Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические рекомендации по самостоятельной работе
специальность 20.05.01 Пожарная безопасность

Кокорин, В.В., Зыков, П.И., Сатюков, Р.С., Халиков В.Д. Пожарная безопасность технологических процессов. Методические рекомендации для самостоятельной работы. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России. – 50с.

Составители:

Кокорин В.В., доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Уральского института ГПС МЧС России, кандидат технических наук.

Зыков П.И., заместитель начальника кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Уральского института ГПС МЧС России.

В методических рекомендациях представлены актуальность и значение самостоятельной работы, принципы организации самостоятельной работы обучающихся, виды и уровни самостоятельной работы. Приведены примеры заданий для подготовки к контролю самостоятельной работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение..... 4
Раздел №1. Самостоятельная работа обучаемых..... 5
1.1. Общие положения..... 5
1.2. Организация самостоятельной работы обучаемых..... 6
1.3. Обязанности и права обучающегося во время проведения СРО..... 6
1.4. Контроль и оценка результатов СРО..... 7
Раздел №2. Контроль самостоятельной работы обучаемых..... 8
2.1. Общие положения..... 8
2.2. Примеры заданий. Первый семестр..... 10
2.2.1. Тестовые задания..... 10
2.2.2. Расчетные задания..... 20
2.2.3. Задания в виде кроссвордов..... 28
2.2.4. Задания по изучению нормативной литературы..... 29
2.2.5. Письменный ответ на вопрос..... 30
2.3. Примеры заданий. Второй семестр..... 31
2.3.1. Тестовые задания..... 31
2.3.2. Расчетные задания..... 37
2.3.3. Задания в виде кроссвордов..... 47
2.3.4. Задания по изучению нормативной литературы..... 48
2.3.5. Письменный ответ на вопрос..... 49
Используемая литература..... 50

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование высшего образования затрагивает широкий спектр вопросов, связанных с подготовкой и переподготовкой преподавателей, переработкой учебных планов и программ, изменением сложившегося соотношения аудиторных и самостоятельных занятий, совершенствованием форм и методов контроля над деятельностью обучаемых. В процессе реализации указанных изменений происходит постепенное увеличение доли самостоятельной работы обучающихся в связи с тем, что она рассматривается в качестве важного звена в самообразовании личности и выступает как средство организации интеллектуальной деятельности. Широкий диапазон качеств и навыков, приобретенных и закрепленных в процессе самостоятельной работы, имеет важное значение для всей последующей профессиональной деятельности человека. Реализация потенциала самостоятельной работы в формирование познавательной самостоятельности происходит при условии ее рациональной организации, которая предусматривает планирование всех составляющих элементов самостоятельной работы, начиная с целей и заканчивая видами контроля.

Виды контроля самостоятельной работы являются методическим инструментом в процессе реализации целей самостоятельного обучения. Ознакомление обучающихся с данными видами, а именно с примерами заданий, предназначенных для контроля самостоятельной работы (далее КСР) по дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов», является важным этапом обучения. На этом этапе у обучающихся складывается представление о необходимом уровне знаний в изучаемой области. Они имеют возможность самостоятельно оценить степень своей подготовленности к КСР, что при необходимости будет являться стимулом для дальнейшего совершенствования приобретенных знаний.

РАЗДЕЛ 1.
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЕМЫХ

1.1. Общие положения

Самостоятельная работа (СРО) – это учебная, научно-исследовательская деятельность обучающегося, направленная на развитие общекультурных и профессиональных компетенций, которая осуществляется без непосредственного участия преподавателя.

Под развитием общекультурных и профессиональных компетенций понимается способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области, в том числе:

– навыки поиска и использования нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;

– самостоятельное изучение вопросов и тем, определенных рабочей программой учебной дисциплины;

– качественное освоения и систематизация полученных теоретических знаний, их углубление и расширение в применении на уровне межпредметных связей;

– формирование умения применять полученные знания на практике (в профессиональной деятельности) и закрепление практических умений обучающегося;

– развитие познавательных способностей обучающегося, формирование самостоятельности мышления; развития активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

– формирование способностей к саморазвитию (самопознанию, самоопределению, самообразованию, самосовершенствованию, самореализации, саморегуляции);

– развитие научно-исследовательских навыков;

– развитие навыков межличностных отношений.

СРО является составной частью учебно-воспитательного процесса, направленного на подготовку квалифицированных специалистов для подразделений ГПС МЧС России, и организуется в соответствии с нормативными правовыми актами Министерства образования и науки Российской Федерации и МЧС России, регламентирующими организацию учебно-воспитательного процесса в образовательных учреждениях.

Отсутствие обучающегося на СРО без уважительных причины рассматривается как нарушение служебной дисциплины и влечет за собой меры дисциплинарного взыскания или общественного воздействия.

1.2. Организация самостоятельной работы обучаемых

Для организации СРО необходимы следующие условия:

– готовность обучающегося к самостоятельному труду;

– мотивация получения знаний;

– наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;

– система регулярного контроля качества выполненной самостоятельной работы;

– консультационная помощь преподавателя.

Процесс организации самостоятельной работы обучающегося включает в себя следующие этапы.

1. Подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения и т.д.).

2. Основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы).

3. Заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Объем времени, отведенный на СРО по дисциплине, находит отражение:

– в рабочем учебном плане;

– в рабочей программе учебной дисциплины с распределением по разделам или конкретным темам.

СРО проводится в аудиториях, учебно-методических кабинетах, кабинетах кафедры, читальном зале библиотеки Института и т.д.

Задание на СРО обучающийся получает у преподавателя. При этом в обязательном порядке проводится инструктаж по его выполнению, включающий изложение цели задания, его содержания, сроков выполнения, ориентировочного объема работы, основных требований к результатам работы и к отчету по ним, сведения о возможных ошибках и критериях оценки выполнения работы.

1.3. Обязанности и права обучающегося во время проведения СРО

Обучающийся обязан:

– своевременно выполнять задания по подготовке к очередным учебным занятиям, представлять их для проверки преподавателям кафедр;

– поддерживать порядок и тишину в учебных аудиториях, читальном зале библиотеки, учебно-методических кабинетах, бережно относиться к размещенному в них имуществу;

– во время проведения СРО осуществлять переход из аудитории в аудиторию, библиотеку, читальный зал только в перерыве и с разрешения находящегося в них командира группы.

Обучающийся имеет право:

– заниматься в аудиториях, закрепленных за учебными группами, в учебно-методических кабинетах, лабораториях кафедры, читальном зале;

– получать консультационную помощь у профессорско-преподавательского состава кафедры;

– в установленном порядке пользоваться фондами библиотеки, а также учебно-методических кабинетов кафедры.

1.4. Контроль и оценка результатов СРО

Контроль и оценка выполнения СРО осуществляется преподавателем, ведущим дисциплину.

Контроль СРО подразделяется на текущий и итоговый. Текущий контроль предполагает проверку знаний вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение в соответствии с требованиями рабочей программы, и проводится на текущих практических, лабораторных, семинарских занятиях, на занятии КСР. Итоговый – на зачетах и экзаменах. Контроль может проходить в устной, письменной или смешанной форме с представлением обучающимися отчетов, продуктов своей творческой деятельности или путем демонстрации своих знаний и умений.

Критерии оценки результатов СРО определяются в зависимости от формы контроля самостоятельной работы (тест, решение задач, разгадывание кроссворда, работа с нормативной литературой и т.д.), при этом учитывается:

– уровень освоения учебного материала;

– умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;

– полнота общеучебных представлений, знаний и умений по изучаемой теме, к которой относится данная самостоятельная работа;

– обоснованность и четкость изложения ответа на поставленный по внеаудиторной самостоятельной работе вопрос;

– оформление отчетного материала в соответствии с известными или заданными преподавателем требованиями, предъявляемыми к подобного рода материалам;

– умение активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;

– обоснованность и четкость изложения ответа;

– оформление материала в соответствии с требованиями;

– умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;

– соблюдение установленных сроков представления работы на проверку.

РАЗДЕЛ 2.
КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЕМЫХ

2.1. Общие положения

Тестовые задания

В настоящее время одним из наиболее значимых в качественном изменении структуры и содержания учебного процесса признан технологический подход к обучению, имеющий четкую направленность на достижение поставленной цели. Технологический подход к организации самостоятельной работы обучаемых, с одной стороны, позволяет скоординировать все ее элементы, а с другой – обостряет проблему выбора соответствующего вида контроля для осуществления обратной связи в обучении. С точки зрения технологического подхода к обучению перспективным является тестовый контроль на основе применения критериально-ориентированных тестов, обеспечивающий оценку результатов в соответствии с ее целями.

В связи с вышесказанным обучаемым предлагается проработать представленные варианты тестовых заданий, основной целью которых служит – организация и оценка внеаудиторной работы обучаемых, при самостоятельном усвоении учебного материала в соответствии с рабочей программой дисциплины.

При разработке тестовых заданий, использовались фонды учебно-методического комплекса кафедры, по направлению подготовки «Техносферная безопасность» (квалификация (степень) «бакалавр»).

Количество вариантов тестовых заданий зависит от числа обучаемых, подлежащих тестированию, т.е. каждый выполняет свой персональный тест. Один вариант включает в себя 20 заданий при среднем отводимом времени выполнения одного задания 2 мин. Результаты тестирования оценивают по следующему принципу:

Количество правильно выполненных заданий	**Оценка за тест**
не менее 85%	5 (отлично)
не менее 70%	4 (хорошо)
не менее 50%	3 (удовлетворительно)
менее 50%	2 (неудовлетворительно)

Приведенные критерии результатов тестирования носят рекомендательный характер и могут быть изменены в зависимости от уровня сложности применяемых тестовых заданий.

При составлении тестов учитывались следующие принципы: 1 – строгое соответствие источникам информации, которыми пользуются обучающиеся; 2 – простота – каждое задание предполагает ответ только на один вопрос; 3 – однозначность – формулировка задания исчерпывающим образом разъясняет поставленную задачу.

Расчетные задания

При решении задач необходимо руководствоваться несколькими простыми правилами: внимательно прочитать условие задачи; записать, что дано; перевести, если это необходимо, единицы физических величин в единицы системы СИ; записать, если это необходимо, уравнение реакции и расставить коэффициенты; записать ответ.

Задания в виде кроссвордов

Учебный кроссворд – это дидактическая игра, которая содержит в первую очередь учебную задачу.

Кроссворд одна из самых удобных игровых форм для повторения изученного материала и проверки знаний обучающегося.

Также такой вид контроля имеет большое значение для повышения интереса к обучению. Если во время обычной контрольной работы обучающийся находится в стрессовом состоянии, то кроссворд ассоциируется у него с игрой: всегда есть возможность угадать забытый термин. Разгадывая кроссворд, он получает объективную информацию о результатах своей учебной деятельности.

Метод проверки знаний в виде кроссворда позволяет:

– снять эмоциональное напряжение во время контроля благодаря игровой форме проверки;

– угадать забытое слово, зная остальные;

– сократить время на запись ответа;

– уменьшить трудоемкость проверки.

Задания по изучению нормативной литературы

Специалисты, деятельность которых неразрывно связана с обеспечением пожарной безопасности, должны быть в курсе нормативной базы МЧС. Для того чтобы ориентироваться в данной сфере, а также обладать максимумом информации по вопросам, касающимся пожарной безопасности технологических процессов, необходим ежедневный мониторинг актуальной литературы в данной области.

Различного рода нормативно-правовые документы составляют основу нормативной базы МЧС, которая содержит в себе основную актуальную информацию. Ознакомление и последующее освоение такой информации необходимо не только при изучении дисциплины пожарная безопасность технологических процессов, но и в целом для того, чтобы обучающейся ориентировался в сфере пожарной безопасности. К слову,

грамотная и умелая работа с нормативной литературой по пожарной безопасности – это неотъемлемая часть, системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты.

Письменный ответ на вопрос

Ответ на вопрос должен быть лаконичным, сопровождаться конкретным изложением материала и исчерпывающим. При необходимости в письменном ответе допускается приводить цитаты, ссылки на источники не повествуемой информации, схемы или рисунки.

2.2. Примеры заданий. Первый семестр.

2.2.1. Тестовые задания

Таблица 1 – Пример тестового задания 1

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
1	Укажите, как может осуществляться аварийный слив жидкости из аппарата	1) с помощью насоса
		2) путем подогрева жидкости
		3) путем выдавливания инертной средой
		4) путем охлаждения жидкости
2	Укажите защитное устройство для предотвращения проскока пламени через дыхательные клапаны в емкости с горючими веществами	1) сигнализатор
		2) отрывная мембрана
		3) огнепреградитель
		4) хлопушка
3	Анализ пожарной опасности технологических процессов производств в соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-98 не включает в себя	1) определение аппаратов, участков, цехов с горючей средой
		2) определение огнестойкости строительных конструкций
		3) анализ возможных источников зажигания внутри аппаратов, в помещении и снаружи
		4) разработку мероприятий противопожарной защиты
4	Для хранения ЛВЖ и ГЖ не используются	1) резервуары
		2) баки
		3) эксгаустеры
		4) бочки
5	Горючая среда над поверхностью РВСПК с дизельным топливом не образуется, когда	1) $t_р > t_{всп}$ и $\varphi > НКПР$
		2) $t_р < ВКПР$ и $\varphi > ВТПР$
		3) $t_р < t_{всп}$ и $\varphi < НКПР$
		4) $t_р < ВТПР$ и $\varphi < ВКПР$

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа	
6	Приведите формулу расчета давления насыщенного пара при расчетной температуре горючей жидкости	1) $P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{t_p + C_A}\right)}$	2) $P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(\frac{A-B}{tp + CA}\right)}$
		3) $P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(\frac{A+B}{t_p + C_A}\right)}$	4) $P_s = 10^5 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{t_p + C_A}\right)}$
7	Определите вид соединений, относящийся к разъёмным	1) паяные	
		2) клееные	
		3) сварные	
		4) ниппельные	
8	Укажите возможную причину возникновения пожароопасной ситуации	1) остановка аппарата	
		2) ошибки в монтаже	
		3) ремонт аппарата	
		4) пуск аппарата в работу	
9	Условием образования ВОК с поверхности разлива жидкости является	1) $\varphi_н \le \varphi_р \le \varphi_в$	
		2) $t_р \ge t_{всп\ (о.т)}$	
		3) $\varphi_р \approx \varphi_s$	
		4) $\varphi_н \le \varphi_р \le \varphi_в$ и $t_р \ge t_{всп\ (о.т)}$	
10	Укажите основной параметр источников зажигания	1) скорость действия	
		2) энергия	
		3) объём	
		4) масса	
11	Укажите защитное устройство, которое ограничивает растекание горючих жидкостей при аварии	1) автоматическая задвижка	
		2) земляной вал	
		3) обратный клапан	
		4) гидрозатвор	
12	Жидкость относится к ЛВЖ, если	1) $t_{всп} \le 28$ °С	
		2) $t_{всп} > 100$ °С	
		3) $t_{всп} > 61$ °С	
		4) $t_{всп} > 63$ °С	
13	Устройство местных отсосов над открытыми аппаратами с ЛВЖ и ГЖ приводит	1) к уменьшению $t_р$ паров ЛВЖ и ГЖ	
		2) к уменьшению φ паров ЛВЖ и ГЖ	
		3) к увеличению $t_р$ паров ЛВЖ и ГЖ	
		4) к увеличению φ паров ЛВЖ и ГЖ	
14	Коэффициент участия во взрыве будет равен 0,5 у следующего горючего	1) пары этанола	
		2) пары ацетона	
		3) водород	
		4) метан	

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
15	Что понимают под термином «Большое дыхание»	1) вытеснение паров из аппарата при заполнении его жидкостью
		2) вытеснение паров из аппарата в результате повышения температуры
		3) вытеснение паров из аппарата в результате понижения температуры
		4) выход паровоздушной смеси из аппарата наружу вследствие повышения атмосферного давления
16	Укажите, где следует располагать резервуарные парки по отношению к другим предприятиям и населённым пунктам	1) на возвышенности
		2) в низменности
		3) на том же уровне
		4) не имеет значения
17	Виды повреждений технологического оборудования классифицируют следующим образом	1) полное разрушение оборудования
		2) локальное повреждение оборудования
		3) точечное повреждение оборудования
		4) язвенное повреждение оборудования
18	Очистка теплообменных поверхностей в компрессоре позволяет снизить образование	1) теплоты сжатия
		2) статических разрядов
		3) молний
		4) фрикционных искр
19	Укажите, что необходимо учитывать при обосновании устройства аварийного слива	1) аппаратура с жидкостью располагается низко
		2) аппараты имеют небольшой объем
		3) аппаратура располагается на высоте
		4) жидкость в аппарате не пожароопасна
20	Устойчивость огнегасящей насадки против взрыва обеспечивается	1) взрывными мембранными устройствами
		2) предохранительными клапанами
		3) дыхательными клапанами
		4) клапанами-прерывателями

Таблица 2 – Пример тестового задания 2

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
1	Укажите параметр, который необходим в расчёте интенсивности испарения ЛВЖ	1) длительность испарения
		2) свободный объём помещения
		3) давление насыщенного пара ЛВЖ
		4) стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ

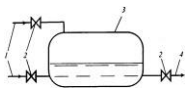
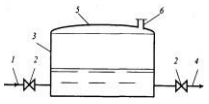
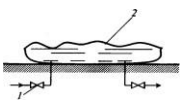
Продолжение таблицы 2

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
2	Укажите значение коэффициента Z участия во взрыве паров ЛВЖ и ГЖ, если они нагреты до температуры вспышки и выше	1) 1,0
		2) 0,3
		3) 0,5
		4) 0
3	Самовоспламенение горючих веществ при контакте с воздухом происходит в случае	1) $t \geq t_{всп}$
		2) $t \geq t_{воспл}$
		3) $t \geq ВТПР$
		4) $t \geq t_{св}$
4	Укажите, где должна располагаться аварийная емкость	1) в соседнем помещении
		2) вне пределов здания
		3) в соседнем здании
		4) вблизи от опорожняемого аппарата
5	Гидрозатворы, установленные на газовой линии высокого давления, должны быть оборудованы	1) обратными предохранительными клапанами
		2) обратными поворотными клапанами
		3) скоростными клапанами-прерывателями
		4) дыхательными клапанами
6	Укажите расчетный параметр для взрывных мембран	1) температура горючей смеси
		2) температура продуктов горения при взрыве
		3) диаметр сбросного отверстия
		4) начальное рабочее давление перед взрывом
7	Искроуловителем является	1) скоростной клапан
		2) обратный клапан
		3) сепаратор
		4) электрофильтр
8	Укажите, чем продувают аварийную емкость перед сливом высоконагретых жидкостей	1) инертным газом
		2) теплым воздухом
		3) горячим воздухом
		4) холодным воздухом
9	Укажите частоту очистки огнепреградителя при размещении его внутри помещения	1) один раз в полгода
		2) один раз в три месяца
		3) один раз в год
		4) один раз в месяц
10	Укажите, какие устройства применяются в промышленности для безопасного сброса давления взрыва	1) мембранные предохранительные устройства
		2) обратные предохранительные клапаны
		3) огнепреградители
		4) заслонки

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
11	Шифром стандарта «Пожарная безопасность. Общие требования» является	1) ГОСТ 12.1.044-89
		2) ГОСТ Р 12.3.047-98
		3) ГОСТ 12.1.041-83
		4) ГОСТ 12.1.004-91
12	Укажите показатель пожарной опасности ацетона, превышение которого ведёт к образованию горючей среды над поверхностью испарения открытого аппарата	1) $t_{всп}$
		2) $t_{воспл}$
		3) $t_{св}$
		4) *ВТПР*
13	Масса паров, поступивших с поверхности разлива ЛВЖ, будет зависеть от следующего параметра	1) свободный объём помещения
		2) стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ
		3) плотность воздуха в помещении
		4) интенсивность испарения
14	Напишите условие образования ВОК в аппаратах с горючими пылями	1) $t_р \geq t_{всп}$
		2) $\varphi_р \geq \varphi_н$
		3) $\varphi_н \leq \varphi_р \leq \varphi_в$
		4) $t_р \geq t_{восп}$
15	Меры профилактики для трубчатых печей включают в себя устройство	1) температурных компенсаторов
		2) огнепреградителей
		3) паровой завесы
		4) предохранительных клапанов
16	Укажите, чем защищают линию аварийного слива ЛВЖ и ГЖ от распространения пламени	1) пламеотсекателем
		2) шнековым питателем
		3) кассетным огнепреградителем
		4) гидравлическим затвором
17	Укажите защитное устройство, которое относится к сухим огнепреградителям	1) огнепреграждающая задвижка
		2) искроуловитель
		3) гидравлический затвор
		4) электрофильтр
18	Укажите условие распространения пожара между смежными объектами	1) $q_п < q_{мин}$
		2) $q_п \geq q_{мин}$
		3) $q_п = 2q_{мин}$
		4) $q_п = 0{,}5q_{мин}$
19	Снижение концентрации горючих газов в аппарате за счёт введения инертных газов называется	1) окислением
		2) абсорбцией
		3) адсорбцией
		4) флегматизацией
20	Определите условие образования горючей среды в паровоздушном пространстве РВСП с метанолом	1) $t_р < ВКПР$ и $\varphi > НТПР$
		2) $t_р > t_{всп}$ и $\varphi > НКПР$
		3) $t_р > ВТПР$ и $\varphi > ВКПР$
		4) $t_р < t_{всп}$ и $\varphi < НКПР$

Таблица 3 – Пример тестового задания 3

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
1	Укажите место размещения мембранных клапанов	1) середина аппарата 2) верхняя часть аппарата 3) нижняя часть аппарата 4) дно аппарата
2	Искрогасителем является	1) турбинно-вихревой уловитель 2) скоростной клапан 3) обратный клапан 4) сепаратор
3	Укажите, для чего продувают сливную линию перед сливом высоконагретых жидкостей	1) для снижения давления в линии 2) для нагрева сливной линии 3) для предупреждения возможного взрыва 4) для охлаждения сливной линии
4	Укажите частоту проверки огнепреградителя при размещении его внутри помещения	1) один раз в три месяца 2) один раз в полгода 3) один раз в год 4) один раз в месяц
5	Укажите устройства, которые применяются в промышленности для безопасного сброса давления взрыва	1) компенсаторы 2) взрывные клапаны 3) сигнализаторы 4) огнепреградители
6	Коэффициент участия во взрыве будет равен 0 у следующего горючего, нагретого до температуры 20 °С, при отсутствии возможности образования аэрозоля	1) пары ацетона 2) пары этанола 3) пары бензина 4) пары нефти
7	Схема дышащего аппарата с жидкостью	1)  2)  3)  4) 
8	Охлаждение трущихся частей деталей оборудования снижает образование	1) молний 2) статических разрядов 3) теплоты трения 4) искр удара
9	Укажите, как избавиться от водяного конденсата в аварийном резервуаре при аварийном сливе	1) в днище предусмотреть отверстие с пробкой 2) подогревать аварийный резервуар 3) днище резервуара сделать с уклоном 4) охлаждать аварийный резервуар

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
10	Укажите выражение для определения действительного диаметра канала насадки огнепреградителя	1) $d > 0,5 \cdot d_{кр}$
		2) $d < 0,5 \cdot d_{кр}$
		3) $d = d_{кр}$
		4) $d = 0,5 \cdot d_{кр}$
11	Укажите, чем продувают сливную линию перед аварийным сливом	1) водородом
		2) холодным воздухом
		3) нагретым воздухом
		4) водяным паром
12	Укажите защитное устройство, которое относится к огнепреградителям	1) автоматическая заслонка
		2) газлифт
		3) циклон
		4) мембрана
13	Укажите выражение для определения степени расширения газа за счет нагрева продуктов сгорания теплом реакции	1) $\varepsilon = T_{взр}/T_{нач}$
		2) $\varepsilon = T_{взр} + T_{нач}$
		3) $\varepsilon = T_{взр} - T_{нач}$
		4) $\varepsilon = T_{взр} - T_{нач}$
14	Условие существования горючей среды в оборудовании, в котором обращаются горючие пыли	1) $\varphi_p < ПДВК$
		2) $\varphi_p < НКПР$
		3) $\varphi_p \geq НКПР$
		4) $\varphi_p \geq ВКПР$
15	Горючая среда над поверхностью РВСПК с сырой нефтью образуется, если	1) $t_p > ВТПР$ и $\varphi > ВКПР$
		2) $t_p < t_{всп}$ и $\varphi < НКПР$
		3) $t_p > t_{всп}$ и $\varphi > НКПР$
		4) $t_p < НКПР$ и $\varphi > ВТПР$
16	Определите, какой показатель пожарной опасности является наиболее высоким	1) температура воспламенения
		2) температура вспышки
		3) температура самовоспламенения
		4) *ВТПР*
17	Среда над поверхностью испарения открытого аппарата с керосином не будет горючей, если	1) $\varphi < НТПР$
		2) $\varphi < ВТПР$
		3) $\varphi < НКПР$
		4) $\varphi < ВКПР$
18	Определите параметр, от которого зависит масса паров, поступивших с поверхности разлива ЛВЖ	1) стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ
		2) свободный объём помещения
		3) длительность испарения
		4) плотность воздуха в помещении

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
19	Что понимают под термином «малое дыхание»	1) вытеснение паров из аппарата при заполнении его жидкостью
		2) вытеснение паров из аппарата в результате повышения температуры
		3) вытеснение паров из аппарата в результате понижения температуры
		4) выход паровоздушной смеси из аппарата наружу, что связано с повышением в нем давления вследствие испарения жидкости и насыщения воздуха парами
20	Концентрация насыщенного пара при рабочей температуре жидкости φ_s определяется по формуле	1) $\varphi_s = 10^3 \cdot 10^{(A - \frac{B}{t_P + C_A})}$
		2) $\varphi_s = \frac{P_s}{P_p}$
		3) $\varphi_s = \frac{V_Г}{V_Г + V_{ОК}}$
		4) по любой из предложенных формул

Таблица 4 – Пример тестового задания 4

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
1	Укажите расчетный параметр для предохранительных клапанов	1) диаметр сбросного отверстия
		2) конечное давление взрыва
		3) температура горючей смеси
		4) начальное рабочее давление перед взрывом
2	Жидкость относится к ГЖ, если	1) $t_{всп} < 28$ °С
		2) $t_{всп} > 63$ °С
		3) $t_{всп} > 28$ °С
		4) $t_{всп} \leq 28$ °С
3	Укажите условие образования горючей среды в паровоздушном пространстве РВСП с дизельным топливом	1) $\varphi < НКПР$
		2) $\varphi \geq НКПР$
		3) $\varphi > ВКПР$
		4) $\varphi \geq ВТПР$
4	Концентрацией насыщенного параφ_s является функция	1) $\varphi_s = f(v)$
		2) $\varphi_s = f(t)$
		3) $\varphi_s = f(p)$
		4) $\varphi_s = f(t,p)$

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
5	Что понимают под термином «горючая среда»	1) окислитель
		2) горючее вещество
		3) горючее вещество в смеси с окислителем
		4) горючая нагрузка
6	Интенсивность испарения ЛВЖ зависит от следующего параметра	1) молярная масса ЛВЖ
		2) свободный объём помещения
		3) длительность испарения
		4) стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ
7	Укажите значение коэффициента Z участия во взрыве горючего газа (кроме водорода)	1) 0,5
		2) 1,0
		3) 0
		4) 0,3
8	Технологические процессы с веществами, самовоспламеняющимися при контакте с воздухом, следует проводить в аппаратах следующих типов	1) открытые
		2) дышащие
		3) герметичные
		4) не имеет значения
9	Укажите, для чего днище аварийного резервуара делают с уклоном	1) для продувки резервуара
		2) для слива жидкости
		3) для снижения концентрации паров
		4) для удаления водяного конденсата
10	Диаметр канала насадки огнепреградителя рассчитывается	1) по методу Зельдовича
		2) по уравнению Антуана
		3) по методике Алексеева
		4) по уравнению Дарси-Вейсбаха
11	Укажите, чем продувают аварийную емкость перед аварийным сливом	1) холодным воздухом
		2) водяным паром
		3) кислородом
		4) нагретым воздухом
12	Укажите защитное устройство, которое относится к огнепреградителям	1) автоматический шибер
		2) сифон
		3) искрогаситель
		4) рукавный фильтр
13	Укажите нормативный срок замены мембран	1) через полгода
		2) через год
		3) через каждые два года
		4) нет нормативного срока

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
14	Флегматизация герметичного аппарата с горючими газами должна приводить к следующему	1) $\varphi_p > ВКПР$
		2) $\varphi_p < НКПР$
		3) $\varphi_p > НКПР$
		4) $t_p < t_{всп}$
15	Укажите условие образования горючей среды в паровоздушном пространстве РВС с этанолом	1) $t_p > t_{всп}$ и $\varphi > НКПР$
		2) $t_p > ВТПР$ и $\varphi > ВКПР$
		3) $t_p > ВКПР$ и $\varphi < НТПР$
		4) $t_p < t_{всп}$ и $\varphi < НКПР$
16	Укажите шифр стандарта «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля»	1) ГОСТ 12.1.004-91
		2) ГОСТ 12.1.041-83
		3) ГОСТ Р 12.3.047-98
		4) ГОСТ 12.1.044-89
17	Определите показатель пожарной опасности бензина, превышение которого приводит к образованию горючей смеси над поверхностью испарения	1) *ПДВК*
		2) *НКПР*
		3) *ВКПР*
		4) *ВТПР*
18	Укажите параметр, от которого зависит масса паров, поступивших с поверхности разлива ЛВЖ	1) плотность воздуха в помещении
		2) площадь поверхности разлива
		3) свободный объём помещения
		4) стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ
19	Какие из нижеперечисленных способов не подходят для обеспечения пожарной безопасности дышащих аппаратов	1) установка диска-отражателя под дыхательным патрубком
		2) применение газоуравнительной системы (ГУС)
		3) заварка (герметизация) дыхательных устройств
		4) улавливание вытесняемых через дыхательные устройства паров методами сорбции, охлаждения…;
20	Укажите меру профилактики для трубчатых печей	1) удаление на безопасное расстояние
		2) установка предохранительных клапанов
		3) устройство температурных компенсаторов
		4) устройство огнепреградителей

Примечание: *ПДВК – предельно допустимая взрывобезопасная концентрация; НКПР (ВКПР)– нижний (верхний) концентрационный предел распространения пламени; НТПР (ВТПР) – нижний (верхний) температурный предел распространения пламени.*

2.2.2. Расчетные задания

Задача №1. Определить концентрацию насыщенного пара бутилового спирта (C_4H_9OH), находящегося в «дышащем» аппарате при температуре 50 ^{0}C (по уравнению Антуана).

Решение

1. Определить давление насыщенного пара по уравнению Антуана:

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{(A - \frac{B}{t_p + C_a})}, \quad (1)$$

где A, B, C_a – константы уравнения Антуана;

t_p – рабочая температура, ^{0}C.

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{(8{,}72232 - \frac{2664{,}684}{50 + 279{,}638})} = 4351{,}635 Па.$$

2. Определить концентрацию насыщенного пара:

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p}, \quad (2)$$

где P_s – давление насыщенного пара, Па;

P_p – рабочее давление в аппарате, Па, $P_p = 101325 Па$.

$$\varphi_s = \frac{4351{,}635}{101325} = 0{,}043 об.доли.$$

Задача №2. Определить концентрацию насыщенного пара бензина АИ-95, находящегося в «дышащем» аппарате при температуре 30 ^{0}C (по формуле В.П. Сучкова).

Решение

1. Определить давление насыщенного пара по формуле В.П. Сучкова:

$$P_н = \frac{\exp\left[6{,}908 + 0{,}0443(t_р - 0{,}924 \cdot t_{всп} + 2{,}055)\right]}{1047 + 7{,}48 \cdot t_{всп}} кПа, \quad (3)$$

где $t_{всп}$ – температура вспышки нефтепродукта, ^{0}C;

t_p – расчетная температура, ^{0}C.

$$P_н = \frac{\exp\left[6{,}908 + 0{,}0443\ (30 - 0{,}924 \cdot (-37) + 2{,}055)\right]}{1047 + 7{,}48 \cdot (-37)} = 21{,}08 кПа$$

2. Определить концентрацию насыщенного пара:

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p}$$

где P_s – давление насыщенного пара, Па;

P_p – рабочее давление в аппарате, Па, $P_p = 101{,}3 кПа$.

$$\varphi_s = \frac{21{,}08}{101{,}3} = 0{,}2 об.доли .$$

Задача №3. Соблюдены ли условия пожаровзрывобезопасности при хранении ацетона в аппарате, если рабочая концентрация паров данного вещества 0,11 об. долей (принять $\varphi_p = \varphi_s$)

Решение

1. Определить показатели пожаровзрывоопасности вещества с учетом коэффициентов безопасности:

$$\varphi_{р.без} \le 0{,}9 \cdot (\varphi_{нпв} - 0{,}7 \cdot R) , \quad (4)$$

или

$$\varphi_{р.без} \ge 1{,}1 \cdot (\varphi_{впв} + 0{,}7 \cdot R) , \quad (5)$$

где $\varphi_{нпв}$, $\varphi_{впв}$ – нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени, об. доли;

R – воспроизводимость метода определения показателя пожарной опасности при доверительной вероятности 95%, об. доли.

$$\varphi_{р.без} \le 0{,}9 \cdot (0{,}027 - 0{,}7 \cdot 0{,}003) ,$$

$$\varphi_{р.без} \le 0{,}02241 ,$$

или

$$\varphi_{р.без} \ge 1{,}1 \cdot (0{,}13 + 0{,}7 \cdot 0{,}006) ,$$

$$\varphi_{р.без} \ge 0{,}14762 .$$

Так как $\varphi_p = 0{,}11 об.доли$ и $0{,}02241 \le 0{,}11 \le 0{,}14762$, то среда в аппарате пожаровзрывоопасная.

Задача №4. Определить область распространения пламени спирто - воздушных смесей (для метилового спирта CH_4O), нагретых до 350 ^{0}C.

Решение

При температурах в диапазоне от 25 до 150 ^{0}C нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени вычисляют по формулам:

$$\varphi^{t_p}_{нпв} = \varphi_{нпв}\left(1 - \frac{t-25}{1250}\right), \quad (6)$$

$$\varphi^{t_p}_{впв} = \varphi_{впв}\left(1 + \frac{t-25}{800}\right), \quad (7)$$

где $\varphi_{нпв}$, $\varphi_{впв}$ – нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени, об. доли.

$$\varphi^{t_p}_{нпв} = 0{,}0698 \cdot \left(1 - \frac{350-25}{1250}\right) = 0{,}052\, об.долей,$$

$$\varphi^{t_p}_{впв} = 0{,}355 \cdot \left(1 + \frac{350-25}{800}\right) = 0{,}499\, об.долей.$$

Задача №5. Определить количество горючих паров, вышедших наружу из вертикального стального резервуара объемом 1000м^3 через дыхательное устройство, при большом дыхании. Емкость заполнена на 80% бензином АИ-92. Температура воздуха равна 16 ^{0}C.

Решение

1. Определить объем поступающей в аппарат жидкости:

$$V_ж = \varepsilon \cdot V_{ап}, \quad (8)$$

где ε – степень заполнения аппарата, %;

$V_{ап}$ – объем аппарата, м^3.

$$V_ж = 0{,}8 \cdot 1000 = 800\, м^3.$$

2. Определить давление насыщенного пара по уравнению Антуана (или по формуле В.П. Сучкова):

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{t_p + C_a}\right)},$$

где A, B, C_a – константы уравнения Антуана;

t_p – температура воздуха, ^{0}C.

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{(4{,}12311 - \frac{664{,}976}{16+221{,}695})} = 21159{,}628\,Па.$$

3. Определить концентрацию насыщенного пара:

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p},$$

где P_s – давление насыщенного пара, Па;

$P_р$ – атмосферное давление, Па, $P_p = 101325 Па$.

$$\varphi_s = \frac{21159{,}628}{101325} = 0{,}209 об.доли.$$

4. Определить количество горючих паров, выходящих из аппарата при "большом дыхании":

$$G_б = V_ж \cdot \frac{P_p}{T_р} \cdot \varphi_s \cdot \frac{M}{8314{,}31}, \qquad (9)$$

где $V_ж$ – объем жидкости в аппарате, м^3;

$P_р$ – атмосферное давление, Па, $P_p = 101325 Па$;

$T_р$ – рабочая температура, К;

φ_s – концентрация насыщенного пара;

M – молярная масса;

8314,31 – универсальная газовая постоянная, Дж/(кмоль·К).

$$G_б = 800 \cdot \frac{101325}{289} \cdot 0{,}209 \cdot \frac{97}{8314{,}31} = 683{,}913 кг/цикл.$$

<u>Задача №6.</u> Определить количество горючих паров, вышедших наружу из вертикального стального резервуара объемом 5000 м^3 через дыхательное устройство, при малом дыхании. В емкости находится 4000 м^3 бензина АИ-92. Температура воздуха в летний период днем равна 42 ^{0}С, а ночью 33 ^{0}С.

<u>Решение</u>

1. Определить давление насыщенного пара по уравнению Антуана (или по формуле В.П. Сучкова) при разных температурах:

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{(A - \frac{B}{t_p + C_a})},$$

где A, B, C_a – константы уравнения Антуана;

$t_р$ – температура воздуха, ^{0}С.

$$P_{s1} = 10^3 \cdot 10^{(4{,}12311 - \frac{664{,}976}{42+221{,}695})} = 39934{,}488\,Па,$$

$$P_{s2} = 10^3 \cdot 10^{(4{,}12311 - \frac{664{,}976}{33+221{,}695})} = 32526{,}563\,Па.$$

2. Определить концентрацию насыщенного пара при разных температурах:

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p},$$

где P_s – давление насыщенного пара, Па;

$P_р$ – атмосферное давление, Па, $P_p = 101325 Па$.

$$\varphi_{s1} = \frac{39934{,}488}{101325} = 0{,}394\,об.доли,$$

$$\varphi_{s2} = \frac{32526{,}563}{101325} = 0{,}321 об.доли.$$

3. Определить среднюю концентрацию насыщенного пара:

$$\varphi_{s(ср)} = \frac{\varphi_{s1} + \varphi_{s2}}{2}, \qquad (10)$$

где φ_{s1} – объемная доля насыщенных паров при температуре 42 °С;

φ_{s2} – объемная доля насыщенных паров при температуре 33 °С.

$$\varphi_{s(ср)} = \frac{0{,}394 + 0{,}321}{2} = 0{,}3575 об.доли.$$

4. Определить паровоздушный объем аппарата:

$$V_{св} = V_{ап} - V_{ж}, \qquad (11)$$

где $V_{ап}$ – объем аппарата, м^3;

$V_{ж}$ – объем жидкости в аппарате, м^3.

$$V_{св} = 5000 - 4000 = 1000\,м^3.$$

5. Определить количество горючих паров, выходящих из аппарата при "малом дыхании":

$$G_{м} = V_{св} \cdot P_p \cdot \left(\frac{1-\varphi_{s1}}{t^1 + 273} - \frac{1-\varphi_{s2}}{t_2 + 273} \right) \cdot \frac{\varphi_{s(ср)}}{1-\varphi_{s(ср)}} \cdot \frac{M}{8314{,}31}, \qquad (12)$$

где $V_{св}$ – паровоздушный объем аппарата, м^3;

$P_р$ – атмосферное давление, Па, $P_р = 101325 Па$;

φ_{s1} – объемная доля насыщенных паров при температуре 42 °С;

t_1 –температура воздуха в летний период днем, ^{0}С;

φ_{s2} – объемная доля насыщенных паров при температуре 33 °С;

t_2 –температура воздуха в летний период ночью, ^{0}С;

$\varphi_{s(ср)}$ – средняя концентрация насыщенного пара;

M – молярная масса;

8314,31 – универсальная газовая постоянная, Дж/(кмоль·К).

$$G_м = 1000 \cdot 101325 \cdot \left(\frac{1-0,394}{42+273} - \frac{1-0,321}{33+273} \right) \cdot \frac{0,3575}{1-0,3575} \cdot \frac{97}{8314,31} = 194,285 кг/цикл.$$

<u>Задача №7.</u> Пересчитать значение нижнего концентрационного предела распространения пламени толуола из об. долей в кг/м ^{3}. Рабочее давление паровоздушной смеси в аппарате – атмосферное, температура 30 ^{0}С.

<u>Решение</u>

1. Определить объем, занимаемый килограмм-молекулой газа при заданной температуре и давлении:

$$V_t = V_0 \cdot \frac{T_р}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P_р}, \qquad (13)$$

где V_0 – мольный объем, м^3/кмоль, V_0 = 22,4 м^3/кмоль;

$T_р$ – рабочая температура, К;

T_0 – начальная температура, К;

P_0 – начальное (атмосферное) давление, Па, $P_0 = 101325 Па$;

$P_р$ – рабочее давление, Па.

$$V_t = 22,4 \cdot \frac{303}{273} \cdot \frac{101325}{101325} = 24,862 м^3/кмоль.$$

2. Перевести нижний концентрационный предел распространения пламени из объемных долей в кг/м^3:

$$\varphi_н^{кг/м^3} = \frac{\varphi_н^{об.д} M}{V_t}, \qquad (14)$$

где $\varphi_н^{об.д}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени, об. доли;

M – молярная масса;

V_t – объем, занимаемый килограмм-молекулой газа, м^3/кмоль.

$$\varphi_н^{кг/м^3} = \frac{0,0127 \cdot 92,14}{24,862} = 0,047 кг/м^3.$$

Задача №8. Определить высоту обвалования для группы вертикальных стальных резервуаров (РВС) со стационарной крышей номинальной емкостью 5000 м^3 каждый, расположенных в одном ряду. Известно, что общее число резервуаров в парке составляет 4 шт. В резервуарах хранится нефть.

Решение

1. Определить диаметр резервуаров, расположенных в одной группе:
Так как $V_p^{5000} = 5000\,м^3$, то $d_p^{5000} = 21м$.

2. Определить расстояние между резервуарами, расположенными в одной группе:

Так как РВС со стационарной крышей, максимальный объем одного резервуара не более 50000 м^3 и хранится нефть ($t_{всп} \le 45\,^0C$), то:

$$0{,}75 \cdot d_p \le r_{р-р} \le 30\,м, \qquad (15)$$

где $r_{р\text{-}р}$ – расстояние между резервуарами, м;
$d_р$ – диаметр резервуара, м.

$$15{,}75\,м \le r_{р-р} \le 30\,м.$$

Принимаем $r_{р-р} = 17\,м$.

3. Определить расстояние от стенок резервуаров до подошвы внутренних откосов обвалования:

Так как РВС объемом до 10000 м^3, то:

$$r_{р-п} \ge 3\,м,$$

где $r_{р\text{-}п}$ – расстояние между стенкой резервуара и подошвой внутренних откосов обвалования, м.

Принимаем $r_{р-п} = 3м$

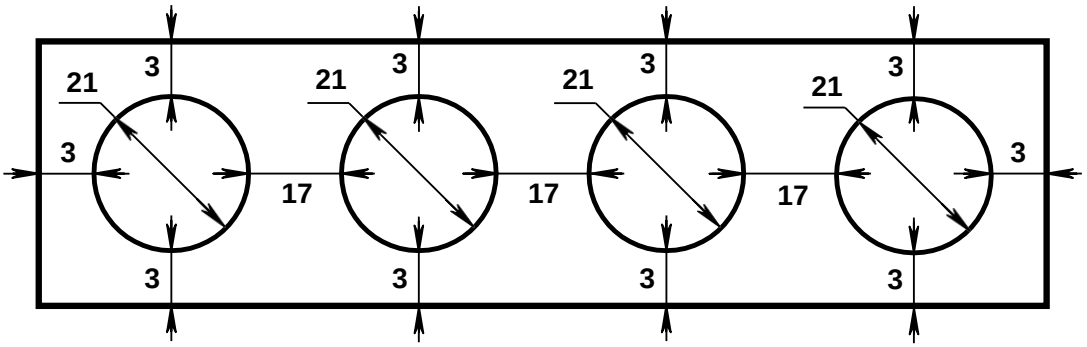


Рисунок – Группа резервуаров объемом 5000 м^3

4. Определить площадь обвалования:

$$S_{обв} = a \cdot b, \tag{16}$$

где a – длина обвалования, м;

b – ширина обвалования, м.

$$a = 3+21+17+21+17+21+17+21+3 = 141 м,$$

$$b = 3+21+3 = 27 м,$$

$$S_{обв} = 141 \cdot 27 = 3807 м^2.$$

5. Определить площадь основания разрушенного резервуара ($V_p^{авар} = V_p^{5000} = 5000 м^3$):

$$S_p^{авар} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \tag{17}$$

где π – константа (лудольфово число), π = 3,14;

$d_р$ – диаметр резервуара, м.

$$S_p^{5000} = \frac{3,14 \cdot 21^2}{4} = 346,185 м^2.$$

6. Определить площадь, на которую может разлиться жидкость в результате разрушения одного резервуара:

$$S_{св} = S_{обв} - \sum S_{рез}, \tag{18}$$

где $S_{обв}$ – площадь обвалования, м^2;

$\sum S_{рез}$ – площадь не разрушенных резервуаров, расположенных в одной группе, м^2.

$$S_{св} = 3807 - (346,185 + 346,185 + 346,185) = 2768,445 м^2.$$

7. Определить высоту разлившейся жидкости:

$$h_{ж} = \frac{V_р^{авар}}{S_{св}}, \tag{19}$$

где $V_р^{авар}$ – объем разрушенного резервуара, м^3;

$S_{св}$ – свободная площадь, на которую может разлиться жидкость в результате разрушения одного резервуара, м^2.

$$h_{ж} = \frac{5000}{2768,445} = 1,806 м.$$

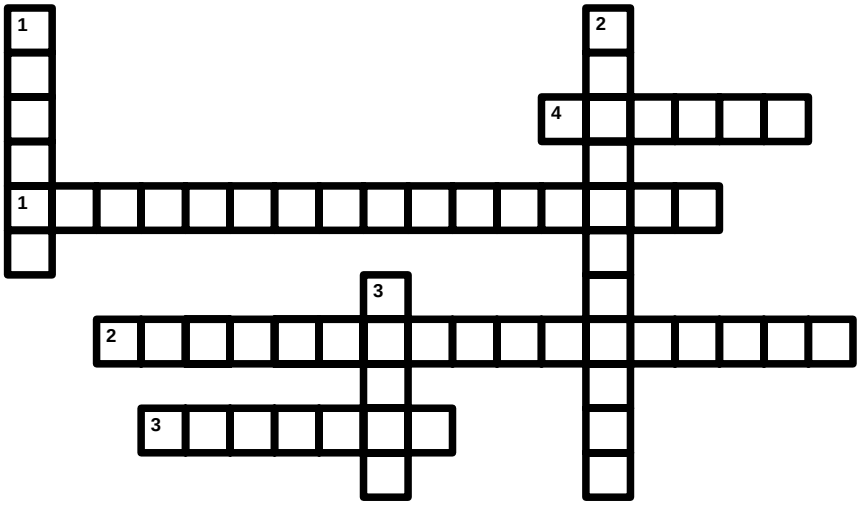
8. Определить высоту обвалования:

$$h_{обв} = h_{ж} + 0{,}2\,, \qquad (20)$$

где $h_ж$ – высота разлившейся жидкости, м.

$$h_{обв} = 1{,}806 + 0{,}2 = 2{,}006\,м\,.$$

2.2.3. Задания в виде кроссвордов



По горизонтали

1. Устройство на сбросных и факельных трубах, на резервуарах и ёмкостях с горючими жидкостями, на газовых коммуникациях и др. для прекращения распространения пламени?
2. Вид коррозии, при котором разрушение металла происходит под воздействием возникающих в коррозионной среде гальванических элементов?
3. Авария с гибелью не менее десяти человек?
4. Механический износ материала движущейся средой?

По вертикали

1. Какое разрушение технологического оборудования характеризуется выходом всего содержимого наружу?
2. Аппарат, у которого внутреннее пространство полностью изолировано от окружающей среды?
3. Неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства?

Ответы:

№ вопроса	По горизонтали	По вертикали
1	Огнепреградитель	Полное
2	Электрохимическая	Герметичный
3	Крупная	Пожар
4	Эрозия	-

2.2.4. Задания по изучению нормативной литературы

Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

Федеральный закон 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Федеральный закон от 10.07.2012 № 117-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

ГОСТ Р 12.3.047-2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Госстандарт России, 2012.

ГОСТ 12.1.004-91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Госстандарт России, 1992. – 78с.

ГОСТ 12.1.044-89*. СТ СЭВ 1495-79. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Издательство стандартов, 1991.

ГОСТ 12.1.010-76*. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.

СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

ВНЭ 5-79. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности.

ВУПП-88. Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

2.2.5. Письменный ответ на вопрос

1. Основные направления в обеспечении пожарной безопасности технологических процессов. Требования ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» по вопросам обеспечения пожарной безопасности производственных объектов.

2. Мероприятия, направленные на исключение или снижение горючей среды, источников зажигания и ограничение распространения пожара.

3. Анализ возможности образования взрывоопасной концентрации в аппаратах с горючими пылями и способы обеспечения пожарной безопасности.

4. Особенности образования взрывоопасной концентрации в технологическом оборудовании при пуске в работу и остановке на осмотр или ремонт и способы обеспечения пожарной безопасности.

5. Технические решения, способствующие предотвращению образования горючих концентраций в закрытых аппаратах с неподвижным и подвижным уровнями жидкости.

6. Технические решения, направленные на снижение пожаровзрывоопасности производств при наличии аппаратов с открытой поверхностью испарения.

7. Технические решения, направленные на снижение пожаровзрывоопасности аппаратов периодического действия.

8. Профилактические мероприятия, направленные на уменьшение пожаровзрывоопасности запылённых помещений.

9. Причины и условия образования в аппаратах и трубопроводах полимерных, ледяных и кристаллогидратных пробок.

10. Опасность разрушения оборудования при действии низкой температуры и способы обеспечения пожарной безопасности.

11. Опасность разрушения оборудования при резких перепадах температур и способы обеспечения пожарной безопасности.

12. Закономерности нарастания концентраций горючих паров и газов в производственных помещениях.

13. Определение размеров зон взрывоопасных концентраций на наружных технологических установках.

14. Пожарная опасность при аварийной разгерметизации технологического оборудования и способы обеспечения пожарной безопасности.

15. Причины, вызывающие интенсивное искрообразование при работе печей, карбюраторных и дизельных двигателей, а также мероприятия, предупреждающие возможность интенсивного искрообразования.

16. Условия, способствующие перегреву поверхностей, и способы защиты разогретых поверхностей от возможного соприкосновения с ними горючих веществ.

17. Аварийный слив горючих жидкостей из аппаратов: определение продолжительности аварийного слива, требования к системе аварийного слива.

18. Аварийный выпуск горючих газов и паров: определение продолжительности аварийного выпуска газов, требования к системе аварийного выпуска. Обеспечение безопасности при аварийном сливе жидкостей и выпуске газов.

19. Эвакуация твердых материалов и переносных сосудов с огнеопасными веществами.

2.3. Примеры заданий. Второй семестр.

2.3.1. Тестовые задания

Таблица 5 – Пример тестового задания 5

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
1	Количество горючих паров, выходящих из сообщающегося с атмосферой («дышащего») аппарата за один цикл «малого дыхания», определяют по формуле	1) $G = V_{ж} \cdot \frac{P_p}{t_p + 273} \cdot \varphi_s \cdot \frac{M}{8314{,}31}$
		2) $G = V_c \cdot P_p \cdot \left(\frac{1-\varphi_1}{t_1 + 273} - \frac{1-\varphi_2}{t_2 + 273} \right) \cdot \frac{\varphi_{ср}}{1-\varphi_{ср}} \cdot \frac{M}{8314{,}31}$
		3) $V_c \cdot \frac{\varphi_s}{t + 273} \cdot (P_p - P_{бар.}) \cdot \frac{M}{8314{,}31} G =$
		4) $m_{и} = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_S \cdot F_{и} \cdot \tau$
2	Жидкость относится к ЛВЖ, если	1) $t_{всп} \leq 100$ °С
		2) $t_{всп} > 61$ °С
		3) $t_{всп} > 100$ °С
		4) $t_{всп} \leq 61$ °С
3	Уменьшение поверхности испарения открытых аппаратов с ЛВЖ и ГЖ приводит	1) к уменьшению t_p паров ЛВЖ и ГЖ
		2) к уменьшению φ паров ЛВЖ и ГЖ
		3) к увеличению t_p паров ЛВЖ и ГЖ
		4) к увеличению φ паров ЛВЖ и ГЖ

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
4	Коэффициент участия во взрыве будет равен 0,3 у следующего горючего, нагретого до температуры 20 °С	1) метан
		2) пары бензина
		3) водород
		4) ацетилен
5	Укажите категорию помещения, в котором обращаются горючие пыли и волокна, и расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа	1) А
		2) Б
		3) $В_1$
		4) $В_2$
6	Для предотвращения разлива горючей жидкости через дверные проёмы за пределы помещения используют	1) общеобменную вентиляцию
		2) дополнительные задвижки
		3) огнепреградители
		4) пороги с пандусами
7	Укажите, в каком случае допускается принимать свободный объем помещения условно равным 80% его геометрического объема	1) если $V_{помещ} = V_{оборуд}$
		2) если $V_{свобод}$ определить невозможно
		3) если нельзя определить $V_{помещ}$
		4) если известно $V_{оборуд}$
8	Укажите меру профилактики образования статического электричества	1) искробезопасное исполнение
		2) теплоизоляция
		3) заземление
		4) молниеотводы
9	Укажите один из способов ограничения распространения пожара на производстве	1) замена горючих веществ негорючими
		2) изменение рабочих параметров ТП
		3) сокращение числа операций на производстве
		4) уменьшение количества исходного сырья
10	К какой категории относится складское помещение, в котором обращаются: горючие газы; лак ЭП 5186; эмаль МЛ 1152	1) А
		2) Б
		3) Д
		4) В
11	Укажите один из способов предотвращения развития пожара на технологических аппаратах с ЛВЖ и ГЖ	1) аварийный сброс
		2) аварийный слив
		3) продувка аппарата
		4) пропарка аппарата
12	Укажите тип защитного устройства для предотвращения распространения пламени из аварийного оборудования	1) огнепреградитель
		2) мембрана
		3) взрывной клапан
		4) дыхательный клапан
13	Укажите документ, который характеризует тепловое воздействие как опасный фактор пожара для человека	1) ГОСТ Р 12.3.047-98
		2) ГОСТ 12.1.004-91
		3) НПБ 105-95
		4) СП 12.13130.2009

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
14	Избыточное давление ΔP для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов C, H, O, N, Cl, Br, I, F, определяется по формуле	1) $\Delta P = \frac{mH_т P_0 Z}{V_{св}\rho_в C_p T_0} \cdot \frac{1}{K_н}$
		2) $\Delta P = (P_{max} - P_0)\frac{mZ}{V_{св}\rho_{г,п}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_н}$
		3) $\Delta P = \frac{\beta}{\beta_{сж.}} \cdot \Delta t$
		4) $\Delta P = \rho \cdot g \cdot H$
15	Определите условие, при котором среда в паровоздушном пространстве дышащих аппаратов с ЛВЖ и ГЖ является негорючей	1) $t_p > t_{всп}$ и $\varphi > НКПР$
		2) $t_p < t_{всп}$ и $\varphi < НКПР$
		3) $t_p < ВТПР$ и $\varphi < ВКПР$
		4) $t_p < ВКПР$ и $\varphi < ВТПР$
16	Перемещение горючих газов благодаря созданию разрежения осуществляется	1) компрессорами
		2) газодувками
		3) вакуум-насосами
		4) вентиляторами
17	Масса паров m, кг, при испарении жидкости, нагретой выше расчетной температуры, но не выше температуры кипения жидкости, определяется по соотношению	1) $m = WF_и T$,
		2) $m = 2\sqrt{M} \cdot P_н \frac{C_ж}{L_{исп}}$
		3) $m = m_р + m_{емк} + m_{св.окр}$,
		4) $m = 0{,}02\sqrt{M} \cdot P_н \frac{C_ж m_п}{L_{исп}}$
18	Под пожароопасной ситуацией понимается	1) пуск аппарата
		2) остановка аппарата
		3) повреждение аппарата
		4) ремонт аппарата
19	Укажите категорию помещения, в котором находится метан, и расчетное избыточное давление взрыва газовоздушной смеси достигает 6000 Па	1) А
		2) Б
		3) $В_1$
		4) $В_2$
20	Источником зажигания может являться	1) окислитель
		2) горючее
		3) холодное тело
		4) нагретое тело

Таблица 6 – Пример тестового задания 6

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа	
1	Удельная пожарная нагрузка для категорий В2 по пожарной опасности	1) 1401–2200 Дж/м^2	2) Более 2200 МДж/м^2
		3) 1401–2200 Дж	4) Более 2200 МДж/м^2
2	Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, перечисленные в Федеральном законе от 22.07.2008 № 123-ФЗ, следует определять для установления нормативных требований по обеспечению	1) пожарной безопасности наружных установок в отношении противопожарных разрывов	
		2) взрывопожарной безопасности наружных установок в отношении размещения оборудования	
		3) взрывопожарной безопасности помещений и зданий в отношении планировки, застройки и этажности	
		4) промышленной безопасности объектов производства взрывчатых веществ	
3	Укажите, какой должна быть вместимость аварийной емкости при аварийном сливе из нескольких емкостных аппаратов	1) не менее объема любого аппарата	
		2) не менее объема наибольшего аппарата	
		3) не менее объема всех аппаратов	
		4) не менее объема наименьшего аппарата	
4	Категории помещений и зданий предприятий и складов определяют на стадии	1) разработки проектов зданий производственного назначения	
		2) эксплуатации складских помещений	
		3) строительства новых производственных зданий	
		4) монтажа оборудования в новых производственных зданиях и помещениях	
5	Укажите мембраны, которые можно использовать многократно	1) срезные	
		2) выщелкивающиеся	
		3) ломающиеся	
		4) разрывные	
6	Оборудованием для ограничения свободного растекания горючих жидкостей в случае аварии является	1) теплоизоляция	
		2) обратные клапаны	
		3) запорная арматура	
		4) бортики	
7	Укажите значение коэффициента Z участия во взрыве паров ЛВЖ и ГЖ, если они нагреты ниже $t_{всп}$, при отсутствии возможности образования аэрозоля	1) 0,5	
		2) 0	
		3) 0,3	
		4) 1,0	

Продолжение таблицы 6

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
8	Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий определяют	1) только для наиболее неблагоприятного в отношении взрыва периода
		2) для наиболее неблагоприятного в отношении пожара и взрыва периода
		3) исходя из учета только пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов
		4) без учета особенностей технологических процессов
9	К повышенной взрывопожароопасной категории А относятся помещения, в которых	1) находятся (обращаются) легковоспламеняющиеся жидкости
		2) развивается расчетное избыточное давление взрыва горючих смесей, не превышающее 5 кПа
		3) находятся (обращаются) горючие пыли и волокна
		4) находятся (обращаются) легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 ºС
10	Укажите помещение, относящееся к категории Д по взрывопожарной и пожарной опасности	1) склад для хранения ж/б конструкций
		2) склад для хранения резинотехнических изделий
		3) склад для хранения керамической посуды в сгораемой упаковке
		4) склад мебели
11	Расчетное время отключения трубопроводов принимают	1) всегда по паспортным данным системы автоматики независимо от ее надежности
		2) всегда равным 120 с
		3) равным 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает $1 \cdot 10^{-6}$ год$^{-1}$ и не обеспечено резервирование ее элементов
		4) более 300 с при ручном отключении и отсутствии обслуживающего персонала на рабочем месте
12	Укажите защитное устройство, которое относится к огнепреградителям	1) клапан-прерыватель
		2) затвор из твердых сыпучих материалов
		3) температурный компенсатор
		4) дыхательный клапан

Продолжение таблицы 6

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа	
13	Укажите опасный фактор пожара для конструкций и содержимого технологических аппаратов и трубопроводов	1) агрессивная внешняя среда	
		2) температура	
		3) агрессивная внутренняя среда	
		4) давление	
14	Значение ПДВК находится в следующей области	1) *ПДВК < НКПР*	2) *ПДВК > ВКПР*
		3) *НКПР≤ПДВК≤ВКПР*	4) *ПДВК > ВТПР*
15	Горючая среда в паровоздушном пространстве РВСП с ацетоном не образуется, если	1) $t_р < t_{всп}$ и φ < *НКПР*	
		2) $t_р < ВТПР$ и φ < *ВКПР*	
		3) $t_р > t_{всп}$ и φ > *НКПР*	
		4) $t_р < НКПР$ и φ < *НТПР*	
16	К какой категории по взрывопожарной и пожарной опасности относится производственное помещение, если в нем обращаются ЛВЖ с температурой вспышки менее 28 °С и $\Delta P > 5$ кПа	1) А	
		2) Б	
		3) Г	
		4) Д	
17	Определите причину аварийного выхода горючих веществ из оборудования	1) нарушения в эксплуатации	
		2) ремонт аппарата	
		3) пуск аппарата в работу	
		4) остановка аппарата	
18	Каким образом согласно СП 12.13130.2009 определяется площадь испарения горючей жидкости при разливе ее на горизонтальную поверхность наружной установки	1) 1 л смесей и растворов с 80 % и менее растворителей разливается на площади 0,15 м^2, а остальных жидкостей – на 0,5 м^2	
		2) 1 л смесей и растворов с 70 % и менее (по массе) растворителей разливается на площади 0,10 м^2, а остальных жидкостей – на 0,15 м^2	
		3) 1 л смесей и растворов, с 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м^2, а остальных жидкостей – на 1 м^2	
		4) 1 л смесей и растворов, с 85 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,10 м^2, а остальных жидкостей – на 0,15 м^2	
19	Укажите категорию помещения, в котором обращается ацетилен и избыточное давление взрыва равно 3,5 кПа а удельная пожарная нагрузка – 310 МДж/м^2	1) А	
		2) Б	
		3) В3	
		4) В4	
20	Определите параметр, характеризующий источник зажигания	1) масса	2) объём
		3) длительность действия	4) скорость действия

2.3.2. Расчетные задания

Задача №1. Определить расчетное избыточное давление взрыва ΔР в производственном помещении длиной (a) 33 м, шириной (b) 6 м и высотой (c) 8 м. В помещении находится бочка с бензином Аи-92 объемом 10 л. Бензин содержит 80 % растворителей. Скорость воздуха в помещении (ω) 0,4 м/с. Температура воздуха в помещении ($t_{возд}$) 20°С.

Решение

Проведем расчет избыточного давления взрыва для паров ЛВЖ:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_в \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_н}, \qquad (21)$$

где m – масса паров ЛВЖ, вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг;

H_T – теплота сгорания бензина Аи-92, кДж/кг;

P_0 – начальное давление, кПа;

Z – коэффициент участия горючих паров в горении (горючего вещества во взрыве);

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м^3:

$$V_{св} = 0{,}8 \cdot V_п = 0{,}8 \cdot (33 \cdot 6 \cdot 8) = 1267{,}2\ м^3;$$

C_p – теплоемкость воздуха, кДж/кгК;

T_0 – начальная температура воздуха, К (20 ^{0}С + 273 К = 293 К);

$K_н$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения;

$\rho_в$ – плотность воздуха при расчетной температуре, кг/м^3:

$$\rho_в = \frac{M}{V_0 \left(1 + 0{,}00367 \cdot t_p\right)} = \frac{29}{22{,}413 \left(1 + 0{,}00367 \cdot 20\right)} = 1{,}205\ кг/м_3,$$

где M – молярная масса воздуха, кг/кмоль;

V_0 – мольный объем, м^3/кмоль;

t_p – расчетная температура воздуха, ^{0}С.

Определяем массу паров ЛВЖ, вышедших в результате расчетной аварии в помещение. Для этого необходимо:

1. Определить давление насыщенного пара по уравнению Антуана (или по формуле В.П. Сучкова):

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{A - \frac{B}{C_a + t_p}},$$

где A, B, C_a – константы Антуана;

t_p – температура жидкости, ^{0}С.

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{4,12311 - \frac{664,976}{221,695+20}} = 23540,069\,Па.$$

2. Определить интенсивность испарения:

$$W_{исп} = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} P_s, \quad (22)$$

где η – коэффициент, принимаемый в зависимости от скорости и температуры воздушного потока по поверхности испарения;

M – молярная масса бензина Аи-92, кг/кмоль;

P_s – давление насыщенного пара, кПа.

$$W_{исп} = 10^{-6} \cdot 4,8 \cdot \sqrt{97} \cdot 23,540 = 0,0011 кг/м^2 с.$$

3. Определить количество жидкости, которое поступит в помещение при самом неблагоприятном варианте аварии. Так как в помещении имеется только емкость, то:

$$V_{ж} = 10\,л,$$

соответственно, площадь испарения $F_{исп}$ будет равна 10 м^2 [п.А.1.2г, 5; п.7г, 6].

4. Определить массу жидкости:

$$m_{ж} = V_{ж} \cdot \rho_{ж}, \quad (23)$$

где $V_{ж}$ – количество жидкости, поступившее в помещение, м^3;

$\rho_{ж}$ – плотность бензина Аи-92, кг/м^3.

$$m_{ж} = 0,01 \cdot 750 = 7,5 кг.$$

5. Определить время полного испарения жидкости:

$$T_{расч} = \frac{m_{ж}}{W_{исп} \cdot F_{исп}}, \quad (24)$$

где $m_{ж}$ – масса жидкости, кг;

$W_{исп}$ – интенсивность испарения, кг/м^{2}с;

$F_{исп}$ – площадь испарения, м^2.

$$T_{расч} = \frac{7,5}{0,0011 \cdot 10} = 681,818 с.$$

Так как время полного испарения жидкости не превышает 3600 с [п.А.1.2е, 5; п.7е, 6] и в помещении нет аварийной вентиляции, то определяем избыточное давление взрыва паров ЛВЖ:

$$\Delta P = \frac{7,5 \cdot 46000 \cdot 101 \cdot 0,3}{1267,2 \cdot 1,205 \cdot 1,01 \cdot 293} \cdot \frac{1}{3} = 7,71 кПа.$$

Задача №2. Определить расчетное избыточное давление взрыва ΔР в производственном помещении длиной (а) 16 м, шириной (b) 12 м и высотой (с) 5 м. В помещении находится емкость с бензолом диаметром ($d_{ап}$) 2 м и высотой ($h_{ап}$) 1 м. Степень заполнения емкости (ε) 5%. В помещении имеется аварийная вентиляция, кратность воздухообмена которой (А) 4/ч. Скорость воздуха в помещении (ω) 0,2 м/с. Температура воздуха в помещении ($t_{возд}$) 10°С. Бензол содержит 15 % растворителей.

Решение

Проведем расчет избыточного давления взрыва для паров ЛВЖ:

$$\Delta P = (P_{max} - P_o)\frac{m \cdot Z \cdot 100}{V_{св} \cdot \rho_n \cdot C_{ст} \cdot K_н}, \quad (25)$$

где P_{max} – максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме, кПа;

P_0 – начальное давление, кПа;

m – масса паров, вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг;

Z – коэффициент участия горючих паров в горении (горючего вещества во взрыве);

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м^3:

$$V_{св} = 0{,}8 \cdot V_n = 0{,}8 \cdot (16 \cdot 12 \cdot 5) = 768 м^3;$$

$K_н$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения;

ρ_n – плотность паров при расчетной температуре, кг/м^3:

$$\rho_n = \frac{M}{V_0\left(1 + 0{,}00367 \cdot t_p\right)} = \frac{78}{22{,}413\left(1 + 0{,}00367 \cdot 10\right)} = 3{,}36 кг/м_3,$$

где M – молярная масса бензола, кг/кмоль;

V_0 – мольный объем, м^3/кмоль;

t_p – температура воздуха в помещении, ^{0}С;

$C_{стех}$ – стехиометрическая концентрация паров:

$$C_{стех} = \frac{100}{1 + 4{,}84\beta}, \quad (26)$$

где β – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания;

$$\beta = n_c + \frac{n_н - n_x}{4} - \frac{n_o}{2} = 6 + \frac{6-0}{4} - \frac{0}{2} = 7{,}5,$$

где n_c, $n_н$, n_o, n_x – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего (таблица Менделеева, *например: C_6H_6 при $C = 6$, $H = 6$*)

$$C_{стех} = \frac{100}{1 + 4{,}84 \cdot 7{,}5} = 2{,}68\%(об)\,.$$

Определяем массу паров ЛВЖ, вышедших в результате расчетной аварии в помещение. Для этого необходимо:

1. Определить давление насыщенного пара по уравнению Антуана (или по формуле В.П. Сучкова):

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{A - \frac{B}{C_a + t_p}},$$

где A, B, C_a – константы Антуана;

t_p – температура воздуха в помещении, ^{0}С.

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{6{,}10906 - \frac{1252{,}776}{225{,}178 + 10}} = 6055{,}265\,Па = 6{,}055 кПа.$$

2. Определить интенсивность испарения:

$$W_{исп} = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} P_s\,,$$

где η – коэффициент, принимаемый в зависимости от скорости и температуры воздушного потока по поверхности испарения;

M – молярная масса бензола, кг/кмоль;

P_s – давление насыщенного пара, кПа.

$$W_{исп} = 10^{-6} \cdot 4{,}6 \cdot \sqrt{78} \cdot 6{,}055 = 0{,}000246\,кг/м^2 с\,.$$

3. Определить количество жидкости, которое поступит в помещение при самом неблагоприятном варианте аварии. Так как в помещении имеется только аппарат с диаметром 2 м и высотой 1 м, то:

$$V_{ж} = V_{ап} \cdot \varepsilon = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \cdot \varepsilon\,, \qquad (27)$$

$$V_{ж} = \frac{3{,}14 \cdot 2^2}{4} \cdot 1 \cdot 0{,}05 = 0{,}157\,м^3.$$

0,157 м^3 = 157 л, соответственно площадь испарения $F_{исп}$ будет равна 78,5 м^2 [п.А.1.2г, 5; п.7г, 6].

4. Определить массу жидкости, которая поступит в помещение:

$$m_{ж} = V_{ж} \cdot \rho_{ж}\,,$$

где $V_{ж}$ – количество жидкости, поступившее в помещение, м^3;

$\rho_{ж}$ – плотность бензола, кг/м^3.

$$m_{ж} = 0{,}157 \cdot 873{,}68 = 137{,}168 кг$$

5. Определить время полного испарения жидкости:

$$T_{расч} = \frac{m_{ж}}{W_{исп} \cdot F_{исп}},$$

где $m_{ж}$ – масса жидкости, которая поступит в помещение, кг;

$W_{исп}$ – интенсивность испарения, кг/м^{2}с;

$F_{исп}$ – площадь испарения, м^2.

$$T_{расч} = \frac{137,168}{0,000246 \cdot 78,5} = 7103,1с$$

Длительность испарения жидкости принимаем равной времени ее полного испарения, но не более 3600 сек [п.А.1.2е, 5; п.7е, 6].

6. Определить массу жидкости, которая испарится за 3600 сек:

$$m_{исп} = W_{исп} \cdot F_{исп} \cdot T_{расч},$$

где $W_{исп}$ – интенсивность испарения, кг/м^{2}с;

$F_{исп}$ – площадь испарения, м^2;

$T_{расч}$ – время полного испарения жидкости, с.

$$m_{исп} = 0,000246 \cdot 78,5 \cdot 3600 = 69,52кг.$$

7. Определить массу паров ЛВЖ, вышедших в результате расчетной аварии в помещение с учетом аварийной вентиляции:

$$m = \frac{m_{исп}}{1 + \frac{n_{возд} \cdot T_{расч}}{3600}}, \qquad (28)$$

где $m_{исп}$ – масса жидкости, испарившаяся с поверхности разлива, кг;

$A_{возд}$ – кратность воздухообмена аварийной вентиляции, 1/ч (требуется перевести в 1/с);

$T_{расч}$ – время полного испарения жидкости, с.

$$m = \frac{69,52}{1 + \frac{4 \cdot 3600}{3600}} = 13,904кг$$

Определяем избыточное давление взрыва паров ЛВЖ:

$$\Delta P = (882 - 101)\frac{13,904 \cdot 0,3 \cdot 100}{768 \cdot 3,36 \cdot 2,68 \cdot 3} = 15,7кПа.$$

Задача №3. Определить расчетное избыточное давление взрыва ΔР в производственном помещении длиной (a) 4 м, шириной (b) 5 м и высотой (c) 4 м. В помещении ведутся работы с газом (метан), который находится в баллоне объемом ($V_{ап}$) 50 л и давлением ($P_{ап}$) 1,6 МПа. Температура воздуха в помещении ($t_{возд}$) 10°С.

Решение

Проведем расчет избыточного давления взрыва для ГГ:

$$\Delta P = (P_{мах} - P_o)\frac{m \cdot Z \cdot 100}{V_{св} \cdot \rho_г \cdot C_{ст} \cdot K_н},$$

где P_{max} – максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме, кПа;

P_0 – начальное давление, кПа;

m – масса газа, вышедшего в результате расчетной аварии в помещение, кг;

Z – коэффициент участия горючих паров в горении (горючего вещества во взрыве);

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м^3:

$$V_{св} = 0{,}8 \cdot V_п = 0{,}8 \cdot (4 \cdot 5 \cdot 4) = 64\,м^3;$$

$\rho_г$ – плотность газа при расчетной температуре, кг/м^3:

$$\rho_г = \frac{M}{V_0 (1 + 0{,}00367 \cdot t_р)} = \frac{16{,}04}{22{,}413\,(1 + 0{,}00367 \cdot 10)} = 0{,}69\,кг/м^3,$$

где M – молярная масса метана, кг/кмоль;

V_0 – мольный объем, м^3/кмоль;

$t_р$ – температура воздуха в помещении, ^{0}С;

$K_н$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения;

$C_{стех}$ – стехиометрическая концентрация паров:

$$C_{стех} = \frac{100}{1 + 4{,}84\beta} = \frac{100}{1 + 4{,}84 \cdot 2} = 9{,}398\%(об),$$

где β – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания;

$$\beta = n_c + \frac{n_н - n_х}{4} - \frac{n_о}{2} = 1 + \frac{4 - 0}{4} - \frac{0}{2} = 2,$$

где n_c, $n_н$, $n_о$, $n_х$ – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего (таблица Менделеева, *например: CH_4 при С = 1, Н = 4*)

Так как в помещении находится газовый баллон, определяем объем газа, поступившего в помещение при его аварии:

$$V_a = 0{,}01 \cdot P_{ап} \cdot V_{ап}, \qquad (29)$$

где P_{an} – давление в баллоне, кПа;

V_{an} – объем баллона, м^3.

$$V_a = 0{,}01 \cdot 1600 \cdot 0{,}05 = 0{,}8 м^3 .$$

Определяем массу газа, поступившего в помещение при аварии баллона:

$$m = V_a \cdot \rho_г , \qquad (30)$$

где V_a – объем газа, вышедшего из баллона, м^3;

$\rho_г$ – плотность газа, кг/м^3.

$$m = 0{,}8 \cdot 0{,}69 = 0{,}552 кг .$$

Так как в данном помещении нет аварийной вентиляции, определяем избыточное давление взрыва:

$$\Delta P = (706 - 101{,}3) \frac{0{,}552 \cdot 0{,}5 \cdot 100}{64 \cdot 0{,}69 \cdot 9{,}398 \cdot 3} = 13{,}4 кПа .$$

Задача №4. Определить расчетное избыточное давление взрыва ΔР в производственном помещении длиной (a) 17 м, шириной (b) 8 м и высотой (c) 6 м. В помещении ведутся работы с древесной пылью. Единовременная загрузка материала в аппарат составляет (m) 10 кг (дисперсность более 350 мкм). Масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении, составляет 0,7 кг, на доступных поверхностях 13,3 кг. Только 30% от общей массы отложений пыли является горючей. Регулярно в помещении проходят влажные ручные пылеуборки. Температура воздуха в помещении ($t_{возд}$) 20°С.

Решение

Проведем расчет избыточного давления взрыва для пыли:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_в \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_н} ,$$

где m – масса взвешенной в объеме помещения пыли, образовавшейся в результате аварийной ситуации, кг;

H_T – теплота сгорания сахарной пыли, кДж/кг;

P_0 – начальное давление, кПа;

Z – коэффициент участия взвешенной пыли в горении:

$$Z = 0{,}5 \cdot F = 0{,}5 \cdot 1 = 0{,}5 м^3 ,$$

где F – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэровзвесь становится неспособной распространять пламя;

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м^3:

$$V_{св} = 0{,}8 \cdot V_п = 0{,}8 \cdot (17 \cdot 8 \cdot 6) = 652{,}8\,м^3;$$

$C_р$ – теплоемкость воздуха, Дж/кгК;

T_0 – начальная температура воздуха, К (20 ^{0}С + 273 К = 293 К);

$K_н$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения.

$\rho_в$ – плотность воздуха при расчетной температуре, кг/м^3:

$$\rho_в = \frac{M}{V_0 (1 + 0{,}00367 \cdot t_р)} = \frac{29}{22{,}413 (1 + 0{,}00367 \cdot 20)} = 1{,}205 кг/м_3,$$

где M – молярная масса воздуха, кг/кмоль;

V_0 – мольный объем, м^3/кмоль;

$t_р$ – расчетная температура воздуха, ^{0}С.

Определяем массу взвешенной в объеме помещения пыли, образовавшейся в результате аварийной ситуации:

$$m = m_{вз} + m_{ав}, \quad (31)$$

где $m_{вз}$ – расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;

$m_{ав}$ – расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг.

Для этого необходимо:

1. Определить расчетную массу взвихрившейся пыли:

$$m_{вз} = K_{вз} \cdot m_п, \quad (32)$$

где $K_{вз}$ – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии сведений допускается принимать $K_{вз}$ = 0,9;

$m_п$ – масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

$$m_{вз} = 0{,}9 \cdot 6 = 5{,}4\,кг.$$

2. Определить массу отложившейся в помещении пыли к моменту аварии:

$$m_п = \frac{K_г}{K_у} \cdot (m_1 + m_2), \quad (33)$$

где $K_г$ – доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

$K_у$ – коэффициент эффективности пылеуборки. Принимается равным 0,6 при сухой и 0,7 – при влажной пылеуборке (ручной). При механизированной вакуумной пылеуборке для ровного пола $K_у$ принимают равным 0,9, для пола с выбоинами (до 5 % площади) – 0,7;

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.

$$m_{п} = \frac{0,3}{0,7} \cdot (0,7 + 13,3) = 6 кг.$$

3. Определить расчетную массу пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации:

$$m_{ав} = (m_{ап} + q \cdot T) \cdot К_{п}, \quad (34)$$

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;

T – время отключения, с;

$K_п$ – коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение. При отсутствии данных допускается принимать $K_п$ = 0,5 – для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм, $K_п$ = 1,0 – для пылей с дисперсностью менее 350 мкм.

$$m_{ав} = (10 + 0 \cdot 0) \cdot 0,5 = 5 кг.$$

Определяем массу взвешенной в объеме помещения пыли, образовавшейся в результате аварийной ситуации:

$$m = 6 + 5 = 11 кг.$$

Определяем избыточное давление взрыва пыли в помещении:

$$\Delta P = \frac{11 \cdot 16180 \cdot 101,3 \cdot 0,5}{652,8 \cdot 1,205 \cdot 1,01 \cdot 293} \cdot \frac{1}{3} = 12,9 кПа.$$

Задача №5. Определить удельную пожарную нагрузку складского помещения длиной (a) 6 м^2 и шириной (b) 2 м^2. Среднее значение всех материалов, хранящихся на складе, следующее: кафельная плитка ($m_{к.п.}$) – 5 кг, бумага ($m_б$) – 15,8 кг, резина ($m_р$) – 80 кг. Низшая теплота сгорания веществ: бумага ($Q_б$) – 13,4 МДж/кк, резина ($Q_р$) – 33,52 МДж/кк. Площадь размещения пожарной нагрузки до аварии ($S_н$) 7 м^2.

Решение

1. Определяем по справочным данным, какие материалы, хранящиеся на складе, являются пожароопасными:

а) бумага – 15,8 кг,

б) резина – 80 кг.

2. Определяем пожарную нагрузку:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} G_i \cdot Q_{Hi}^{p} = G_б \cdot Q_б + G_р \cdot Q_р ; \quad (35)$$

где G_i – количество i-го материала пожарной нагрузки, кг;

Q^p_{Hi} – низшая теплота сгорания i-го материала пожарной нагрузки, МДж/кг.

$$Q = 15,8 \cdot 13,4 + 80 \cdot 33,52 = 2893,32 \, МДж .$$

3. Определяем удельную пожарную нагрузку:

$$g = \frac{Q}{S_н}, \quad (36)$$

где $S_н$ – площадь размещения пожарной нагрузки, м^2 (но не менее 10 м^2).

$$g = 289,332 \, МДж/м^2 .$$

<u>Задача №6.</u> Определить категорию производственного здания. Общая площадь помещений в здании ($S_{общ}$) 300 м^2. В здании находятся помещения категории «А» площадью ($S_А$) 50 м^2, помещения категории «Б» площадью ($S_Б$) 20 м^2 и помещения категории «В1» площадью ($S_{В1}$) 70 м^2.

<u>Решение</u>

1. Определяем, относится ли здание к категории «А». Для этого необходимо проверить, выполняются ли условия:

а) $\sum S_А$ > 5% от общей площади всех помещений:

300 м^2 100%

50 м^2 x %

$x = \frac{50 \cdot 100}{300} = 16,7\%$ – выполняется;

б) $\sum S_А$ > 200 м^2:

50 м^2 – не выполняется

Так как <u>одно из условий</u> выполняется, <u>можно предположить</u>, что здание относится к категории «А».

2. Определяем, допускается ли возможным здание не относить к категории «А». Для этого необходимо проверить, выполняются ли условия:

а) $\sum S_А$ < 25% от общей площади всех помещений:

300 м^2 100%

50 м^2 x %

$$x = \frac{50 \cdot 100}{300} = 16{,}7\% \ -$$ выполняется;

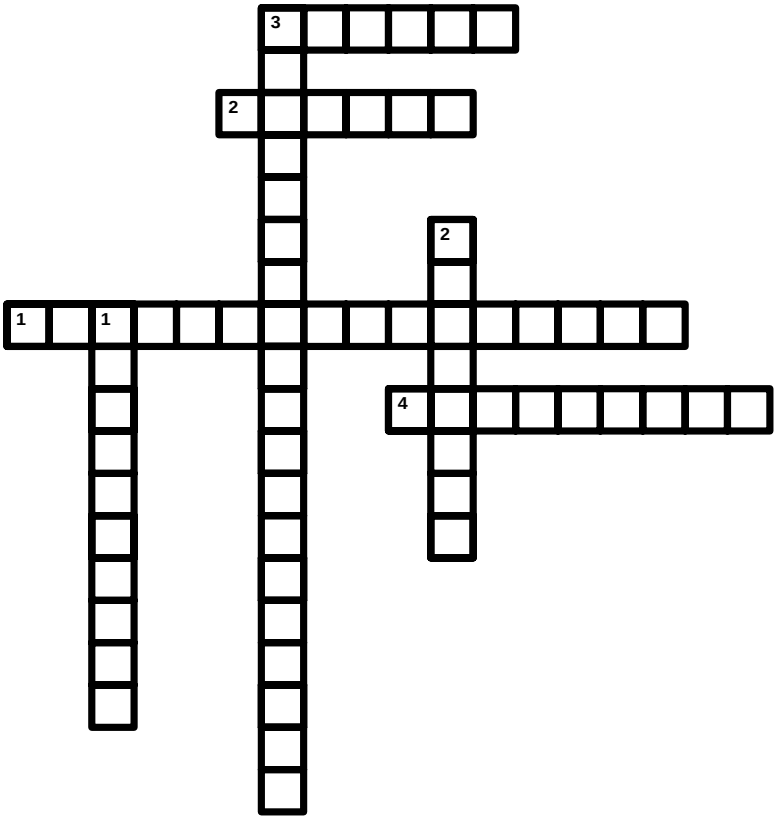
б) $\sum S_A < 1000$ м^2:

50 м^2 – выполняется;

в) АУПТ в помещениях категории «А» нет – не выполняется.

Так как одно из условий не выполняется, то здание относится к категории «А».

2.3.3. Задания в виде кроссвордов



По горизонтали

1. Для помещений какого назначения определяют категории по взрывопожарной и пожарной опасности?
2. Чему равняется расчетное время при ручном отключении?
3. На какое количество категорий по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются помещения?
4. Сколько процентов по массе растворителя может содержаться в жидкости, чтобы 1 литр раствора разливался на 0,10 м^2 поверхности?

По вертикали

1. Промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (перфорации, разрыв, изменение

номинального давления и т.п.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в окружающее пространство?

2. Что такое ΔР?
3. Как называется категория помещения, в которой хранятся (обращаются) легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28^0С?

Ответы:

№ вопроса	По горизонтали	По вертикали
1	Производственные	Отключение
2	Триста	Давление
3	Восемь	Взрывопожароопасная
4	Семьдесят	-

2.3.4. Задания по изучению нормативной литературы

Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

Федеральный закон 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Федеральный закон от 10.07.2012 № 117-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

ГОСТ Р 12.3.047-2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Госстандарт России, 2012.

ГОСТ 12.1.004-91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Госстандарт России, 1992. – 78с.

ГОСТ 12.1.044-89*. СТ СЭВ 1495-79. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Издательство стандартов, 1991.

ГОСТ 12.1.010-76*. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.

СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

ВНЭ 5-79. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности.

ВУПП-88. Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

2.3.5. Письменный ответ на вопрос

1. Основные принципы категорирования помещений по

взрывопожарной и пожарной опасности.

2. Основные принципы категорирования зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

3. Основные принципы категорирования наружных установок по пожарной опасности.

4. Выбор и обоснование расчетных вариантов аварии при определении категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.

5. Выбор и обоснование расчетных вариантов аварии при определении категории наружных установок по пожарной опасности.

6. Методика расчётного определения категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.

7. Методика расчётного определения категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

8. Методика расчётного определения категории наружных установок пожарной опасности.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 г. № 123−ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. ГОСТ Р 51858-2002 Нефти. Общие технические условия.
3. ГОСТ Р 12.3.047–2012 ССПБ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
4. ГОСТ 12.1.044–89* ССПБ. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
5. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
6. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. в 2ч. Справочник / Под ред. А. Н. Баратова и А. Я. Корольченко – М.: 1990.
7. Кокорин В.В. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности по специальности 280705 «Пожарная безопасность» и направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность»: Учебно – методическое пособие. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014. – 67 с.
8. Корольченко А. Я., Загорский Д. О. Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: Пожнаука, 2010 – 118с.