Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный технологический университет»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания к контрольной работе № 2

2 0 0 8

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный технологический университет»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания
к контрольной работе № 2

Казань
КГТУ
2008

Составители: проф. Б.М.Азизов
проф. И.В.Чепегин
ст. преп. Т.В.Андрияшина
доц. В.С.Гасилов

Безопасность жизнедеятельности : методические указания к контрольной работе № 2 / сост. Б.М. Азизов [и др.]. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. – 48 с.

Изложены учебная программа по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» (часть 2), содержание контрольной работы № 2 и даны методические указания по ее выполнению.

Предназначены для студентов механических специальностей заочной формы обучения.

Подготовлены на кафедре промышленной безопасности КГТУ.

Печатаются по решению методической комиссии по циклу общепрофессиональных дисциплин.

Рецензенты: проф. каф. МАХП КГТУ (КХТИ) С.И.Поникаров
доц. каф. ТГВ КГАСУ Л.Э.Осипова

Учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) – общепрофессиональная дисциплина, в которой рассматриваются вопросы безопасного взаимодействия человека со средой обитания (производственной, бытовой, природной) и способы защиты от негативных факторов чрезвычайных ситуаций.

В процессе обучения у студентов формируются представления о неразрывном единстве эффективности профессиональной деятельности с требованиями безопасности и защиты человека в процессе труда. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к действиям в экстремальных условиях.

Основная задача дисциплины – дать обучаемым теоретические знания и практические навыки, необходимые:

- для создания комфортного (нормативного) состояния среды обитания в зонах трудовой деятельности и отдыха человека;
- для идентификации негативных воздействий среды обитания;
- для разработки и реализации мер защиты человека и среды обитания от негативных воздействий;
- для проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов и объектов экономики в соответствии с требованиями безопасности;
- для обеспечения устойчивости функционирования объектов и технических систем в штатных и чрезвычайных ситуациях;
- для прогнозирования развития и оценки последствий чрезвычайных ситуаций;

− для принятия решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

В дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» (ч. 2) студенты изучают:

- основы промышленной безопасности;
- основы пожарной профилактики;
- вопросы защиты в чрезвычайных ситуациях.

В результате изучения этих разделов будущий специалист должен:

- уметь осуществлять на практике мероприятия, направленные на сокращение производственного травматизма;
- уметь обеспечивать электробезопасные условия труда на рабочем месте, безопасность при эксплуатации сосудов и оборудования, работающих под давлением, и безопасность при эксплуатации грузоподъемных и транспортных средств;
- эффективно применять средства защиты от негативных воздействий;
- уметь разрабатывать мероприятия по повышению безопасности производственной деятельности;
- уметь планировать мероприятия по защите производственного персонала в чрезвычайных ситуациях и при необходимости принимать участие в проведении спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

1. Программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»
(Часть 2)

1.1. Основы производственной безопасности

1.1.1. *Электробезопасность*

Действие электрического тока на организм человека. Виды поражения человека электрическим током. Схемы включения человека в цепь тока. Напряжение прикосновения, шаговое напряжение Профилактика электротравматизма: защитное заземление, защитное зануление, защитное отключение, изоляция токоведущих частей, другие средства защиты.

Статическое и атмосферное электричество. Воздействие статического электричества на человека. Молниезащита производственных объектов.

1.1.2. *Безопасность труда при эксплуатации сосудов и оборудования, работающих под давлением*

Установка, регистрация, техническое освидетельствование и разрешение на эксплуатацию. Испытания сосудов.

Баллоны для сжатых, сжиженных и растворенных газов. Устройство, маркировка, освидетельствование и эксплуатация баллонов.

Трубопроводы в химической промышленности. Требования безопасности при эксплуатации трубопроводов. Трубопроводная арматура и тепловая изоляция. Окраска трубопроводов и арматуры. Освидетельствование трубопроводов.

Выбор предохранительных устройств: предохранительных клапанов (ПК) и предохранительных мембран (ПМ). Выбор методов и средств предупреждения повышения давления в аппаратах и трубопроводах, их расчет.

1.1.3. *Безопасность при эксплуатации транспортных и грузоподъемных средств*

Опасности, вызываемые движением различных видов транспорта и применением грузоподъемных средств на территории предприятия и в цехах. Основные требования безопасности, предъявляемые к устройству транспортных и грузоподъемных средств. Требования безопасности к проведению погрузо-разгрузочных работ. Организация безопасного проведения работ по перемещению грузов. Организация надзора на предприятиях за безопасной эксплуатацией грузоподъемных средств.

Требования безопасности при погрузке и перевозке грузов автотранспортом.

Опасные зоны. Оградительные и предупредительные средства, блокировочные и сигнальные устройства, система дистанционного управления и другие средства защиты.

1.2. Основы пожарной профилактики

Условия и виды горения. Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ. Горение газообразных, жидких и твердых веществ. Самовозгорание веществ

Общие принципы количественной оценки взрывоопасности химико-технологических объектов (ПБ 09-540-03). Категорирование помещений и зданий по пожаро- и взрывоопасности (НПБ 105-03).

Огнестойкость строительных конструкций и материалов. Противопожарные преграды. Обеспечение безопасной эвакуации людей.

Требования к обеспечению пожаро- и взрывобезопасности технологических процессов. Основные требования к аппаратурному оформлению взрывопожароопасных процессов. Требования к системам контроля, управления и автоматиче-

ской противоаварийной защите пожаро- и взрывоопасных технологических процессов. Предупреждение взрыва внутри технологических аппаратов.

Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон.

Классификация средств пожаротушения. Устройства и установки пожаротушения: огнетушители, полустационарные и стационарные установки пожаротушения. Спринклерное и дренчерное оборудование помещений. Система пожарного водопровода. Системы и устройства пожарной сигнализации.

Выбор автоматических пожарных извещателей в зависимости от назначения помещений.

Освещение помещений пожаро- и взрывоопасных производств. Взрывозащищенное электрооборудование и его выбор. Степени защищенности оболочек электрооборудования.

Открытое пламя и нагретые поверхности – источники воспламенения. Предупреждение пожаров и взрывов при проведении огневых работ

1.3. Защита в чрезвычайных ситуациях (ЧС)

1.3.1. *Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени*

Чрезвычайные ситуации мирного (ЧСМВр) и военного (ЧСВВр) времени, их классификация.

Производственные аварии и катастрофы на промышленных предприятиях. Потенциально опасные технологические процессы. Основные причины возникновения аварийных ситуаций и технологические методы снижения опасности. Первичные и вторичные поражающие факторы. Характерные особенности аварий на химических предприятиях.

Стихийные бедствия. Их краткая характеристика и поражающие факторы. Влияние производственных аварий и стихийных бедствий на состояние среды обитания.

Чрезвычайные ситуации военного времени. Современные средства поражения, их воздействие на объекты и людей. Оценка радиационной и химической обстановки в мирное и военное время. Очаг комбинированного поражения (ОКП). Особенности оценки обстановки в очаге комбинированного поражения.

1.3.2. *Методы и средства обеспечения устойчивости функционирования технических систем в ЧС и ликвидация последствий ЧС*

Сущность устойчивости функционирования объектов и систем, факторы, определяющие устойчивость. Особенности требований к устойчивости работы объектов химической промышленности. Организация и методика исследования устойчивости функционирования: определение фактической устойчивости объектов, технических систем и технологических процессов в чрезвычайных ситуациях. Методы и средства повышения устойчивости функционирования.

Принципы защиты населения в условиях ЧС. Основные направления деятельности по предупреждению возникновения, ликвидации и снижению ущерба от чрезвычайных ситуаций.

Защитные сооружения, их назначение и краткая характеристика. Общее устройство и оборудование убежищ, противорадиационных и индивидуальных укрытий. Обслуживание защитных сооружений в мирное и военное время.

Эвакомероприятия. Организация и проведение эвакомероприятий в мирное и военное время. Виды обеспечения эвакомероприятий и их назначение.

Организация и проведение мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Оценка обстановки с использованием данных прогнозирования. Определение границ и площади очагов поражения, определение допустимой продолжительности пребывания людей на зараженной местности.

Организация и проведение спасательных и других неотложных работ (СНР). Меры безопасности при проведении СНР. Оказание первой медицинской помощи. Определение материального ущерба, числа жертв и травм. Разработка плана ремонтно-восстановительных работ на промышленном объекте.

Организация работ по обеззараживанию сооружений, техники, местности, одежды и СИЗ. Дезактивация, дегазация, дезинфекция. Санитарная обработка. Нормы расходов обеззараживающих веществ. Меры безопасности при проведении работ по обеззараживанию.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов /С.В.Белов [и др.]; под общ. ред. С.В.Белова. 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2001.- 485 с.
2. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): учебное пособие для вузов /П.П.Кукин [и др.]. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 319 с.
3. Девисилов, В.А. Охрана труда: учебник/В.А.Девисилов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ-ИНФРА-М, 2005. – 448 с.
4. Чепегин, И.В. Безопасность жизнедеятельности. Ч.4. Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени: учебное пособие / И.В.Чепегин, – Казань, Изд-во КГТУ, 2005. - 264 с.

Дополнительная

1. Макаров, Г.В.Охрана труда в химической промышленности / Г.В.Макаров [и др.]. – М.: Химия, 1989. – 496 с.
2. Атаманюк, В.Г. Гражданская оборона: учебник для вузов; под ред. Д.И.Михайлика/ В.Г.Атаманюк - М.: Высшая школа, 1986. – 207 с.

3. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной и пожарной опасности. – М.: ГУГПС МЧС России, 2003. – 47 с.
4. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
5. ГОСТ Р 12.3.047 – 98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
6. Закон РФ « О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.(№ 68-ФЗ от21.12.94 г.).

2. Методические указания по выполнению контрольной работы № 2

В соответствии с учебным планом при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» каждый студент заочной формы обучения выполняет две контрольные работы (№ 1 и № 2). Контрольные работы содержат ответы на теоретические вопросы (по 2 вопроса), выполнение заданий (по 1 заданию), решение задач (по 1 задаче). Контрольные работы выполняются студентами в течение семестра и высылаются в адрес университета на проверку (рецензирование) преподавателем. Успешное выполнение контрольных работ является обязательным условием допуска студента к сдаче экзамена по БЖД.

Вариант контрольной работы № 2 выбирается по двум признакам: начальной букве фамилии студента и последней цифре шифра, закрепленного за студентом (в соответствии с табл.1).

Например, фамилия студента Гайсин Н.М., шифр 127601. В табл.1 на пересечении строки «В, Г» со столбцом «1» находим вариант контрольных работ – 13.

Содержание контрольной работы № 2 в соответствии с выбранным вариантом представлено в табл. 2.

К контрольным работам предъявляются следующие требования:

1) работа должна быть выполнена полностью и аккуратно оформлена;
2) текст работы может быть рукописным или машинописным;
3) все страницы должны быть пронумерованы и на каждой оставлены поля (25-30 мм) для замечаний рецензента;
4) необходимые схемы и чертежи должны выполняться с использованием чертежных принадлежностей;
5) титульный лист работы оформляется в соответствии с образцом, приведенном в прил.1. На первой странице необходимо указать вариант контрольной работы и его содержание, в конце работы приводится список использованной литературы, составленный в соответствии с библиографическими требованиями;
6) выполненная работа в конце обязательно подписывается студентом с указанием даты ее выполнения;
7) работа, оформленная с нарушением перечисленных требований, к рассмотрению не принимается.

Сроки выполнения контрольной работы № 2 фиксируются учебным графиком. Выполненная работа рецензируется и оценивается преподавателем («зачтено» или « не зачтено»).

В случае отрицательной рецензии студент должен исправить все ошибки и дать исчерпывающие ответы. Стирать или зачеркивать замечания не разрешается. Исправленная работа направляется на повторное рецензирование. Исправления отдельно от работы не рассматриваются.

Таблица 1. Варианты контрольных работ

Начальная буква фамилии	Последняя цифра шифра									
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
А, Б	4	3	5	7	1	2	15	12	10	6
В, Г	2	13	14	8	9	11	5	6	1	12
Д, Е	11	7	3	14	13	1	10	8	15	9
Ж, З	5	8	6	10	12	4	2	11	7	13
И, К	6	12	15	11	3	8	9	14	4	10
Л, М	8	4	2	1	7	10	6	15	13	3
Н, О	9	1	8	6	2	14	12	7	5	4
П, Р	15	14	10	12	8	3	4	9	11	15
С, Т	12	2	1	3	4	15	1	5	14	11
У, Ф	10	5	4	9	15	6	3	2	12	8
Х, Ц	1	6	13	15	5	7	8	4	9	2
Ч, Ш	13	9	7	2	6	12	11	13	8	14
Щ, Э	14	10	9	4	11	13	7	1	3	5
Ю, Я	3	15	11	5	14	9	13	10	2	7

Таблица 2. Контрольная работа №2

Вариант	Вопросы	Задание	Задача
1	15,31	2	3
2	1,34	2	1
3	16,21	2	2
4	2,32	2	4
5	3,23	2	5
6	11,22	2	6
7	4,33	2	7
8	5,28	2	3
9	6,30	2	6
10	7,25	2	7
11	8,29	2	5
12	9,27	2	1
13	10,26	2	7
14	12,19	2	4
15	14,18	2	5

3. Вопросы

1. Действия электрического тока на организм человека. Виды поражения человека электрическим током.
2. Схемы включения человека в цепь тока. Напряжение прикосновения, шаговое напряжение.
3. Профилактика электротравматизма защитное заземление, защитное зануление, защитное отключение.
4. Установка, регистрация, техническое освидетельствование и разрешение на эксплуатацию сосудов, работающих под давлением. Испытания сосудов.
5. Баллоны для сжатых, сжиженных и растворенных газов. Устройство, маркировка, освидетельствование и эксплуатация баллонов.
6. Трубопроводы в химической промышленности. Трубопроводная арматура и тепловая изоляция. Окраска трубопроводов и арматуры. Освидетельствование трубопроводов. Требования безопасности при эксплуатации трубопроводов.
7. Методы и средства предупреждения повышения давления в аппаратах и трубопроводах. Предохранительные клапаны (ПК) и предохранительные мембраны (ПМ), их расчет.
8. Требования безопасности к проведению погрузочно-разгрузочных работ. Требования безопасности при погрузке и перевозке грузов автотранспортом.
9. Основные требования безопасности, предъявляемые к устройству транспортных и грузоподъемных средств. Организация безопасного проведения работ по перемещению грузов. Организация надзора на предприятиях за безопасной эксплуатацией грузоподъемных средств.
10. Опасности, вызываемые движением различных видов транспорта и применением грузоподъемных средств на предприятии и в цехах. Опасные зоны. Оградительные и

предупредительные средства, блокировочные и сигнальные устройства, система дистанционного управления.

11. Условия и виды горения. Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ. Горение газообразных, жидких и твердых веществ. Самовозгорание веществ.
12. Категорирование производственных помещений и зданий по пожаро- и взрывоопасности (НПБ 105-03).
13. Огнестойкость строительных конструкций и материалов. Противопожарные преграды. Обеспечение безопасной эвакуации людей.
14. Основные требования к аппаратурному оформлению взрывопожароопасных процессов. Требования к системам контроля, управления и автоматической противоаварийной защите пожаро- и взрывоопасных технологических процессов.
15. Предупреждение взрыва внутри технологических аппаратов. Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон.
16. Классификация средств пожаротушения. Устройства и установки пожаротушения: огнетушители, полустационарные и стационарные установки пожаротушения.
17. Спринклерное и дренчерное оборудование помещений. Система пожарного водопровода.
18. Системы и устройства пожарной сигнализации. Выбор автоматических пожарных извещателей в зависимости от назначения помещений.
19. Освещение помещений пожаро- и взрывоопасных производств. Взрывозащищенное электрооборудование и его выбор. Степени защищенности оболочек электрооборудования.
20. Открытое пламя и нагретые поверхности – источники воспламенения. Предупреждение пожаров и взрывов при проведении огневых работ.
21. Чрезвычайные ситуации мирного (ЧСМВр) и военного (ЧСВВр) времени, их классификация. Производственные

аварии и катастрофы на промышленных предприятиях. Потенциально опасные технологические процессы.

22. Основные причины возникновения аварийных ситуаций и технологические методы снижения опасности. Первичные и вторичные поражающие факторы. Характерные особенности аварий на химических предприятиях.
23. Стихийные бедствия. Их краткая характеристика и поражающие факторы. Влияние производственных аварий и стихийных бедствий на состояние среды обитания человека.
24. Чрезвычайные ситуации военного времени. Современные средства поражения, их воздействие на объекты и людей.
25. Оценка радиационной и химической обстановки в мирное и военное время. Очаг комбинированного поражения (ОКП). Особенности оценки обстановки в очаге комбинированного поражения.
26. Сущность устойчивости функционирования объектов и систем в чрезвычайных ситуациях, факторы, определяющие устойчивость. Особенности требований к устойчивости объектов химической промышленности.
27. Определение фактической устойчивости объектов, технических систем и технологических процессов в чрезвычайных ситуациях. Методы и средства повышения устойчивости функционирования.
28. Принципы защиты населения в условиях ЧС. Основные направления деятельности по предупреждению возникновения, ликвидации и снижению ущерба от чрезвычайных ситуаций.
29. Защитные сооружения, их назначение и краткая характеристика. Общее устройство и оборудование убежищ, противорадиационных и индивидуальных укрытий. Обслуживание защитных сооружений в военное и мирное время.
30. Эвакомероприятия. Организация и проведение эвакомероприятий в мирное и военное время. Виды обеспечения эвакомероприятий и их назначение.

31. Организация и проведение спасательных и других неотложных работ (СНР). Меры безопасности при проведении СНР. Оказание первой медицинской помощи.
32. Определение материального ущерба, числа жертв и травм в ЧС. Разработка плана ремонтно-восстановительных работ на промышленном объекте.
33. Организация работ по обеззараживанию сооружений, техники, местности, одежды и СИЗ. Дезактивация, дегозация, дезинфекция.
34. Санитарная обработка. Нормы расходов обеззараживающих веществ. Меры безопасности при проведении работ по обеззараживанию.

4. Задание № 2

Требуется определить категорию производственного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, в котором в жидкой фазе находятся (обращаются) два опасных вещества.

Исходные данные к заданию представлены в табл. 3. Вариант исходных данных выбирается по последней цифре шифра.

Указания к выполнению задания

По взрывопожарной и пожарной опасности производственные помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, которые принимаются в соответствии с табл. 5 .

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.

Полагаем, что выбранный с учетом вышесказанного расчетный аппарат имеет объем V_{an} м^3, и к нему подведены три трубопровода. По двум трубопроводам в аппарат подаются в виде жидкостей опасные вещества (по одному – 1-е вещество, по другому – 2-е), по третьему трубопроводу из аппарата выводится жидкая фаза, представляющая собой смесь этих опасных веществ.

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

а) происходит авария расчетного аппарата;

б) все содержимое аппарата поступает в помещение;

в) происходит одновременная утечка из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потокам в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

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 обеспеченно резервирование ее элементов;[1]

- 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;

- 300 с при ручном отключении;

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 м^2 , а остальных жидкостей – на 1 м^2 пола помещения;

---

[1] При выполнении задания в этом случае следует принимать время отключения, равное 12 с.

д) происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей[2];

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

Одним из параметров категорирования производственных помещений является избыточное давление взрыва Δр газо- или паровоздушных смесей, образующихся при аварийной разгерметизации оборудования.

Расчет Δр для смесей веществ может быть выполнен по формуле:

$$\Delta p = \frac{m \cdot H_T \cdot P_o \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_в \cdot C_p \cdot T_o \cdot K_н}, \text{ кПа}, \qquad (1)$$

где m – масса газов или паров, поступивших в помещение при расчетной аварии, кг; H_m – теплота сгорания, кДж/кг; P_o – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа); Z – коэффициент участия горючего во взрыве (значение Z принимаем по табл. 6); $V_{св}$ – свободный объем помещения, м^3 (допускается принимать равным 80% геометрического объема помещения); $\rho_в$ – плотность воздуха до начала взрыва при начальной температуре T (допускается принимать $\rho_в$= 1,2÷1,24 кг/м^3); C_p – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К) (допускается принимать равной 1,01 кДж/(кг·К); T_o – начальная температура воздуха, K (допускается принимать равной температуре воздуха в помещении); $K_н$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения (допускается принимать $K_н$=3).

Перейдем к рассмотрению расчетного аппарата. В соответствии с коэффициентом заполнения φ часть его заполнена

---

[2] При выполнении задания следует считать, что емкости с открытым зеркалом жидкости и свежеокрашенные поверхности в помещении оотсутствуют.

жидкостью, состоящей из двух веществ, другая часть – паровой фазой, также состоящей из двух обращающихся веществ.

Объем пара, вышедшего из аппарата при аварии, составит:

$$V_n^{an} = 0{,}01 p_{an\cdot} \cdot V_{an}(1-\varphi), \text{ м}^3, \qquad (2)$$

где p_{an} – рабочее давление в аппарате, кПа; V_{an} – объем аппарата, м^3.

Масса пара, вышедшего из аппарата

$$m_n^{an} = \rho_n \cdot V_n^{an}, \text{ кг}, \qquad (3)$$

где ρ_n – плотность паровой фазы, кг/м^3

$$\rho_n = \alpha_1 \rho_{n1} + \alpha_2 \rho_{n2}, \qquad (4)$$

где α_1, α_2 – массовые доли веществ в смеси;

ρ_{n1}, ρ_{n2} - плотности паров каждого вещества при температуре воздуха в помещении, соответственно значения плотностей находятся по формуле

$$\rho_{ni} = \frac{M_i}{22{,}413(1+0{,}00367 \cdot t_o)}, \text{ кг/м}^3, \qquad (5)$$

где M_i – молярная масса вещества, кг/кмоль; t_o – температура воздуха в помещении, °С; 22,413 – мольный объем, м^3/кмоль.

Объем жидкой фазы, вышедшей из аппарата, составит

$$V_{ж}^{an} = \varphi \cdot V_{an}, \qquad (6)$$

Объем жидкости, вышедшей из трубопроводов:

- до отключения трубопроводов

$$V_{ж}^{тр1} = Q_1 \cdot \tau_1 + Q_2 \cdot \tau_2, \text{ м}^3, \qquad (7)$$

где Q_1,Q_2 – расход жидкости по подающим трубопроводам, м^3/с, соответственно; τ_1, τ_2 – время отключения подающих трубопроводов, с, соответственно;

- после отключения трубопроводов

$$V_{ж}^{трII} = \pi\left(r_1^2 \cdot l_1 + r_2^2 \cdot l_2 + r_3^2 \cdot l_3\right), \text{ м}^3, \qquad (8)$$

где r_1, r_2, r_3 – внутренние радиусы подающих и отводящего трубопроводов, м, соответственно; l_1, l_2, l_3 – длина подающих и от-

водящего трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м, соответственно.

Общий объем жидкости, поступившей в помещение,

$$V_{ж} = V_{ж}^{ап} + V_{ж}^{трI} + V_{ж}^{трII}, \text{ м}^3, \qquad (9)$$

Масса этой жидкости

$$m_{ж} = \rho_{ж} \cdot V_{ж}, \text{ кг}, \qquad (10)$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м^3

$$\rho_{ж} = \alpha_1 \cdot \rho_{ж1} + \alpha_2 \cdot \rho_{ж2}, \text{ кг/ м}^3, \qquad (11)$$

где $\rho_{ж1}$, $\rho_{ж2}$ – плотности жидкостей обращающихся веществ, кг/м^3, соответственно.

Находим объемы жидкостей по каждому из обращающихся веществ:

$$V_{ж1} = \frac{\alpha_1 \cdot m_{ж}}{\rho_{ж1}}, \text{ м}^3; \qquad V_{ж2} = \frac{\alpha_2 \cdot m_{ж}}{\rho_{ж2}}, \text{ м}^3. \qquad (12)$$

По значениям $V_{ж1}$ и $V_{ж2}$ определяем площади поверхностей испарения F_1 и F_2 (см. пункт 4, (г)).

Если $F_1 + F_2 \leq F_{пол}$ ($F_{пол}$ – площадь пола помещения, м^2), для расчета принимаем найденные значения F_1 и F_2. Если суммарная площадь испарения превышает площадь пола помещения, расчетные величины F_1 и F_2 определяем из следующей системы:

$$F_1 + F_2 = F_{пол}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{V_{ж1}}{V_{ж2}} = \frac{\alpha_1 \cdot \rho_{ж2}}{\alpha_2 \cdot \rho_{ж1}}, \qquad (13)$$

Находим интенсивность испарения жидкости по каждому из обращающихся веществ.

$$W_i = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M_i} \cdot P_{нi}, \text{ кг/(м}^2\text{·с)}, \qquad (14)$$

где η – коэффициент испарения, принимаемый по табл. 7 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения; $p_{нi}$ – давление насыщенного пара i-го вещества, кПа.

В табл. 4 значения $p_{нi}$ приводятся в мм рт. ст. Для перевода в кПа табличные значения следует умножить на 0,1333.

Определяем время полного испарения по каждому веществу:

$$\tau_{исп.i} = \frac{\alpha_i \cdot m_{ж}}{W_i \cdot F_i}, \text{ с}, \qquad (15)$$

Если $\tau_{исп.i} \leq$ 3600с, для расчета принимаем найденные значения $\tau_{исп.i}$. В противном случае время испарения принимается равным 3600 с.

Находим массу пара от испарившейся жидкости по каждому веществу:

$$m_n^{исп i} = W_i \cdot F_i \cdot \tau_{исп i}, \quad \text{кг}. \qquad (16)$$

Общая масса паров, поступивших в помещение,

$$m = m_n^{an} + m_n^{исп1} + m_n^{исп2}, \text{ кг}. \qquad (17)$$

Найденное значение m подставляем в формулу (1).

Теплота сгорания H_T рассчитывается по формуле

$$H_T = \frac{\alpha_1 \cdot \rho_{n1} \cdot H_{T1} + \alpha_2 \cdot \rho_{n2} \cdot H_{T2}}{\alpha_1 \cdot \rho_{n1} + \alpha_{2\cdot} \cdot \rho_{n2}}, \quad \text{кДж/кг}, \qquad (18)$$

где H_{T1}, H_{T2} – теплоты сгорания для каждого из обращающихся веществ, кДж/кг.

В табл. 4 значения H_{T1} и H_{T2} приведены в кДж/кмоль и уменьшены в 1000 раз. Для перевода в кДж/кг табличные значения теплоты сгорания надо поделить на молярные массы соответствующих веществ и затем умножить на 10^3.

После определения Δp по формуле (1), используя табл. 5, следует обосновать выбор категории производственного помещения.

Таблица 3. Исходные данные к заданию № 2

Исходные данные	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Объем помещения, $м^3$	800	1000	500	700	1200	1000	1400	1500	500	750	550	1200	1600	800	950
2. Площадь пола, $м^2$	200	200	100	150	300	250	350	300	150	150	130	375	400	250	190
3. Температура воздуха, К	293	298	291	294	299	301	300	289	295	280	303	302	288	293	298
4. Скорость движения воздуха, м/с	0,2	0,15	0,3	0,1	0,25	0,2	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,25	0,15	0,5	0,1
5. Обращающиеся вещества	1. диэтиловый эфир 2. этиловыйспирт	1. бензол 2. толуол	1. ацетон 2. бензол	1.спирт изоамиловый 2. спирт этил.	1. толуол 2. бензол	1.этиленгликоль 2. спирт этил.	1.этилацетат 2. ацетон	1. ацетон 2. толуол	1. бензол 2. ацетон	1. толуол 2. этилацетат	1. спирт метиловый 2. спирт этиловый	1. этилацетат 2. этилен-гликоль	1.изопропиловый спирт 2.спирт метиловый	1.этиленгликоль 2.этилацетат	1. спирт метиловый 2. спирт изоамиловый

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6. Массовые доли компонентов в смеси α_1/α_2	0,5/0,5	0,3/0,7	0,7/0,3	0,6/0,4	0,4/0,6	0,5/0,5	0,5/0,5	0,7/0,3	0,8/0,2	0,5/0,5	0,4/0,6	0,3/0,7	0,35/0,65	0,75/0,25	0,7/0,3
7. Объем аппарата, $м^3$	6	10	4	1	2	5	8	4	10	2	7	9	5	7	8
8. Рабочее давление в аппарате, кПа	150	200	400	300	500	150	250	450	350	400	500	300	200	150	400
9.Коэффициент заполнения аппарата, φ	0,7	0,75	0,8	0,85	0,65	0,6	0,5	0,7	0,8	0,75	0,85	0,65	0,6	0,7	0,8
10. Радиусы трубопроводов, м															
r_1	0,015	0,0125	0,01	0,015	0,025	0,015	0,02	0,015	0,025	0,0125	0,025	0,02	0,015	0,02	0,015
r_2	0,015	0,025	0,02	0,02	0,025	0,015	0,02	0,015	0,025	0,01	0,02	0,015	0,015	0,02	0,015
r_3	0,0125	0,015	0,02	0,01	0,025	0,02	0,02	0,025	0,025	0,015	0,025	0,02	0,015	0,02	0,02

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
11. Длины участков трубопроводов, м															
l_1	1	1,5	2	2,5	3	1,5	1	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1
l_2	1,5	1,5	1	2	1,5	1,5	2	1	2	2,5	1	1,5	2	1,5	2
l_3	2	1,5	1	2,5	2	1,5	3	2	1	2,5	1	1,5	2	1,5	2
12. Расход веществ по трубопроводам, $м^3/с$															
Q_1	0,002	0,001	0,005	0,003	0,004	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
Q_2	0,002	0,003	0,001	0,004	0,005	0,001	0,002	0,004	0,001	0,005	0,002	0,003	0,004	0,002	0,003
13.Характеристика системы управления отсекающими устройствами	Автоматическое с вероятностью отказа менее 10^{-6} в год			Ручное			Автоматическое с вероятностью отказа более 10^{-6} в год			Ручное			Автоматическое с вероятностью отказа более 10^{-6} в год		
14. Температура в-в, °С	30	50	40	20	25	35	45	30	25	40	35	20	45	35	25

Таблица 4. Физико-химические характеристики применяемых веществ

Наименование вещества	Химическая формула	Агрегатное состояние	Молярная масса М, кг/кмоль	Плотность $\rho_{ж}$, кг/м^3	Давление насыщенных паров $P_н$, мм рт.ст.	Температура вспышки $t_{всп.}$,°С	Удельная теплота сгорания $H_т \cdot 10^{-3}$, кДж/кмоль	НКПРП, %об.
1. Диэтиловый эфир	$C_4H_{10}O$	ж	74,12	710	40	-41	2727	2,74
2.Этиловый спирт	C_2H_6O	ж	46,07	790	44	16	1371	36
3.Ацетон	C_3H_6O	ж	58,08	790	186	-18	1829	2,9
4. Бензол	C_6H_6	ж	78,11	900	75	-11	3300	1,43
5. Толуол	C_7H_8	ж	92,13	870	22,3	7	3922	1,3
6.Изоамиловый спирт	$C_5H_{12}O$	ж	88,15	810	22,0	43	3298	1,2
7. Изопропиловый спирт	C_3H_8O	ж	60,09	785	32,4	11,7	1990	2,6
8. Метиловый спирт	CH_4O	ж	32,04	785	95,7	8	712,6	6,0
9. Этилацетат	$C_4H_8O_2$	ж	88,1	900	73	40	2255	2,18
10. Этиленгликоль	$C_2H_6O_2$	ж	62,1	1115	60	120	1180	6,5

Таблица 5. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	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, 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 взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные 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

Таблица 6. Коэффициент участия горючего во взрыве, 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 до температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

Таблица 7. Коэффициент испарения, η

Скорость воздушного потока в помещении, м/с	Значение коэффициента η при температуре t, °C, 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

5. Задачи

Вариант задачи выбирается по предпоследней цифре шифра

Задача № 1

Рассчитать нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени для двухкомпонентной смеси при начальной температуре 25^0С. Для смесей горючих смесей с негорючими определяется только нижний концентрационный предел. Проанализировать изменение области воспламенения смеси в сравнении с областью воспламенения каждого компонента. Исходные данные в табл. 8.

Таблица 8. Исходные данные

Вариант задачи	Компоненты смеси		Содержание компонентов в смеси,% об.		Пределы распространения пламени % об.			
					I компонент		II компонент	
	I	**II**	**I**	**II**	нижний	верхний	нижний	верхний
0	Ацетон	Этанол	50	50	2,9	13,0	3,61	17,77
1	Пропан	Диоксид углерода	70	30	2,3	9,4	-	-
2	Бензол	Изопропанол	40	60	1,43	8,0	2,23	12,7
3	Этан	Азот	90	10	2,9	15,0	-	-
4	Диоксан	Октан	30	70	1,8	23,4	0,95	6,5
5	Оксид углерода	Водяной пар	80	20	12,5	74	-	-
6	Диэтиловый эфир	Толуол	20	80	1,7	49	1,27	6,8
7	Метан	Диоксид углерода	60	40	5,28	14,1	-	-
8	Метиловый спирт	Этиловый спирт	10	90	6,98	35,5	3,61	17,77
9	Водород	Азот	70	30	4,12	75,0	-	-

Методические указания к решению задачи

Нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени *($C_н$ и $C_в$)* для смеси нескольких горючих веществ при начальной температуре 25°С рассчитываются по формулам

$$C_н = \sum_{i=1}^{n} \varphi_i \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} \varphi_i \Big/ C_{н,i} \right);$$

$$C_в = \sum_{i=1}^{n} \varphi_i \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} \varphi_i \Big/ C_{в,i} \right);$$

где n – число горючих компонентов смеси,
φ_i – кон-центрация i–го горючего компонента в смеси, % об;
$C_{н,i}$,$C_{вi}$ – нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени i –го горючего компонента, % об.

Нижний концентрационный предел распространения пламени для смеси горючих веществ с негорючими при начальной при начальной температуре 25 °С определяется по формуле

$$C_н = \frac{100}{1+\gamma_в},$$

где $\gamma_в$ – число молей воздуха, приходящихся на 1 моль исходной смеси.

Этот параметр находится из выражения:

$$\gamma_в = \sum_{i=1}^{n} \frac{\varphi_i}{C_{н,i}} - \left(\sum_{i=1}^{n} \varphi_i + \sum_{i=1}^{m} \varphi_j \cdot K_j \right) \Big/ 100,$$

где n, m – число горючих и негорючих компонентов смеси;
φ_j – концентрация j –го негорючего компонента, % об;
K_j – коэффициент при j –ом негорючем компоненте (табл. 9).

Таблица 9. Коэффициент при негорючем компоненте, K_j

Вещество	Химическая формула	K_j
Азот	N_2	0,998
Диоксид углерода	CO_2	1,590
Водяной пар	H_2O	1,247

Сравнивая концентрационные пределы для смеси и индивидуальных веществ, сделать вывод об изменении этих параметров.

Задача № 2

Согласно НПБ 105-03 определить категорию производственного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, в котором размещен технологический блок, содержащий индивидуальное органическое вещество. Исходные данные: вещество, габариты помещения А ×В × С, м^3; масса вещества, находящаяся в технологическом блоке m, кг; плотность вещества, $\rho_г$, кг/м^3 (табл. 10).

Таблица 10. Исходные данные

Вариант	Вещество	m, кг	ρ, кг/м^3	Габариты помещения, А×В×С, м
0	Ацетилен	10	1,179	10×10×4
1	Водород	10	0,090	10×20×5
2	Метан	40	0,718	10×10×4
3	Пропилен	100	1,916	10×10×3
4	Этан	100	1,356	20×20×5
5	Этилен	50	1,260	10×15×4
6	Ацетилен	40	1,179	10×15×4
7	Метан	100	0,718	10x20x4
8	Пропилен	150	1,916	20×20×4
9	Этилен	150	1,260	20×4×4

Методические указания к решению задачи

Одним из основных параметров для категорирования производственных помещений по НПБ-105-03 является величина избыточного давления взрыва. Для индивидуальных горючих веществ, в состав которых входят C, H, N, O, Cl, Br, I,

F избыточное давление взрыва ΔP можно рассчитать по формуле:

$$\Delta P = \left(P_{\max} - P_0\right) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_{г,п}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_н}, \text{ кПа},$$

где P_{max} – максимальное давление взрыва стехиометрической газовоздушной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным. При отсутствии данных допускается принимать $P_{max} = 900$ *кПа*;

P_0 – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

m – масса горючего газа или паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) или горючих (ГЖ) жидкостей, вышедших в результате аварии в помещение, кг;

Z – коэффициент участия горючего во взрыве (для водорода Z=1,0; для других горючих газов Z=0,5);

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м^3 (допускается принимать равным 0,8 $V_{пом}$, где $V_{пом}$ – полный объем помещения);

$\rho_{г,п}$ – плотность газа или пара, кг/м^3;

$C_{ст}$ – стехиометрическая концентрация горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ, % об.:

$$C_{ст} = 100/\left(1 + 4{,}84\beta\right),$$

где $\beta = n_C = \frac{n_X + n_H}{4} - \frac{n_0}{2}$ - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания; n_c, $n_н$, n_o, n_x – число атомов С, Н, О и галогенов в молекуле горючего;

$K_н$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения (допускается принимать $K_н$=3).

Зная ΔP и температуру вспышки горючего вещества (следует помнить, что для горючих газов температура вспышки и температура воспламенения – одно и то же), необходимо обосновать выбор категории производственного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности.

Задача № 3

Оценить опасность поражения человека электрическим током при следующих случаях его включения в электрическую цепь (исходные данные приведены в табл. 11):

1) однофазном включении в трехфазную сеть с заземленной нейтралью;

2) однофазном включении в трехфазную сеть с изолированной нейтралью: а) при исправной изоляции; б) при поврежденной изоляции.

Привести схемы однофазного прикосновения человека к рассматриваемым электрическим сетям.

Таблица 11. Исходные данные

Вариант	Линейное напряжение сети $U_л$, В	Сопротивление тела человека, Ом	Сопротивление обуви, Ом	Сопротивление пола, Ом	Сопротивление заземления нейтрали, Ом	Сопротивление исправной изоляции, Ом	Сопротивление поврежденной изоляции, Ом
0	220	1000	0	0	10	100 000	12 000
1	380	3000	45 000	0	8	500 000	15 000
2	380	10 000	20 000	100 000	9	700 000	10 000
3	600	2 000	0	60 000	10	120 000	7 000
4	220	1 000	15 000	0	7	90 000	8 000
5	600	5 000	0	0	10	1 000000	5 000
6	380	7 000	45 000	100 000	9	1 500000	9 000
7	220	1 000	10 000	40 000	10	100 000	3 000
8	220	4 000	45 000	0	10	150 000	20 000
9	600	12 000	0	50 000	8	3 000 000	6 000

Методические указания к решению задачи

Ток, проходящий через человека, при однофазном включении в сеть с заземленной нейтралью определяется по формуле

$$I_Ч = \frac{U_Ф}{R_Ч + R_{об} + R_П + R_0}, A,$$

где $U_Ф$ – фазное напряжение в электросети, В $\left(U_Ф = \frac{U_Л}{\sqrt{3}}\right)$;

$U_Л$ – линейное напряжение, В;
$R_Ч$ – сопротивление тела человека, Ом;
$R_{об}$ – сопротивление обуви, Ом;
R_0 – сопротивление заземления нейтрали источника тока, Ом;
$R_П$ – сопротивление пола, Ом.

В сети с изолированной нейтралью ток, проходящий через человека в землю, возвращается к источнику тока через изоляцию проводов сети. Для этого случая ток, проходящий через человека, определяется по формуле

$$I_Ч = \frac{U_Ф}{R_Ч + R_{об} + R_П + R_{из.}/3}, A,$$

где $R_{из.}$ – сопротивление изоляции одной фазы относительно земли, Ом.

Сравнивая расчетные значения $I_Ч$ с пороговыми величинами электрического тока необходимо в каждом случае сделать вывод о степени опасности поражения человека.

Задача № 4

Произвести следующие расчеты, связанные с безопасностью при эксплуатации сосудов, работающих под давлением:

а) компрессор подает воздух давлением P_2 при начальником давлении сжимаемого воздуха P_1 и температуре t_1. В компрессоре применяется компрессорное масло с температурой вспышки $t_{всп} = 216^{\circ}C$.

Согласно правилам устройства и безопасной эксплуатации воздушных компрессоров и воздухопроводов, разница между температурой вспышки масла и температурой сжатого воздуха должна быть не менее $75^{\circ}C$.

Определить температуру сжатого воздуха t_2 и сделать заключение о возможности эксплуатации компрессора без охлаждения.

б) произошел взрыв баллона с ацетиленом. Определить, при каком давлении произошел взрыв баллона, если толщина стенки баллона S, внутренний диаметр баллона $D_в = 200$ мм, материал – сталь ст. 20 (допускаемое напряжение $[\sigma] = 1470$ кгс/см^2).

По действующим нормам предельное рабочее давление в баллоне должно быть не более 30 кгс/см^2.

Исходные данные представлены в табл. 12.

Таблица 12. Исходные данные

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P_1,кгс/см^2	1	1,5	0,7	2	1	1,2	1,5	0,5	0,8	1,1
P_2кгс/см^2	6	8	7	9	5	6	7	4,5	4	6,5
t_1, °C	15	20	18	21	22	17	19	16	23	18
S, мм	4	5	3,5	3	6	4,5	4	3	3,5	5

Методические указания к решению задачи

Конечная температура сжатого воздуха определяется по формуле

$$t_2 = (273 + t_1)\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 273$$

Показатель адиабаты для воздуха принять к=1,41.

Полученный результат сопоставить с температурой вспышки компрессорного масла и сделать заключение о необходимости охлаждения компрессора.

При расчете применить формулу

$$S = \frac{P \cdot D_B}{2[\sigma] \cdot \varphi} + C \ ,$$

где S – толщина стенки баллона, см; D_B - внутренний диаметр баллона, см; С – прибавка на минусовые допуски стали, см (принять С = 0,1 см); [σ] – допускаемое напряжение, кгс/см^2; φ – коэффициент прочности сварочного шва (принять φ=0,7).

По результатам расчета сделать заключение о причинах взрыва.

Задача № 5

На объекте разрушилась необвалованная емкость, содержащая G_m аварийно химически опасного вещества (АХОВ). Местность открытая, скорость ветра в приземном слое $W_в$, м/с. На расстоянии Sкм от объекта расположен населенный пункт.

Определить размеры (глубину, ширину и площадь) зоны химического заражения и время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту.

Исходные данные представлены в табл. 13.

Таблица 13. Исходные данные

В-т	АХОВ	Кол-во АХОВ G, m	Плотность ρ, г/см^3	Скорость ветра $W_в$,м/с	Расстояние до объекта S, км	Погодные условия
1	Хлор	50	1,56	3	10	Ночь, ясно
2	Аммиак	100	0,68	4	5	День, пасмурно
3	Фосген	30	0,98	6	8	День, ясно
4	Сернистый ангидрид	45	1,46	5	12	Ночь, облачно
5	Сероводород	20	1,26	4	15	День, облачно
6	Аммиак	75	0,68	2	4	Ночь, пасмурно
7	Фосген	45	0,98	5	6	Ночь, ясно
8	Хлор	35	1,56	4	7	День, ясно
9	Сероводород	50	1,26	2	10	Ночь, облачно
10	Сернистый ангидрид	30	1,46	3	15	День, облачно

Методические указания к решению задачи

Определяем возможную площадь разлива АХОВ:

$$F_p = \frac{G}{\rho \cdot \delta}, \text{ м}^2,$$

где G – масса АХОВ,m; ρ – плотность, m/м^3; δ – толщина слоя разлившегося АХОВ, м (принять δ= 0,05м).

Находим диаметр площади разлива:

$$D_р = \sqrt{\frac{4F_p}{\pi}}, \text{ м.}$$

По табл. 14 определяем состояние приземного воздуха. По табл. 15 с учетом примечаний 1 и 4 находим глубину ($Г_{табл.}$) зоны химического заражения

$$Г = Г_{табл} \cdot Y \cdot Ψ, \text{ км,}$$

где $Г_{табл.}$ – глубина распространения облака, км; Y – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха (см. примечание 1, табл. 15); Ψ – поправочный коэффициент на скорость ветра (табл. 16).

Таблица 14. Оценка степени вертикальной устойчивости воздуха по данным погоды

<table>
<tr><th rowspan="2">Скорость ветра, м/с</th><th colspan="3">Ночь</th><th colspan="3">День</th></tr>
<tr><th>Ясно</th><th>Облачно</th><th>Пасмурно</th><th>Ясно</th><th>Облачно</th><th>Пасмурно</th></tr>
<tr><td>0,5</td><td rowspan="3">Инверсия</td><td rowspan="2">Инверсия</td><td rowspan="4">Изотермия</td><td rowspan="3">Конвекция</td><td rowspan="2">Конвекция</td><td rowspan="4">Изотермия</td></tr>
<tr><td>0,6-2</td></tr>
<tr><td>2,1-4</td><td rowspan="2">Изотермия</td><td rowspan="2">Изотермия</td></tr>
<tr><td>Свыше 4</td><td>Изотермия</td><td>Изотермия</td></tr>
</table>

Различают 3 степени вертикальной устойчивости воздуха:

- ***инверсия*** возникает при ясной погоде, малых (до 4 м/с) скоростях ветра, примерно за час до захода солнца и разрушается в течение часа после восхода солнца. Нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию его по высоте и создает наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций зараженного воздуха;

-***изотермия*** характеризуется стабильным равновесием воздуха. Типична для пасмурной погоды, утренних и вечерних часов. При снежном покрове следует ожидать изотермию и реже инверсию. Как и инверсия, она способствует длительному застою паров АХОВ на местности, в лесу, в жилых кварталах населенных пунктов;

-***конвекция*** возникает при ясной погоде, малых (до 4м/с) скоростях ветра, примерно через 2 часа после восхода солнца и разрушается примерно за 2-2,5 часа до захода солнца. Конвекция характеризуется вертикальным перемещением воздуха (более теплый – вверх, более холодный и плотный – вниз).

Восходящие потоки воздуха рассеивают зараженное облако, что создает благоприятные условия для уменьшения концентрации АХОВ. Наблюдается в летние ясные дни.

Таблица 15. Глубина распространения облака, зараженного АХОВ ($Г_{табл.}$) на открытой местности, км (емкости не обвалованы, скорость ветра – 1 м+с, изотермия)

Наименование АХОВ	Количество АХОВ в емкостях (на объекте), m					
	5	10	25	50	75	100
Хлор, фосген	4,6	7	11,5	16	19	21
Аммиак	0,7	0,9	1,3	1,9	2,4	3
Сернистый ангидрид	0,8	0,9	1,4	2	2,5	3,5
Сероводород	1,1	1,5	2,5	4	5	8,8

Примечания.

1. Глубина распространения облака при инверсии будет примерно в 5 раз больше (Y=5), а при конвекции – в 5 раз меньше (Y=1/5), чем при изотермии.

2. Глубина распространения облака на закрытой местности (в населенных пунктах со сплошной застройкой, в лесных массивах) будет примерно в 3,5 раза меньше, чем на открытой местности при соответствующей степени вертикальной устойчивости воздуха и скорости ветра.

3. Для обвальных емкостей с АХОВ глубина распространения облака уменьшается в 1,5 раза.

4. При скорости ветра более 1 м/с вводятся поправочные коэффициенты Ψ (табл. 16).

Таблица 16. Поправочные коэффициенты Ψ для определения глубины распространения облака, зараженного АХОВ, в зависимости от скорости ветра

Степень вертикальной устойчивости воздуха	Скорость ветра, м/с					
	1	2	3	4	5	6
Инверсия	1	0,6	0,45	0,38	-	-
Изотермия	1	0,71	0,55	0,5	0,45	0,41
Конвекция	1	0,7	0,62	0,55	-	-

Определяем ширину (Ш) зоны химического заражения, которая составляет:

- при инверсии – 0,03Г;
- при изотермии - 0,15Г;
- при конвекции – 0,8Г.

Вычисляем площадь зоны химического заражения

$$F_З = \frac{1}{2} \cdot Г \cdot Ш \text{, км}^2.$$

Время подхода облака зараженного воздуха (τ) к населенному пункту определяется делением расстояния S до объекта на среднюю скорость ν переноса облака зараженного воздуха. Это облако распространяется на высоты, где скорость ветра больше, чем у поверхности земли. Вследствие этого скорость переноса будет больше, чем скорость ветра на высоте 1м.

$$\tau = \frac{S}{\nu \cdot 60} \text{, мин,}$$

где S – расстояние до объекта, м; ν – скорость переноса облака, м/с (табл. 17).

Средняя скорость переноса облака, зараженного АХОВ, ν, м/с.

Таблица 17. Скорость переноса облака, ν, м/с

Скорость ветра на высоте 1м, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	S≤10 км	S>10 км	S≤10 км	S>10 км	S≤10 км	S>10 км
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	-	-
5	-	-	7,5	10	-	-
6	-	-	9	12	-	-

Примечание. Инверсия и конвекция при скорости ветра более 3 м/с наблюдаются в редких случаях.

Задача № 6

Определить количество пеногенераторов, порошка и воды, потребное для тушения горючей жидкости, заполняющей резервуар диаметром $D_м$. Составить эскиз пеногенератор ПГ-50, описать его устройство и принцип действия.

Исходные данные представлены в табл. 18.

Таблица 18. Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Диаметр резервуара D, м	30	40	50	25	20	50	40	30	25	20
Производительность пеногенератора q_0, дм^3/с	45	50	55	55	50	45	55	50	45	55
Расход порошка q_1, кг/с	1,0	1,2	1,8	2,0	1,8	1,2	1,0	1,2	1,8	2,0
Расход воды q_2, дм^3/с	9	9	10	10	10	9	9	10	9	10

Методические указания к решению задачи

Определяем площадь пожара $F = \frac{\pi D^2}{4}$, м^2,

где D – диаметр резервуара, м.

Секундный расход химической пены для тушения пожара составит $q=F\cdot I$, дм^3/с,

где i = 0,5 дм^3/ (с·м^2) – интенсивность подачи пены при тушении горючей жидкости.

Определяем потребное количество пеногенераторов

$$n = \frac{q}{q_o},$$

где q_o – производительность пеногенератора, дм/с.

Потребность в пеногенераторном порошке составит

$$Q = q_1 \cdot t \cdot n, \text{ кг},$$

где q_1 – расход порошка пеногенератором, кг/с; t - время тушения пожара, с (t = 60с).

Общая потребность в воде для образования пены составит

$$q_в = n \cdot q_2 \text{, дм}^3/\text{с},$$

где q_2 – расход воды на образование пены, подаваемой в резевуар пеногенератора.

После расчета следует представить эскиз пеногенератора типа ПГ-50 и дать описание его устройства и принципа действия.

Задача № 7

По исходным данным (табл. 19), рассчитать защитное заземление производственного оборудования, состоящее их вертикальных заземлителей (электродов) длиной 2,5-3 м и горизонтальной соединительной полосы толщиной 4 мм и шириной 0,12 м. По результатам расчета представить схему защитного заземления.

Таблица 19. Исходные данные

Вариант	Тип грунта	Материал вертикальных заземлителей
1	Чернозем	Стальная труба d = 50мм
2	Глина	Стальной стержень d = 30мм
3	Суглинок	Равнобокий уголок 40×40мм
4	Супесок	Стальная труба d = 70мм
5	Торф	Равнобокий уголок 60×60мм
6	Песок	Стальной стержень d = 30мм
7	Чернозем	Стальная труба d = 50мм
8	Суглинок	Стальная труба d = 70мм
9	Глина	Равнобокий уголок 60×60мм
0	Песок	Равнобокий уголок 40×40мм

Методические указания к решению задачи

Определяем сопротивление одиночного заземлителя R_o по формуле

$$R_O = \frac{\rho}{2\pi \cdot l}(\ln\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4t+l}{4t-l}), \text{ Ом},$$

где p – удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м (табл.20); l – длина заземлителя, м; d – диаметр заземлителя, м (для уголка с шириной полки *в* $d = 0{,}95 \cdot в$); t – расчетная глубина заложения, м; $t = t_o + 0{,}5l$, t_o – заглубление верхнего конца заземлителя относительно поверхности земли, м (при l » d $t_o \geq 0{,}5$м).

Таблица 20. Приближенные значения удельных электрических сопротивлений различных грунтов, Ом·м

Грунт	Удельное сопротивление при влажности 10-20% к массе грунта, Ом·м	Грунт	Удельное сопротивление при влажности 10-20% к массе грунта
Глина	40	Супесок	300
Суглинок	100	Торф	20
Песок	700	Чернозем	20
Садовая земля	40		

Находим необходимое количество вертикальных заземлителей n, обеспечивающих снижение сопротивления до нормативного значения $R_н = 4$ Ом.

$$n = \frac{R_o}{R_{н\cdot} \cdot \eta_в},$$

где $\eta_в$ – коэффициент использования вертикальных заземлителей. Значение $\eta_в$ определяется по табл. 21, предварительно задаваясь числом заземлителей.

Таблица 21. Коэффициенты использования вертикальных заземлителей

Число заземлите-лей	Отношение расстояний между электродами к их длине (a/l)					
	1	2	3	1	2	3
	заземлители размещены в ряд			заземлители размещены по контуру		
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	-	-	-	0,41	0,58	0,66
60	-	-	-	0,39	0,55	0,64
100	-	-	-	0,36	0,52	0,62

Определяем длину соединительной полосы

$$l_n = (n\text{-}1)\cdot a, \text{ м},$$

где а – расстояние между заземлителями, м.

Рассчитываем сопротивление стальной соединительной полосы

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi l_n}\cdot \ln\frac{2l_n^2}{b_n\cdot t_o}, \text{ Ом},$$

где t_o – глубина заложения полосы, м ($t_o \geq 0{,}5$ м);

$b_п$ – ширина полосы,м.

Находим сопротивление всего заземляющего устройства:

$$R_{Заз} = \frac{R_0\cdot R_П}{R_0\cdot \eta_П + R_П\cdot n\cdot \eta_В}, \text{ Ом},$$

где η_n – коэффициент использования соединительной полосы, Ом (табл. 22).

Проверяем соотношение $R_{заз} \leq R_н$

Таблица 22. Коэффициенты использования соединительной полосы

Отношение расстояний между вертикальными электродами к их длине (a/l)	Число вертикальных заземлителей							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Вертикальные электроды размещены в ряд								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	-	-	-
2	0,94	0,80	0,84	0,75	0,56	-	-	-
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	-	-	-
Вертикальные электроды размещены по контуру								
1	-	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	-	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	-	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

По результатам расчетов составляем схему заземляющего устройства с указанием основных размеров.

Приложение

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный технологический университет»

Кафедра промышленной безопасности

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Контрольная работа № 2

Студент_____
(Фамилия И.О.)
Группа №
Шифр

200__/0__учебный год

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Составители: *Б.М.Азизов*
И.В.Чепегин
Т.В.Андрияшина
В.С.Гасилов

Корректор Ю.Е.Стрыхарь

Лицензия № 020404 от 6.03.97

Подписано в печать 22.02.08. Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Печать Riso. 2,79 усл.печ.л.
3,0 уч.-изд.л. Тираж 100 экз. Заказ «С» .

Издательство Казанского государственного технологического университета

Офсетная лаборатория Казанского государственного технологического университета

420015, Казань, К.Маркса, 68