраний, выставочные, столовые и др.	***	1,5	2	2,5	2,5	-
Торговые залы универмагов.						

Примечание. Необходимое время эвакуации людей из помещений III и IV степени огнестойкости уменьшается на 30 %, а из помещений V степени огнестойкости – на 50 %

Таблица 3. Необходимое время эвакуации из помещений производственных зданий ($t_{п.п.з.}$)

Категория производства	Время эвакуации ($t_{п.п.з.}$), мин, из помещений производственных зданий I, II и III степени огнестойкости при объеме помещения (W_p), тыс. м ³				
	До 15	30	40	50	60 и более
А, Б, Е	0,50	0,75	1	1,50	1,75
	1,25	2	2	2,50	3
Г, Д	Не ограничивается				

Примечание. Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %

Таблица 4. Необходимое время эвакуации из общественных зданий ($t_{о.з.}$)

Степень огнестойкости	Время эвакуации ($t_{о.з.}$), мин
I и II	до 6
III и IV	до 4

V	до 3
---	------

Таблица 5. Необходимое время эвакуации из производственных зданий ($t_{п.з.}$)

Категория производства	Время эвакуации ($t_{п.з.}$) мин, из производственных зданий I, II и III степени огнестойкости
A, Б, Е	до 4
В	до 6
Г, Д	до 8
Примечание. Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %	

Часть 2. Пожар в рабочем помещении

Задание.

В рабочем помещении, облицованном древесноволокнистыми плитами (или имеющем перегородки из них), произошло возгорание. Площадь пожара, при горении облицовочных плит, приведена в исходных данных (табл. 6). Рассчитать время (t_d), необходимое для эвакуации людей из горящего помещения с учётом задымлённости.

Определение расчётного времени эвакуации из рабочего помещения по задымлённости (t_d)

$$t_d = (K_{осл} \cdot K_r \cdot W_p) / (V_d \cdot S_{п.г.}),$$

где $K_{осл}$ – допустимый коэффициент ослабления света (принять $K_{осл} = 0,1$);

K_r – коэффициент условий газообмена;

W_p – объём рабочего помещения, m^3 (табл. 6);

V_d – скорость дымообразования с единицы площади горения, $m^3/(m^2 \cdot \text{мин})$;

$S_{п.г.}$ – площадь поверхности горения, m^2 .

$$K_r = S_o / S_p$$

где S_o – площадь отверстий (проёмов) в ограждающих стенах помещения, m^2 (табл. 6);

S_p – площадь пола помещения, m^2 (вычислить по исходным данным).

$$V_d = K_d \cdot V_r$$

где K_d – коэффициент состава продуктов горения (для древесноволокнистых плит равен $0,03 \text{ м}^3/\text{кг}$);

V_r – массовая скорость горения (для древесноволокнистых плит принимается равной $10 \text{ кг}/(m^2 \cdot \text{мин})$).

$$S_{п.г.} = S_{п.п.} \cdot K_{п.г.}$$

где $S_{п.п.}$ – предполагаемая площадь пожара, m^2 (табл. 6);

$K_{п.г.}$ – коэффициент поверхности горения (для разлившихся жидкостей и облицовочных плит $K_{п.г.} = 1$).

Часть 3. Оценка полученного результата

Сравните расчётное время эвакуации по задымлённости из рабочего помещения, полученное (рассчитанное в части 2) с расчётным временем эвакуации людей из рабочего помещения (рассчитанное в части 1) и с необходимым (нормируемым) временем

эвакуации из рабочего помещения (табл. 2 или 3). сформулируйте окончательный вывод о соответствии строительного проекта нормам пожарной безопасности.

Исходные данные для расчета

Таблица 6. Исходные данные

Наименование исходных параметров	Величина параметров по вариантам									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЗДАНИЕ: производственное (П); общественное (О).	П -	- О	П -	- О	П -	- О	П -	- О	П -	П -
Категория производства	Б	-	В	-	А	-	Е	-	В	В
Степень огнестойкости	I	IV	II	I	II	V	IV	III	III	V
РАБОЧЕЕ ПОМЕЩЕНИЕ: обозначение наименования помещения (для табл. 2); длина, м; ширина, м; объём (W_n), тыс. м ³ ; площадь отверстий в стенах, м ²	- 15 10 0,4 6	*** 25 20 2,5 25	- 80 40 25,1 110	** 30 20 3,0 36	- 35 10 1,4 16	* 60 35 9,8 65	- 90 50 31,0 115	** 10 5 0,2 3	- 20 10 0,7 10	- 30 10 1,5 12
Количество людей (N), чел.	500	1400	3600	2500	600	8500	4300	100	400	500
ШИРИНА ДВЕРЕЙ ($\delta_{д.п.}$): из рабочего помещения, м; из здания, м.	1,4 1,8	2,8 3,0	4,2 4,2	2,2 1,8	1,5 2,2	3,5 2,0	1,6 1,4	1,2 2,4	1,4 1,5	2,8 1,6
КОРИДОРЫ: суммарная длина (L_k), м; при одной ширине (δ_k), м.	40 3	55 2,8	120 4	35 2,5	30 3,2	25 2,0	65 2,2	70 2,0	15 1,5	80 2,2
ЛЕСТНИЦЫ: суммарная длина (L_l), м; при одной ширине (δ_l), м.	10 2	8 2,2	15 3	14 2,4	12 1,8	10 1,5	25 2,0	30 1,4	20 1,5	15 1,8
Площадь пожара ($S_{п.п.}$), м ²	8	15	25	20	18	35	24	6	12	18

Ход выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал по теме практической работы
2. По исходным данным, полученным (табл. 6) выполнить части 1-3 задания

Часть 1. Оценка строительного проекта

- 1) Ознакомиться с общими сведениями.
- 2) Определить расчётное время эвакуации из рабочего помещения и здания, сравнить полученные результаты с необходимым (нормируемым) временем эвакуации и сделать вывод о соответствии строительного проекта требованиям пожаробезопасности.

Часть 2. Пожар в рабочем помещении

- 1) Определить расчётное время эвакуации из рабочего помещения по задымлённости;
- 2) Сравнить полученный результат с необходимым (нормируемым) временем эвакуации из рабочего помещения и расчётным временем эвакуации из помещения, полученным в первой части задания.

Часть 3. Оценка полученного результата

3. Оформить отчет по практической работе

Раздел 3. Обеспечение безопасности при подрывных работах

Практическая работа № 6

Расчет нагрузок, создаваемых ударной волной

Теоретическая часть

Ударная волна – это распространяющийся по среде фронт резкого, почти мгновенного, изменения параметров среды: плотности, давления, температуры, скорости. Ударные волны называют также сильными разрывами или скачками. Причины возникновения ударных волн в газах – полеты со сверхзвуковыми скоростями (звуковой удар), истечения с большими скоростями через сопла, мощные взрывы, электрические разряды, интенсивное горение.

Большинство разрушений и повреждений зданий, сооружений и оборудования объектов экономики (ОЭ), а также поражение людей обусловлено, как правило, воздействием воздушной ударной волны (ВУВ). В то же время защитить объекты полиграфии от ВУВ гораздо труднее, чем от других поражающих факторов. В зависимости от того, в какой среде распространяется волна - в воздухе, воде или грунте, ее называют воздушной ударной волной, ударной волной в воде и сейсмозрывной волной в грунте.

Воздушная ударная волна представляет собой зону сильно сжатого воздуха, распространяющегося во все стороны от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью. Передняя граница волны называется фронтом воздушной ударной волны.

Ударная волна имеет фазу сжатия и фазу разрежения. В фазе сжатия ударной волны давление выше атмосферного, а в фазе разрежения - ниже. Наибольшее давление воздуха наблюдается на внешней границе фазы сжатия - во фронте волны.

На рис. 1. показано изменение давления воздуха в какой-либо фиксированной точке пространства при прохождении через нее ударной волны (время действия измеряется в секундах).

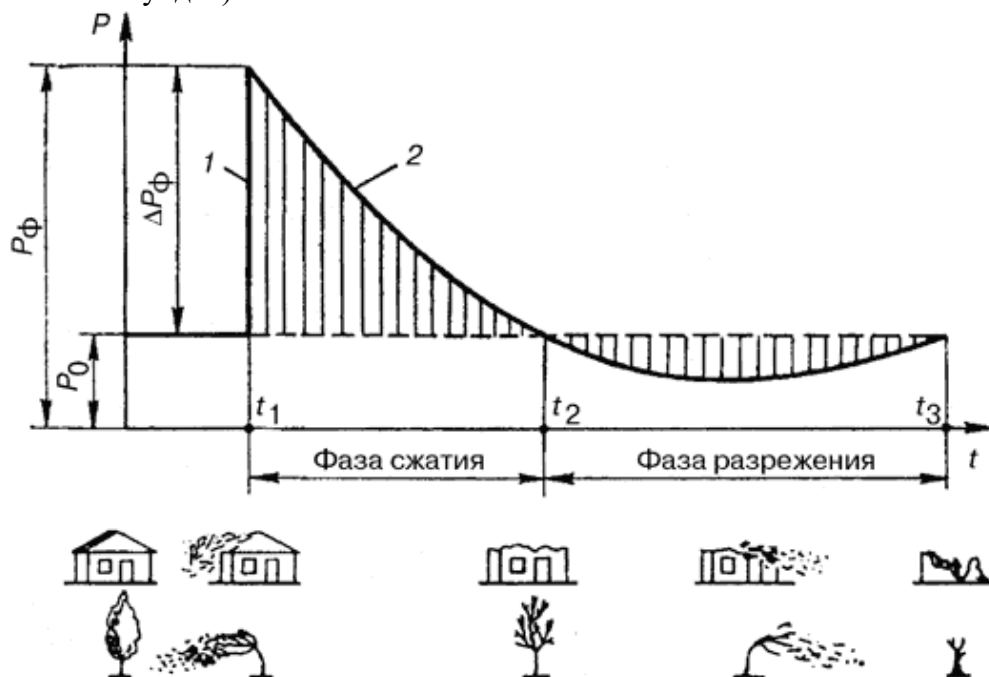


Рис. 1. Изменение давления в фиксированной точке на местности в зависимости от времени и действия ударной волны на местные предметы: 1 - фронт ударной волны; 2 - кривая изменения давления.

Как видно из рисунка, в момент прихода ударной волны давление повышается от нормального - (атмосферного) p_0 до максимального во фронте воздушной ударной волны $p_{\text{ф}}$. В дальнейшем по мере продвижения ударной волны давление падает ниже атмосферного.

Основными параметрами ударной волны, определяющими ее поражающее действие, являются: избыточное давление $\Delta p_{\text{ф}}$, скоростной напор $\Delta p_{\text{ск}}$, время действия ударной волны $t_{\text{у.в.}}$, скорость фронта ударной волны $C_{\text{ф}}$.

Избыточное давление во фронте воздушной ударной волны $\Delta p_{\text{ф}}$ - это разница между максимальным давлением воздуха во фронте ударной волны $p_{\text{ф}}$ и атмосферным давлением p_0 :

$$\Delta p_{\text{ф}} = p_{\text{ф}} - p_0$$

Единицей физической величины избыточного давления в системе СИ является паскаль (Па) (внесистемная единица - кгс/см²; 1 кгс/см² $\approx$ 100 кПа).

Избыточное давление в данной точке зависит от расстояния до центра взрыва мощности ядерного боеприпаса q измеряемой тротильным эквивалентом в тоннах, килотоннах или мегатоннах (т, кт, Мт), и вида взрыва.

Одновременно с прохождением ударной волны происходит перемещение воздуха с большой скоростью. Причем в фазе сжатия воздух движется от центра взрыва, а в фазе разрежения - к центру.

Скоростной напор $\Delta p_{\text{ск}}$ - это динамические нагрузки, создаваемые потоками воздуха, движущимися в волне. Как и избыточное давление, скоростной напор измеряется в паскалях (Па). Он зависит от плотности воздуха, скорости воздушных масс и связан с избыточным давлением ударной волны.

Разрушающее (метательное) действие скоростного напора заметно сказывается в местах с избыточным давлением более 50 кПа, где скорость перемещения воздуха более 100 м/с.

Время действия воздушной ударной волны $t_{\text{у.в.}}$ - это время действия избыточного давления. Величина $t_{\text{у.в.}}$ зависит главным образом от мощности взрыва q и измеряется в секундах.

На распространение воздушной ударной волны и ее разрушающее и поражающее действие существенное влияние могут оказать рельеф местности и лесные массивы в районе взрыва, а также метеоусловия.

Рельеф местности может усилить или ослабить действие ударной волны. Так, на передних (обращенных в сторону взрыва) склонах возвышенностей и в лощинах, расположенных вдоль направления движения волны, давление выше, чем на равнинной местности. При крутизне склонов (угол наклона склона к горизонту) 10-15° давление на 15-35% выше, чем на равнинной местности; при крутизне склонов 15-30° давление может увеличиться в 2 раза.

На обратных по отношению к центру взрыва склонах возвышенностей, а также в узких лощинах и оврагах, расположенных под большим углом к направлению распространения волны, возможно уменьшение давления волны и ослабление ее поражающего действия. При крутизне склона 15-30° давление уменьшается в 1,1-1,2 раза, а при крутизне 45-60° - в 1,5-2 раза.

В лесных массивах избыточное давление на 10-15% больше, чем на открытой местности. Вместе с тем в глубине леса (на расстоянии 50-200 м и более от опушки в зависимости от густоты леса) наблюдается значительное снижение скоростного напора.

Метеорологические условия существенно влияют только на параметры слабой воздушной ударной волны, т. е. на волны с избыточным давлением не более 10 кПа.

Так, например, при воздушном взрыве мощностью 100 кт это влияние будет проявляться на расстоянии 12-15 км от эпицентра взрыва. Летом в жаркую погоду характерно ослабление волны по всем направлениям, а зимой - ее усиление, особенно в направлении ветра.

Дождь и туман также могут заметно повлиять на параметры ударной волны, начиная с расстояний, где $D_{рф} = 200-300$ кПа и менее. Например, там, где избыточное давление ударной волны при нормальных условиях 30 кПа и менее, в условиях среднего дождя давление уменьшается на 15%, и сильного (ливневого) - на 30%. При взрывах в условиях снегопада давление в ударной волне снижается весьма незначительно и его можно не учитывать.

Воздушная ударная волна ядерного взрыва способна наносить человеку различные травмы, в том числе и смертельные. Площадь поражения ударной волной при ядерном взрыве имеет значительно большие размеры, чем при взрыве боеприпасов в обычном снаряжении.

Поражение людей происходит как при непосредственном (прямом) воздействии воздушной ударной волны, так и косвенным путем.

При непосредственном воздействии ударной волны основной причиной появления травм у людей является мгновенное повышение давления воздуха, что воспринимается человеком как резкий удар (обжиг человека). При этом возможны повреждения внутренних органов, разрыв кровеносных сосудов, барабанных перепонок, сотрясение мозга, различные переломы и т.д. Кроме того, скоростной напор воздуха, обуславливающий метательное действие ударной волны, может отбросить человека на значительное расстояние и причинить ему при ударе о землю (или препятствия) различные повреждения.

Метательное действие скоростного напора воздуха заметно сказывается в зоне с избыточным давлением более 50 кПа, где скорость перемещения воздуха более 100 м/с, что в 3 раза превышает скорость ураганного ветра.

Характер и тяжесть поражения людей зависят от значений параметров ударной волны, положения человека в момент взрыва и степени его защищенности. При прочих равных условиях наиболее тяжелые поражения получают люди, находящиеся в момент прихода ударной волны вне укрытий в положении стоя. В этом случае площадь воздействия скоростного напора воздуха будет примерно в 6 раз больше, чем в положении человека лежа.

Поражения, возникающие под действием ударной волны, подразделяются на легкие, средние, тяжелые и крайне тяжелые (смертельные).

Легкие поражения возникают при избыточном давлении во фронте ударной волны $D_{рф} = 20-40$ кПа ($0,2-0,4$ кгс/см²) и характеризуются легкой контузией, временной потерей слуха, ушибами и вывихами.

Средние поражения возникают при избыточном давлении во фронте ударной волны $D_{рф} = 40-60$ кПа ($0,4-0,6$ кгс/см²) и характеризуются травмами мозга с потерей человеком сознания, повреждением органов слуха, кровотечениями из носа и ушей, переломами и вывихами конечностей.

Тяжелые и крайне тяжелые поражения возникают при избыточных давлениях соответственно $D_{рф} = 60-100$ кПа ($0,6-1,0$ кгс/см²) и $D_{рф} > 100$ кПа ($1,0$ кгс/см²) и сопровождаются травмами мозга с длительной потерей сознания, повреждением внутренних органов, тяжелыми переломами конечностей и т.д.

Кроме непосредственного поражения ударной волной люди и животные могут получить от нее косвенные поражения (различные травмы вплоть до смертельной). Они проявляются в поражении людей летящими обломками зданий и сооружений, камнями, деревьями, битым стеклом и другими предметами, увлекаемыми ею, а также при нахождении людей в разрушающихся зданиях.

Полное разрушение характеризуется обрушиванием всех стен и перекрытий. Из обломков образуются завалы. Восстановление зданий невозможно.

Сильное разрушение характеризуется обрушиванием части стен и перекрытий. В многоэтажных домах сохраняются нижние этажи. Использование и восстановление этих зданий невозможно или нецелесообразно.

Среднее разрушение характеризуется разрушением главным образом встроенных элементов (внутренних перегородок, дверей, окон, крыш, печных и вентиляционных труб), появлением трещин в стенах, обрушиванием чердачных перекрытий и отдельных участков верхних этажей. Подвалы и нижние этажи пригодны для временного использования после разборки завалов над входами. Вокруг зданий завалов не образуется. Восстановление зданий возможно (капитальный ремонт).

Слабые разрушения характеризуются поломкой оконных и дверных заполнений, легких перегородок, появлением трещин в стенах верхних этажей. Восстановление возможно силами работников объектов полиграфии (ОЭ).

Степень разрушения технологического оборудования будет зависеть только от величины ударной волны в прочных зданиях и сооружениях, а в сооружениях с низкими прочностными характеристиками состояние технологического оборудования будет зависеть от воздействия воздушной ударной волны и состояния зданий и сооружений.

Заглубленные сооружения (убежища ГО, ПРУ, подземные коммуникации) разрушаются в меньшей степени, чем наземные сооружения. Воздушная ударная волна вызывает также разрушение лесных массивов. Так, при избыточном давлении более 50 кПа лес полностью уничтожается и местность имеет такой вид словно бы на ней никогда не было никакой растительности; здесь нет ни завалов ни пожаров. При избыточном давлении от 50 до 30 кПа вырываются или ломаются около 50% деревьев, а при давлении 30-10 кПа - до 30% деревьев. Молодые деревья, кустарники устойчивее к воздействию ударной волны, чем старые.

Злаковые культуры под действием скоростного напора частично вырываются с корнем, частично засыпаются пыльной бурей и лежат.

2. Методика расчета.

1. Взрыв емкости со сжатым газом

Троитовый эквивалент, кг,

$$Q = A / 3,8,$$

где A – работа взрыва (работа газа при адиабатическом расширении), МДж.

$$A = [(p_1 \cdot V)[1 - (p_2 / p_1)^{(m-1)/m}]] / (m - 1)$$

где p_1 – начальное давление в сосуде, МПа;

V – начальный объем газа, м³;

p_2 – конечное давление, МПа,

$$p_2 = 0,1 \cdot p_1;$$

m – показатель адиабаты, m = 1,4.

Безопасное расстояние, м, от места взрыва для человека

$$R_{\min} = 16 \cdot q^{1/3}$$

Безопасное расстояние, м, места взрыва для жилой застройки $R_{\min} = 5 \cdot q^{1/2}$

2. Взрыв газозвдушной смеси

Избыточное давление при взрыве газозвдушной смеси, кПа,

$$\Delta p_{\delta} = (m \cdot H_T \cdot p_0 \cdot z) / (V_n \cdot c \cdot \rho \cdot T_0 \cdot R_H),$$

где m – масса горючего газа, кг;

H_T – теплота сгорания, кДж/кг, $H_T = 40 \cdot 10^3$ кДж/кг;

$p_0 = 101$ кПа – начальное давление;

z – доля участия взвешенного дисперсного продукта при взрыве, z=0,5;

V_n – объем помещения, м³;

c = 1,01 кДж – теплоемкость воздуха;

$\rho = 1,29$ кг/м³ – плотность воздуха;

$T_0 = 300$ К – температура в помещении;

$RH = 3$, коэффициент негерметичности помещения;

3. Степень разрушения объекта воздействия (здания, сооружения и т.д.)

Степень разрушения объекта воздействия оценивают по критерию физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) – по критерию опрокидывания и смещения.

Если под воздействием ударной волны с избыточным давлением элементы производственного комплекса разрушаются полностью, разрушение оценивается как сильное; если элементы производственного комплекса в этих условиях могут быть восстановлены в короткие сроки, разрушение оценивается как среднее или слабое.

Степень разрушения производственных комплексов в зависимости от избыточного давления может быть оценена следующим образом:

- для промышленного здания с металлическим или железобетонным каркасом: при избыточном давлении 50...60 кПа – сильное, 40...50 – среднее, 20...40 кПа – слабое;

- для кирпичного многоэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 20...30 кПа – сильное, 10...20 кПа – среднее, 8...10 кПа – слабое;

- для кирпичного одно- и двухэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 25...35 кПа – сильное, 15...25 кПа – среднее, 8...15 кПа – слабое;

- для приборных стоек: при избыточном давлении 50...70 кПа – сильное, 30...50 кПа – среднее, 10...30 кПа – слабое;

- для антенных устройств: при избыточном давлении 40 кПа – сильное, 20...40 кПа – среднее, 10...20 кПа – слабое;

- для открытых складов с железобетонным перекрытием: при избыточном давлении 200 кПа – сильное.

Степень опрокидывания и смещения антенного устройства или приборной стойки.

Скоростной напор взрыва, кПа,

$$P_{\text{ск}} = 2,5 \cdot \Delta \dot{\sigma}_0^2 / (\Delta \dot{\sigma}_0 + 7p_0),$$

где p_0 – начальное скоростное давление, кПа, $p_0 = 101$ кПа.

Допустимый скоростной напор взрыва, кПа, при опрокидывании антенного устройства или приборной стойки

$$P_{\text{ск}}^{\text{опр}} \geq (a / b) \cdot [G / (C_x \cdot S)]$$

где a и b – высота и ширина объекта, м;

G – масса объекта, Н;

C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления;

S – площадь поперечного сечения приборной стойки, м².

Если скоростной напор взрыва больше допустимого при опрокидывании, то антенное устройство или приборная стойка опрокинется.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении антенного устройства или приборной стойки

$$P_{\text{ск}}^{\text{см}} \geq (f \cdot G) / (C_x \cdot S),$$

где f – коэффициент трения.

Если скоростной напор взрыва больше допустимого при смещении, то антенное устройство сместится.

Ход выполнения работы

4. Изучить теоретический материал
5. Согласно полученному заданию провести соответствующие расчеты
6. Оформить отчет по практической работе

Таблица 1. Исходные данные для расчета

Вариант	Источник раз- рушения	Начальное давление, МПа, или тротильный эквивалент, Мт	Объем емкости, м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва, м	Высота и ширина объекта, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Масса объекта, кг	Коэффициент трения	Коэффициент аэро- динамического со- противления
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1.	Емкость со сжа- тым газом	0,5	100	Многоэтажное кирпичное здание	100	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	50	2x0,5	0,4	20	0,3	0,85
2.	Емкость со сжа- тым газом	10	0,05	Складское кирпич- ное здание	10	-	-	-	-	-
				Антенна спутнико- вого телевидения	15	1,5x1,5	1,8	10	0,16	1,6
3.	Емкость со сжа- тым газом	5	5	Двухэтажное кир- пичное здание с остеклением	10	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	10	1,5x0,3	0,3	30	0,3	0,85
4.	Емкость со сжа- тым газом	0,05	100	Кирпичная стена многоэтажного до- ма с остеклением	10	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	15	0,9x0,4	0,18	20	0,5	0,9
5.	Емкость со сжа- тым газом	1	0,5	Многоэтажное кир- пичное здание с остеклением	20	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	20	0,9x0,6	0,18	30	0,3	0,85
6.	Взрыв газовой- душной смеси	10 кг горю- чего веще- ства	100	Промышленное здание с металли- ческим и железобе- тонным каркасом	2	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	2	0,9x0,3	0,18	20	0,5	0,85

Вариант	Источник раз- рушения	Начальное давление, МПа, или тротиловый эквивалент, Мт	Объем емкости, м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва, м	Высота и ширина объекта, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Масса объекта, кг	Коэффициент трения	Коэффициент аэро- динамического со- противления
7	Емкость со сжа- тым газом	20	0,8	Одноэтажное кир- пичное здание с остеклением Антенное устрой- ство	10 10	- 0,5x0,4	- 0,1	- 30	- 0,9	- 0,4
8.	Емкость со сжа- тым газом	1	1	Многоэтажное кир- пичное здание с остеклением Приборная стойка	15 18	- 0,9x0,4	- 0,18	- 30	- 0,6	- 0,4
9.	Емкость со сжа- тым газом	1	10	Одноэтажное кир- пичное здание с остеклением Антенное устрой- ство	10 10	- 0,5x0,3	- 0,1	- 10	- 0,85	- 0,4
10.	Взрыв газовой- душной смеси	10 кг горю- чего веще- ства	100	Промышленное здание с металл. и железобет. карка- сом Приборная стойка	2 2	- 0,9x0,3	- 0,18	- 20	- 0,85	- 0,5
11.	Взрыв газовой- душной смеси	10 кг горю- чего веще- ства	100	Промышленное здание с металли- ческим и железобе- тонным каркасом Приборная стойка	2 2	- 0,5x0,4	- 0,1	- 10	- 0,85	- 0,3
12.	Взрыв газовой- душной смеси	50 кг горю- чего веще- ства	100	Кирпичная стена многоэтажного до- ма с остеклением Приборная стойка	2 2	- 0,9x0,4	- 0,18	- 30	- 0,9	- 0,5
13.	Емкость со сжа- тым газом	0,4	80	Многоэтажное кир- пичное здание с остеклением Приборная стойка	100 100	- 1,6x0,6	- 0,32	- 100	- 0,5	- 0,4

Практическая работа № 7

Анализ требований безопасности при подрывных работах

Теоретическая часть

При подготовке массовых взрывов в случае применения вторично детонирующих взрывчатых веществ (кроме дымного пороха), изделий, содержащих детонирующие ВВ без средств инициирования и метательных зарядов, на период заряжания вместо опасных зон могут устанавливаться запретные зоны, в пределах которых запрещено находиться людям, не связанным с заряданием.

На открытых горных работах при длительном (более смены) зарядании в зависимости от горнотехнических условий и организации работ запретная зона должна составлять не менее 20 м от ближайшего заряда. Она распространяется как на рабочую площадку того уступа, на котором проводится зарядание, так и на ниже – вышерасположенные уступы, считая по горизонтали от ближайших зарядов.

Доставку взрывчатых материалов от склада до места работ (в пределах земельного отвода) осуществляют по установленным руководителем организации (руководителем взрывных работ) маршрутам. Ее могут осуществлять проинструктированные рабочие под наблюдением взрывников или сопровождающих лиц.

Автомобили, используемые для транспортирования ВМ, должны отвечать требованиям «Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом (приказ министра транспорта РФ от 08.08.98г. №73, зарегистрирован в Минюсте России 12.12.95г., регистрационный номер 997).

Совместная доставка и перевозка ВВ и средств инициирования допускается только при соблюдении определенных требований, установленных ПБ 13-407-01.

При производстве взрывных работ обязательна подача звуковых сигналов.

Первый сигнал - предупредительный (один продолжительный). Подается при вводе опасной зоны. - подается после удаления людей из забоя, выставления постов и знаков охраны. По этому сигналу приступают к заряданию шпуров.

Второй сигнал - боевой (два продолжительных). По этому сигналу проводится взрыв. - После зарядания, удаляются люди, которые участвовали в зарядании. Мастер - взрывник проверяет правильность зарядания и монтажа взрывной сети, удаляется в место своего укрытия, из которого подает сигнал и производит взрыв.

Третий сигнал - отбой (три коротких). Окончание взрывных работ. После проветривания забоя по времени, указанном в паспорте БВР, мастер - взрывник осматривает забой и подает три коротких сигнала, а лицо технического надзора дает разрешение на допуск людей в забой. При производстве взрывов на открытых горных работах в светлое время суток и в подземных выработках обязательно применение звуковых, а в темное время суток - звуковых и световых сигналов одновременно. Воспрещена подача сигналов голосом. Звуковые сигналы должны быть хорошо слышны, а световые сигналы - хорошо видны на границах опасной зоны. Сигнал должен подавать взрывник или мастер-взрывник, а при одновременной работе нескольких взрывников - лицо, ответственное в смене за взрывные работы. Население, служебный персонал и охрану объектов надлежит удалить на . время взрыва за пределы опасной зоны. Место укрытия (блиндаж) устанавливают в зависимости от местных условий и указывают в проекте или паспорте. Искусственные или естественные укрытия должны быть достаточно прочными и надежно защищать людей от действия осколков и обломков при взрыве.

Опасные зоны, их охрана, а также места нахождения людей и оборудования, порядок доставки и размещения взрывчатых материалов при подготовке и проведении массовых взрывов, порядок допуска людей после взрыва устанавливают в проекте на массовый взрыв.

Безопасные расстояния для людей, оборудования, зданий, сооружений рассчитывают с учетом следующих поражающих факторов: по разлету отдельных кусков породы, по сейсмическому воздействию, по действию ударной воздушной волны (УВВ) на здания и сооружения, по действию УВВ на застекление при взрывании наружных зарядов и скважинных (шпуровых) зарядов рыхления, по действию ядовитых газов при взрывании зарядов выброса. Методика расчета безопасных расстояний приведена в «Единых правилах безопасности при взрывных работах» (ПБ -13-407-01).

За безопасное расстояние принимают наибольшее из рассчитанных по различным факторам. Минимально допустимые расстояния на открытых работах составляют:

- при взрывании наружных зарядов (в том числе кумулятивных) – 300 м; шпуровых, малокамерных зарядов (рукавов), скважинных зарядов – 200 м; котловых и камерных зарядов – 300 м.

Взрывание нескольких скважинных зарядов производят только с применением средств инициирования, допущенных для этих целей. При глубине скважины более 15 м обязательно дублирование внутрискважинной сети.

Взрывание скважинных зарядов производят с помощью электродетонаторов (электровзрыванием), с использованием детонирующего шнура или неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами.

Электроогневое взрывание проводится с учетом требований, предусмотренных при электрическом способе взрывания.

Огневой способ инициирования разрешено применять на земной поверхности только в тех случаях, когда он не может быть заменен другими способами.

Во время грозы запрещено производство взрывных работ с применением электровзрывания как на земной поверхности, так и в проводимых с поверхности горных выработках. Если электровзрывная сеть смонтирована до наступления грозы, то перед грозой производят взрывание или отсоединяют участковые провода от магистральных. Их концы тщательно изолируют, а людей удаляют за пределы опасной зоны или в укрытие.

Запрещается проводить взрывные работы и работы с взрывчатыми материалами при недостаточном освещении рабочего места.

Во всех случаях, когда заряды не могут быть взорваны по причинам технического характера (неустраняемые в течение смены нарушения взрывной сети и т.д.), их рассматривают как отказы.

Порядок предупреждения, обнаружения и ликвидации отказавших зарядов взрывчатых веществ регламентирован инструкцией Ростехнадзора РД-13-522-02, на основе которой каждое предприятие (организация), ведущее взрывные работы, независимо от формы собственности, должно составить инструкцию по ликвидации отказавших зарядов взрывчатых веществ. Ее утверждает руководитель (технический директор) и согласовывает с территориальными органами Ростехнадзора.

Под отказом понимают полное или частичное отсутствие детонации заряда, его части или группы зарядов после подачи во взрывную сеть инициирующего импульса.

Отказы подразделяют на *одиночные*, *групповые* (отказ двух и более зарядов ВВ, когда все из отказавших зарядов или часть из них присоединены к одному и тому же участку взрывной сети), и *массовые*, если отказали все заряды ВВ, подлежащие взрыванию, либо отказ зарядов одного или нескольких блоков, объединенных в единую взрывную сеть.

По внешним признакам различают *открытые* отказы, обнаруживаемые при внешнем осмотре, и *скрытые*, которые нельзя обнаружить по внешним признакам при осмотре забоя после взрыва.

При массовых взрывах порядок осмотров мест взрывных работ на предмет обнаружения отказов осуществляют в порядке, установленном проектом.

Каждый отказ заряда (или подозреваемый отказ), в том числе обнаруженный позднее в процессе отгрузки горной массы, подлежит регистрации в «Журнале регистрации отказов при взрывных работах».

При обнаружении отказа или при подозрении на него на земной поверхности взрывник обязан выставить отличительный знак.

Работы, связанные с ликвидацией отказов, проводят под руководством лица технического надзора.

В местах отказов запрещены любые технологические процессы, не связанные ликвидацией отказавших зарядов.

Ликвидацию отказавших скважинных зарядов проводят:

а) взрыванием отказавшего заряда, в случае, когда отказ произошел в результате нарушения целостности внешней взрывной сети и линия наименьшего сопротивления отказавшего заряда не уменьшилась; если при проверке будет выявлена возможность опасного разлета кусков горной массы или воздействия УВВ при взрыве, повторное взрывание отказавшего заряда запрещено;

б) разборкой породы в месте нахождения скважины с отказавшим зарядом с извлечением последнего вручную; при невозможности разборки породы разрешено вскрывать скважину обуриванием и взрыванием шпуровых зарядов, расположенных не ближе 1 м от стенки скважины;

в) взрыванием заряда в скважине, пробуренной параллельно на расстоянии не менее 3 м от скважины с отказавшим зарядом;

г) при взрывании взрывчатых веществ группы совместимости Д (кроме дымного пороха) с применением детонирующего шнура – вымыванием заряда из скважины или флегматизацией заряда раствором соли (по согласованию с экспертной организацией);

д) при невозможности ликвидировать отказ перечисленными способами – по проекту, составленному с участием специализированной экспертной организации по безопасности работ и утвержденному руководителем предприятия (организации).

При взрывании с применением ДШ зарядов взрывчатого вещества из гранулозола и ВВ на основе аммиачной селитры, не содержащих в своем составе порохов, нитроэфиров или гексогена, разборку породы у отказавшего заряда допускается проводить экскаватором с исключением непосредственного воздействия ковша на взрывчатые вещества и детонирующий шнур.

Экскаваторную разборку ведут специально проинструктированные члены экипажа, ознакомленные с инструкцией, в присутствии лиц, ответственных за ликвидацию отказа, и лишь по письменному разрешению, занесенному в журнал приема-сдачи смен экскаватора.

В процессе разборки машинист и лица, ответственные за ликвидацию отказа, обязаны внимательно следить за забоем. При появлении длинных отрезков ДШ и промежуточного детонатора необходимо временно прекратить разборку породы и вручную, соблюдая меры предосторожности, извлечь промежуточный детонатор и детонирующий шнур.

После извлечения промежуточного детонатора и ДШ продолжают разборку с соблюдением мер предосторожности до полного извлечения всего отказавшего заряда.

Ликвидацию отказавшего наружного заряда производят путем осторожного снятия вручную части забоечного материала, помещения на отказавший заряд нового боевика, последующего восстановления забойки и взрывания в обычном порядке.

Ликвидацию одиночных отказавших шпуровых зарядов ведут взрыванием зарядов во вспомогательных шпурах, пробуренных параллельно отказавшим на расстоянии не ближе 30 см.

Сбор и уничтожение остатков ВМ при ликвидации отказавших зарядов проводят с соблюдением требований ПБ -13-407-01 и РД -13-522-02.

Запрещается проводить работы по ликвидации отказов при недостаточном освещении.

О времени ликвидации отказа делают соответствующую запись в «Журнале регистрации отказов». В тех случаях, когда отказ был записан в журнале приема-сдачи смен экскаватора, отметку о ликвидации отказа указывают и в этой книге.

Соблюдение правил безопасности при хранении и транспортировании взрывчатых материалов имеет целью обеспечить их сохранность, предотвратить внезапный взрыв, а в случае его возникновения исключить распространение детонации на другие хранилища, а также свести к минимуму число людей, находящихся в опасной зоне.

Ход выполнения задания

1. Изучить теоретический материал по теме практической работы
2. Ответить на вопросы:
 1. Какие общие мероприятия по безопасности следует проводить при производстве взрывных работ (работ с ВМ). Кем утверждаются эти мероприятия.
 2. Каким документом устанавливаются безопасные расстояния для людей при производстве взрывных работ.
 3. По какому поражающему фактору принимается безопасное расстояние.
 4. Какой нормативный документ регламентирует требования к автомобилям, используемым для транспортирования ВМ
 5. Для чего организациями, ведущие взр. работы, проводятся испытания ВМ.
3. Оформить отчет по практической работе

РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

3.1.1. Основная литература:

1. Беляков Г. И. Пожарная безопасность. [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов.- М.: Юрайт, 2019. - 143 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/pozharnaya-bezopasnost-433756#page/1>

2. Государственный пожарный надзор. [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Макаркин и др. - Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2015. - 248 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/99043/#2>

3.1.2. Дополнительная литература:

3. Баранов, Е. Ф. Пожарная безопасность [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. Ф. Баранов. - М.: МГАВТ, 2008. - 128 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=404106>

4. Безопасность жизнедеятельности. [Электронный ресурс]: учебное пособие / Горбунова Л.Н., Батов Н.С. - Красноярск: СФУ, 2017. - 546 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=978775>

3.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

5. Справочник инженера пожарной охраны. [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие / Под общ.ред. Д.В. Самойлова. - М.: Инфра-Инженерия, 2010. - 864 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/65114/#2>

6. Методические рекомендации к организации самостоятельной работы студентов по курсу «Пожарная безопасность» для студентов, обучающихся по специальности 050104.65 Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] / В. И. Гинко .— Шуя : ФГБОУ ВПО "ШГПУ", 2009 .— 76 с. – Режим доступа: <https://api.rucont.ru/api/efd/reader?file=236980>

3.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

3.2.1 Основное информационное обеспечение

- e-library.kai.ru – Библиотека Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева
- elibrary.ru – Научная электронная библиотека
- e.lanbook.ru - ЭБС «Издательство «Лань»
- ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс
- <http://znanium.com> - Электронно-библиотечная система Знаниум
- <https://biblio-online.ru/> - Электронная библиотека «Юрайт»

3.2.2 Дополнительное справочное обеспечение

- <http://www.zhuk.net/>
- <http://www.consultant.ru/>
- <http://www.mnr.gov.ru/>
- <https://www.mchs.gov.ru/>