

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО "МГТУ" В ПОСЕЛКЕ ЯБЛОНОВСКОМ

А.В. Рябущенко, М.В. Кочетков

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

Яблоновский

УДК 614.8(075.8)
ББК 3896 я 73
Р 35

Р35 Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов» [текст]: Учеб.-метод. пособие / А.В. Рябущенко, М.В. Кочетков. – Яблоновский: Филиал МГТУ в поселке Яблоновском, 2019. – 62 с.

В методических указаниях приводятся требования к оформлению курсового проекта, задания, исходные данные и методика выполнения курсового проекта по дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов» на тему: «Определение категорий помещений и здания по взрывопожарной и пожарной опасности». Порядок расчетного определения категории помещений и здания по взрывопожарной и пожарной опасности изложен на примерах с пояснениями и с учетом мероприятий, направленных на снижение взрывопожарной опасности производственных процессов.

Издано в авторской редакции

УДК 614.8(075.8)
ББК 3896 я 73

© Филиал ФГБОУ ВО "МГТУ" в поселке
Яблоновском, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Требования к оформлению курсового проекта	5
1.1. Расчетно-пояснительная записка.	5
1.2. Графическая часть.	8
1.3. Порядок представления курсовых проектов к защите.	9
2. Постановка задачи.	9
3. Исходные данные для выполнения курсового проекта.	9
3.1. Характеристика производственного здания.	9
3.2. Характеристика помещений и производственных процессов.	12
3.2.1. Отделение реагентов	12
3.2.2. Компрессорная.	14
3.2.3. Цех размола реагентов.	16
4. Рекомендованная литература.	19
Приложение А. Образец оформления титульного листа	20
Приложение Б. Образец выполнения чертежа.	21
Приложение В. Размещение участков и оборудования в помещениях и схема производственного процесса в компрессорной.	22
Приложение Г. Общие виды технологического оборудования.	24
Приложение Д. Справочные материалы.	25
Приложение Е. Мероприятия по снижению взрывопожарной и пожарной опасности технологических процессов в производственных помещениях.	28
Приложение Ж. Примеры расчетного определения категорий производственных помещений и здания по взрывопожарной и пожарной опасности.	29
Ж.1. В производственном помещении обращаются легковоспламеняющиеся жидкости.	29
Ж.1.1. Анкета исходных данных для отделения хранения ЛВЖ.	29
Ж.1.2. Расчетное определение категории отделения хранения ЛВЖ по взрывопожарной и пожарной опасности	31
Ж.2. В производственном помещении обращаются горючие газы.	41
Ж.2.1. Анкета исходных данных для отделения обезжиривания и сушки.	41
Ж.2.2. Расчетное определение категории отделения обезжиривания и сушки по взрывопожарной и пожарной опасности.	42
Ж.3. В производственном помещении обращается горючая пыль	48
Ж.3.1. Анкета исходных данных для цеха сортировки и упаковки.	48
Ж.3.2. Расчетное определение категории цеха сортировки и упаковки по взрывопожарной и пожарной опасности	51
Ж.4. Категорирование здания насосной.	58
Ж.4.1. Анкета исходных данных для здания насосной.	58
Ж.4.2. Расчетное определение категории здания насосной по взрывопожарной и пожарной опасности	59
Приложение И. Анкета проверки соответствия проектных решений требованиям пожарной безопасности.	61
Приложение К. Содержание курсового проекта (квалификация – специалист).	62

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов» является одним из видов аттестационных испытаний обучающихся по основной профессиональной образовательной программе.

Выполнение курсового проекта на кафедре пожарной безопасности технологических процессов проводится с целью систематизации, закрепления и углубления полученных в процессе обучения знаний. При этом обучающиеся приобретают навыки творческой работы, анализа и умения обоснованно, грамотно и логически излагать свои мысли и оформлять результаты работы при решении задач, которые могут им встретиться при дипломном проектировании и в практической деятельности. Основой для выполнения курсового проекта является базовая теоретическая и практическая подготовка обучающихся по изучаемой на кафедре дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов».

Курсовой проект на тему «Определение категорий помещений и здания по взрывопожарной и пожарной опасности» выполняется в соответствии с индивидуальными заданиями, в которых приводятся исходные данные для определения категорий помещений и здания по взрывопожарной и пожарной опасности.

На всех этапах выполнения курсового проекта обучающиеся должны проявить полную самостоятельность, умение решать поставленные перед ними задачи и обосновывать принятые решения по снижению взрывопожарной опасности производственных процессов.

В методических указаниях изложены основные требования к содержанию и оформлению курсового проекта, в приложениях приведены образцы документов, которые оформляются в процессе выполнения курсового проекта (образцы оформления титульного листа, выполнения чертежа, анкет с исходными данными), а также материалы, необходимые для выполнения курсового проекта: размещение участков и оборудования в производственных помещениях, схема производственного процесса, общие виды технологического оборудования. Кроме того, в приложениях приводятся необходимые справочные материалы, мероприятия, позволяющие снизить взрывопожарную опасность технологических процессов при определении категории производственных помещений, даны примеры расчетного определения категорий производственных помещений с различными классами горючих веществ и материалов и здания по взрывопожарной и пожарной опасности.

Цель выполнения курсового проекта: разработка мероприятий, направленных на снижение взрывопожарной и пожарной опасности технологических процессов при определении категорий производственных помещений и здания.

Задачи курсового проектирования:

- произвести расчетное определение категории производственных помещений и здания по взрывопожарной и пожарной опасности (см. Приложение Ж) и проверку соответствия проектных решений требованиям законодательных актов и нормативных документов по пожарной безопасности (см. Приложение И);

- предложить мероприятия по снижению взрывопожарной и пожарной опасности технологических процессов в рассматриваемых производственных помещениях (см. Приложение Е);

- произвести расчетное определение категории помещений и здания с учетом предложенных мероприятий по снижению взрывопожарной и пожарной опасности производственных процессов (см. Приложение Ж);

- произвести сравнительную оценку эффективности мероприятий по снижению взрывопожарной и пожарной опасности производственных процессов.

Курсовой проект выполняется в строгом соответствии с содержанием (приложения К и Л) и со своим вариантом задания. Выбор варианта задания производится по двум последним цифрам номера зачетной книжки: № . . . АБ, где А – предпоследняя цифра, Б – последняя цифра.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен состоять из расчетно-пояснительной записки и графической части.

1.1. Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка должна включать:

- титульный лист (см. Приложение А);
- содержание (см. Приложение И);
- введение;
- основную часть (расчетное определение категории производственных помещений и здания);
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения (при наличии).

Текстовый материал излагается в краткой и четкой форме. Во введении раскрываются цель и задачи проекта, в основной части содержатся расчеты по определению категории производственных помещений и здания, расчетное обоснование принятых решений, направленных на снижение взрывопожарной опасности производственных процессов, в заключении отражаются основные результаты работы.

Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах бумаги формата А4 (210×297 мм) в виде:

1) компьютерной распечатки в текстовом редакторе *MS Word* (версия не ранее 1997 года, шрифт *Times New Roman*, междустрочный интервал 1,5 (14 пт), отступ абзаца 10-12 мм; основной текст должен быть набран кеглем 14 пт, дополнительный, включая таблицы и их название, подрисуночные подписи, содержание, заключение, список использованных источников, – кеглем 12 пт, головки таблиц – кеглем 12 пт (пж));

2) рукописного текста (чернила или паста черного или синего цвета, высота букв и цифр не менее 4-5 мм, междустрочный интервал 15 мм).

Страницы должны иметь поля:

- верхнее и нижнее – 20 мм;
- левое – 30 мм и правое – 10 мм.

Объем пояснительной записки не должен превышать:

- компьютерный текст – 27-30 страниц (не считая приложений);
- рукописный текст – не более 32-35 страниц (не считая приложений).

Все страницы пояснительной записки нумеруются по порядку от титульного листа до последней страницы. На титульном листе номер страницы не ставится. Колонцифра (номер страницы) набирается кеглем 12 пт в центре нижней части листа с отступом 10 мм от нижнего колонтитула.

Основной текст пояснительной записки состоит из разделов, параграфов и пунктов. Заголовки разделов, подразделов и т. д. располагаются по центру без абзацного отступа и выполняются прописными буквами кеглем 14 пт (пж) с заглавной буквы. Разделы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами в пределах всей пояснительной записки. После номера точка не ставится. Заголовки подразделов должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Если подразделы разбиты на пункты, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела. Номер подраздела пункта должен включать номера раздела, подраздела и пункта, разделенные точками. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Расстояние между заголовком и последующим текстом должно быть равно одинарному междустрочному интервалу. Такой же интервал делают между заголовком и предыдущим текстом. Между подразделами (пунктами) и последующим текстом интервал не делают.

Формулы и уравнения набираются в редакторе формул *Microsoft Equation 3.0*, выделяются в отдельную строку и размещаются без отступа по центру страницы. Нумерация производится в пределах раздела арабскими цифрами в круглых скобках. Номер ставится справа от формулы и выравнивается по правому краю. Допускается сплошная нумерация формул в пределах всей работы, если их количество незначительно (менее 10). Если формула или уравнение не помещаются в одну строку, они перено-

сятся на новую строку после знака равенства или после любого математического знака, который обязательно повторяется на новой строке. Численные решения формул и уравнений допускается не нумеровать. В формулах используются буквы латинского, греческого и готического алфавитов. Буквы латинского алфавита, обозначающие физико-математические величины, набирают курсивом. Буквы греческого алфавита всегда набирают в прямом начертании. Основную строку в однострочных формулах набирают тем же кеглем, что и основной текст.

Исходные данные (анкеты) представляются в пояснительной записке в виде таблиц и располагаются сразу после подзаголовков. Другие таблицы располагаются непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Таблицы со всех сторон ограничиваются линиями. На все таблицы должны быть ссылки в тексте. Нумерация таблиц производится арабскими цифрами в пределах раздела (если таблиц немного (менее 5), допускается сплошная нумерация). Слово «Таблица» размещается над таблицей слева без абзацного отступа, затем указывается номер таблицы, ставится тире и записывается название таблицы с заглавной буквы. Точка в конце названия не ставится. Заголовки граф таблицы должны начинаться с прописных букв, подзаголовки со строчных, если последние подчинены заголовку.

При переносе таблицы на новой странице размещаются слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы», указывается ее номер, а затем повторяется «шапка» таблицы. Если «шапка» таблицы большая по объему, то допускается ее не повторять. В этом случае необходимо пронумеровать графы и повторить их нумерацию на следующей странице. Название таблицы не повторяется. Когда в строке таблицы отсутствуют данные, ставится прочерк. Небольшое количество цифрового материала следует представлять в текстовом виде, располагая его в колонки.

Если автор в пояснительной записке ссылается на литературный источник, то сразу после ссылки в квадратных скобках проставляется его номер в библиографическом списке, а при использовании цифровых данных – номер страницы данного источника, например, [2, с. 25]. Если в работе используются цитаты, статистические данные, необходимо приводить в тексте источники, откуда они заимствованы. Эти указания оформляются в виде сносок, в которых указываются инициалы и фамилии авторов, название цитируемого источника, том, часть, издательство, год издания и страница. Сноски оформляются в виде обычной сноски в конце страницы и отделяются от основного текста горизонтальной чертой. Список использованных источников оформляется по ГОСТ 7.32-91 и должен содержать все первоисточники (нормативную, справочную, техническую и др. литературу), которые были использованы при написании курсового проекта.

Рекомендуемый список основной нормативной и справочной литературы для курсового проектирования приведен в разделе 4.

1.2. Графическая часть

Графическая часть курсового проекта представляется в виде схем, рисунков и чертежа.

Схемы и рисунки в пояснительной записке (схемы, диаграммы и т. п.) в пределах раздела нумеруются арабскими цифрами, например, «Рисунок 1.1» (первый раздел, первый рисунок). После номера ставится тире и указывается название рисунка с заглавной буквы. Точка в конце названия не ставится. Если приводится расшифровка позиций рисунка, то в конце названия ставится двоеточие. На следующей строке помещается расшифровка позиций рисунка, например, «1 – корпус; 2 – днище». Если рисунков в тексте немного (менее 10), допускается сплошная нумерация по всей пояснительной записке. Допускается выполнение рисунков на миллиметровой бумаге и кальке. Рисунки должны быть расположены по тексту документа (возможно ближе к первой ссылке в тексте). В соответствующих местах пояснительной записки необходимо ссылаться на иллюстративный материал.

Чертеж (плакат) выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420 мм) карандашом или тушью либо в электронном виде (с помощью программ *Microsoft Office Visio*, *AutoCAD* и др.) с распечаткой на двух листах формата А4 (210×297 мм) в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Примерное содержание материалов на чертеже представлено в Приложении Б.

Чертежный лист (рис. Б.1) обводится рамкой, выполненной сплошной основной линией, и имеет поля от кромок листа следующих размеров:

- левое – 20 мм;
- верхнее, нижнее, правое – 5 мм.

В нижнем правом углу лицевой стороны проставляется основная надпись, выполненная в соответствии с ГОСТ 2.104-68.

Помимо изображений объектов на чертежном листе можно помещать:

- текстовую часть (характеристики помещений, здания, мероприятия по обеспечению пожарной безопасности и др.);
- надписи к обозначениям изображений;
- таблицы с параметрами, результатами расчетов, условными обозначениями и т. п.

Если таблиц на чертежном листе несколько, то над таблицей в правом углу пишут слово «Таблица» и порядковый номер без знака №, например, «Таблица 1». Если таблица на чертеже одна, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

1.3. Порядок представления курсовых проектов к защите

Выполнение этапов курсового проекта производится в установленные учебным графиком сроки. Завершенный и подписанный обучающимся курсовой проект за 5 дней до защиты сдается на проверку преподавателю, который принимает решение о допуске проекта к защите.

Курсовые проекты, выполненные с нарушениями настоящих требований, не подлежат допуску к защите и аттестации.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Проектом реконструкции производственного здания предусмотрено изменение функционального назначения некоторых существующих в нем помещений. Так, в помещении поз. 3 (см. рис. 1) планируется размещение отделения реагентов, в помещении поз. 6 – компрессорной, в помещении поз. 7 – цеха размола реагентов.

При изменении функционального назначения существующих отдельных помещений, а также при изменении объемно-планировочных и конструктивных решений должны применяться законодательные акты и действующие нормативные документы по пожарной безопасности в соответствии с новым назначением этих помещений [1]. Такие изменения требуют расчетного обоснования категорий по взрывопожарной и пожарной опасности помещений и здания в целом и разработки комплекса мер по обеспечению взрывопожарной и пожарной безопасности в части планирования и застройки, этажности, площадей, размещения помещений, конструктивных решений инженерного оборудования, защиты автоматическими установками пожаротушения и сигнализации и др.

Изменение функционального назначения помещений существенно увеличивает капитальные затраты на реконструкцию и эксплуатационные расходы по обслуживанию систем противопожарной защиты.

3. Исходные данные для выполнения курсового проекта

3.1. Характеристика производственного здания

Существующее производственное здание – одноэтажное категории В по взрывопожарной и пожарной опасности. Размеры в плане 96×42 м. Высота здания 6 м.

Степень огнестойкости здания – IV, класс конструктивной пожарной опасности – С0.

Противопожарные перегородки с тамбур-шлюзами для разделения помещений с производствами различного уровня взрывопожарной опасности в здании отсутствуют.

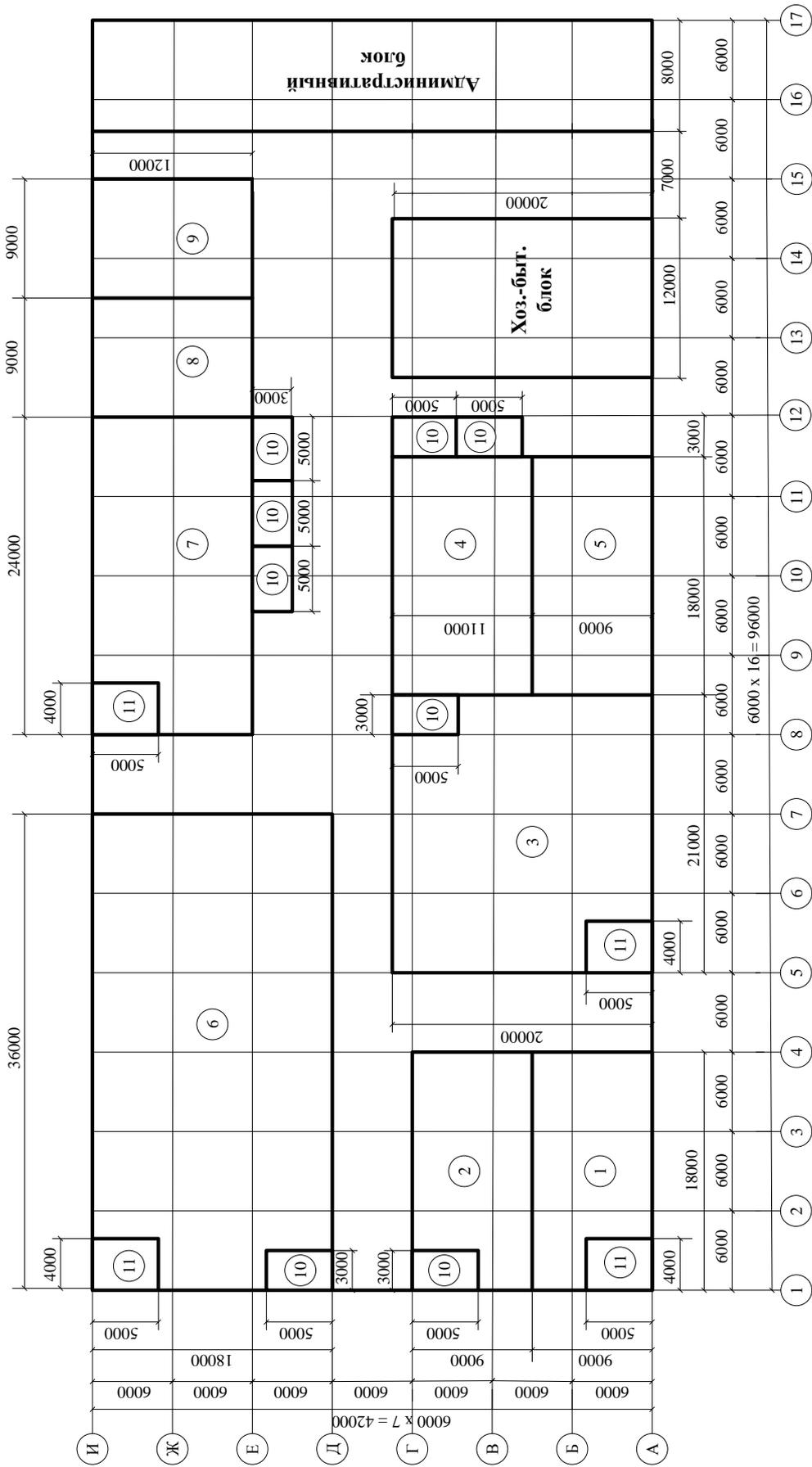


Рис. 1. Схема размещения помещений в производственном здании

Для обеспечения санитарно-гигиенических требований и требований пожарной безопасности в здании имеется естественная вентиляция в административно-бытовых помещениях и механическая – в производственных. Подача наружного воздуха в производственные помещения осуществляется приточными вентиляторами, размещенными в отдельных для каждого помещения приточных камерах, удаление воздуха из производственных помещений – вентиляторами общеобменных и аварийных систем, размещенными в самостоятельных для каждого помещения вытяжных камерах.

Регион размещения предприятия принять по табл. 1.

Таблица 1

Номер варианта	Последняя цифра номера зачетной книжки Б									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Регион расположения предприятия	г. Уфа	г. Астрахань	г. Воронеж	г. Иркутск	г. Сочи	г. Краснодар	г. Красноярск	г. Рязань	г. Дмитров	г. Челябинск

Пример выбора варианта задания по табл. 1: если номер зачетной книжки имеет две последние цифры 37 (А = 3 – предпоследняя цифра, Б = 7 – последняя цифра), то выполняется вариант 7, т. е. регион размещения предприятия – г. Красноярск.

Характеристика помещений, размещенных в производственном здании, приведена в табл. 2.

Таблица 2

№ поз. на рис. 1	Наименование помещения	Площадь, м ²	Кратность аварийной вентиляции, час ⁻¹	Наличие АУП	Категория помещения
1	Реакторное отделение	142	8	нет	В2
2	Смесительное отделение	147	6	нет	В2
3	Отделение реагентов	385	см. табл. 3	нет	прим. 1
4	Весовая твердых реагентов	198	нет	нет	Д
5	Весовая жидких реагентов	162	6	нет	В2
6	Компрессорная	613	см. табл. 8	нет	прим. 1
7	Цех размола реагентов	268	нет	нет	прим. 1
8	Лаборатория	108	нет	нет	В3
9	Механическая мастерская	108	нет	нет	В3
10	Венткамеры приточных вентиляторов (8 камер)	15	нет	нет	Д
11	Венткамеры вытяжных вентиляторов (пом. поз. 2, 3, 6, 7)	20	нет	нет	прим. 2

№ поз. на рис. 1	Наименование помещения	Площадь, м ²	Кратность аварийной вентиляции, час ⁻¹	Наличие АУП	Категория помещения
-	Хозяйственно-бытовой блок	240	нет	нет	некатегор.
-	Административный блок	336	нет	нет	некатегор.
-	Коридоры, проезды, проходы	1125	нет	нет	некатегор.

Примечания к табл. 2:

- 1) категорию помещения определяют расчетом;
- 2) категории помещений для оборудования вытяжных систем определяют в соответствии с требованиями СП 7.13130.2013 (п. 6.6).

Квалификация (степень) – специалист. Если последняя цифра номера зачетной книжки - четная, то рассчитывают категории отделения реагентов (поз. 3) и цеха размола реагентов (поз. 7), а категорию компрессорной (поз. 6) принимают В2 без АУП. Если последняя цифра номера зачетной книжки - нечетная, рассчитывают категории компрессорной (поз. 6) и цеха размола реагентов (поз. 7), а категорию отделения реагентов (поз. 3) принимают В2 без АУП.

Квалификация (степень) – бакалавр. Если последняя цифра номера зачетной книжки 1, 2 или 3, то рассчитывают категорию отделения реагентов (поз. 3), а категории компрессорной (поз. 6) и цеха размола реагентов (поз. 7) принимают В2 без АУП. Если последняя цифра номера зачетной книжки 4, 5 или 6, то рассчитывают категорию компрессорной (поз. 6), а категории отделения реагентов (поз. 3) и цеха размола реагентов (поз. 7) принимают В2 без АУП. Если последняя цифра номера зачетной книжки 7, 8, 9 или 0, то рассчитывают категорию цеха размола реагентов (поз. 7), а категории отделения реагентов (поз. 3) и компрессорной (поз. 6) принимают В2 без АУП.

3.2. Характеристика помещений и производственных процессов

3.2.1. Отделение реагентов

Отделение реагентов предназначено для приема реагентов в таре, их хранения и отпуска в производственные цеха рассматриваемого здания и на другие производства. В помещении имеются участки для напольного хранения негорючих материалов в негорючей (металлической) таре, а также имеется два участка для напольного хранения горючих реагентов: участок 1 для хранения реагентов в крупной таре (органические растворители в металлических бочках объемом 30 л) и участок 2 для хранения реагентов в мелкой таре (органические растворители в металлических канистрах

объемом 10 л). Схема размещения участков в отделении реагентов приведена на рис. В.1 Приложения В.

Доставка и вывоз реагентов (в том числе органических растворителей) производится на ручных тележках. Выгрузка (погрузка) крупной тары на участке 1 производится с помощью ручной тали. Участки 1 и 2 ограждены сеткой «Рабица» высотой 1,2 м. Расстояние от стен помещения до границ участков 0,3 м.

Характеристика отделения реагентов приведена в табл. 3.

Таблица 3

№ варианта	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки А									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Габариты пожароопасных участков в отделении реагентов										
Участок 1:										
- длина l_1 , м	4,0	4,5	3,2	4,2	4,1	4,6	3,7	4,3	3,7	3,9
- ширина b_1 , м	1,5	1,2	1,8	1,4	1,5	1,2	1,6	1,4	1,3	1,2
Участок 2:										
- длина l_2 , м	6,5	6,0	5,4	5,8	6,4	5,9	5,7	6,2	5,8	6,1
- ширина b_2 , м	1,2	1,5	1,8	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,4
Вентиляция отделения реагентов										
Кратность общеобменной вентиляции, час ⁻¹	4	3	5	4	5	4	3	4	5	3
Температурный режим в отделении реагентов										
Температура в помещении отделения реагентов принимается: в неотапливаемый период – с учетом климатической зоны размещения предприятия, в отапливаемый период – не выше 18 °С.										

Параметры металлических (стальных) бочек с органическими растворителями, поступающими на участок 1, и их максимальное количество приведены в табл. 4.

Таблица 4

Номинальная вместимость, дм ³	Полная вместимость, дм ³	Наружный диаметр, мм	Степень заполнения	Высота, мм	Количество, шт.
30,0	32,0	290	0,95	560	4

Параметры канистр типа КН с органическими растворителями, поступающими на участок 2, и их максимальное количество приведены в табл. 5.

Таблица 5

Номинальная вместимость, дм ³	Полная вместимость, дм ³	Длина, мм	Ширина, мм	Степень заполнения	Высота, мм	Количество, шт.
10,0	10,5	310	90	0,95	375	10

Виды поставляемых в бочках растворителей приведены в табл. 6.

Таблица 6

№ варианта	Последняя цифра номера зачетной книжки Б									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ацетон	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Циклогексан	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+

Виды поставляемых в канистрах растворителей приведены в табл. 7.

Таблица 7

№ варианта	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки А									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Изопропиловый спирт	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
Этиловый спирт	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-

3.2.2. Компрессорная

В помещении компрессорной размещается два компрессора (один компрессор К-1 работает, второй компрессор К-1р находится в «холодном» резерве), один ресивер для сжатого газа и маслблок. Схема размещения оборудования в компрессорной приведена на рис. В.2 Приложения В.

Характеристика компрессорной приведена в табл. 8.

Таблица 8

№ варианта	Последняя цифра номера зачетной книжки Б									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вентиляция компрессорной										
Кратность общеобменной вентиляции, час ⁻¹	4	5 ^{*)}	3	4 ^{*)}	5	3 ^{*)}	5	4 ^{*)}	3	5 ^{*)}
Кратность аварийной вентиляции, час ⁻¹	5	-	4	-	5	-	4	-	4	-
Температурный режим в компрессорной										
Температура в помещении компрессорной принимается: в неотапливаемый период – с учетом климатической зоны размещения предприятия, в отапливаемый период – не выше 18 °С.										

Примечание ^{*)} к табл. 8: постоянно работающая общеобменная вентиляция соответствующая требованиям, предъявляемым к аварийной вентиляции.

На рис. В.4 Приложения В показана технологическая схема процесса в компрессорной. Компрессор 3 предназначен для сжатия горючего газа до необходимого давления и его транспортировки в производственные цеха предприятия. Газовый ресивер 5 выполняет следующие функции:

- создает резерв сжатого газа;
- охлаждает сжатый газ;
- сглаживает пульсацию газового потока, выходящего из компрессора;
- стабилизирует давление в системе при переменном расходе газа;
- собирает и отводит конденсат;
- обеспечивает непрерывность технологического процесса.

Маслоблок 10 служит для централизованной подачи смазочного масла в компрессор. В состав маслоблока входят: бак для хранения масла с встроенным водяным холодильником, насос и фильтр. Смазочное масло забирается из бака насосом, фильтруется от механических примесей в фильтре и по напорному трубопроводу направляется в компрессоры. Отработанное масло из компрессора по трубопроводу возвращается в бак. Водяной холодильник служит для охлаждения масла в баке до рабочей температуры. Маслоблок установлен на полу помещения компрессорной и имеет размеры в плане 1,2×0,7 м и высоту 0,6 м. Маслопроводы 9 проложены на расстоянии 0,15 м от пола.

Параметры участков газопровода и маслопровода приведены в табл. 9.

Таблица 9

№ поз. на рис. В.4	Длина, м	Внутренний диаметр, мм	Абсолютное давление, МПа
2	4,5	43	0,11
4	10,5	27	по заданию
6	1,8	27	по заданию
8	24,1 ^{*)}	15	по заданию

Примечание ^{*)} к табл. 9: длины подводящего масла в компрессор и отводящего участков маслопровода приведены для наиболее удаленного от маслоблока компрессора.

Общие виды компрессора и ресивера приведены на рис. Г.1 Приложения Г. Характеристика оборудования в компрессорной приведена в табл. 10.

Таблица 10

№ варианта	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки А									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Компрессор:										
- производительность ^{*)} , м ³ /мин	4,0	5,0	3,0	3,5	4,5					
- конечное давление, МПа (абс.)	0,5	0,55	0,45	0,4	0,4					
- вид горючего газа	метан	этан	метан	этан	метан					
Ресивер:										
- свободный объем, м ³	0,25	0,22	0,35	0,32	0,21					
- габаритный диаметр, м	0,42	0,35	0,46	0,44	0,38					
- габаритная высота, м	2,3	2,6	2,4	2,5	2,1					

№ варианта	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки А									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Маслоблок:										
- объем масла, л	40		45		48		43		41	
- давление масла, МПа (абс.):										
- на входе	0,15		0,15		0,15		0,15		0,15	
- на выходе	0,4		0,3		0,35		0,4		0,35	
- производительность, л/мин	12		10		11		14		13	
- температура масла, °С	47		42		48		44		46	
- марка индустриального масла	45		50		45		50		45	

Примечание *) к табл. 10: производительность компрессора приведена к стандартным условиям ($p = 101325$ Па и $t = 20$ °С).

Способы перекрытия запорных устройств при аварийной разгерметизации оборудования с горючим газом в помещении компрессорной приведены в табл. 11.

Таблица 11

№ поз. на рис. В.4	Способ перекрытия запорных устройств	Продолжительность перекрытия запорных устройств, с
7 и 9	ручной	согласно СП 12.13130.2012
1	автоматический (от газоанализаторов)	5

3.2.3. Цех размола реагентов

В цехе размола реагентов в вибрационных мельницах типа СВУ-2 производится сухое тонкое измельчение кусковых и зернистых реагентов (размол горючих и негорючих материалов) в периодическом режиме в воздушной среде (конструкция вибрационных мельниц позволяет осуществлять процесс сухого измельчения в вакууме или контролируемой газовой среде). Помольные камеры выполнены из нержавеющей стали. В качестве мелющих тел используются стальные шарики из инструментальной стали.

В весовой, расположенной в соседнем производственном здании, кусковые и зернистые реагенты расфасовывают в количестве до 10 кг в маркированные крафт-мешки (мешки изготовлены из трехслойной бумаги, имеют размеры 0,92×0,5×0,13 м и массу 0,22 кг). Крафт-мешки в количестве 5 штук погружают в металлические контейнеры (размеры в плане 0,8×0,7 м и высота 0,8 м) и на автотележках отправляют в цех размола, где устанавливают рядом с вибромельницами.

Измельченные в цехе размола материалы засыпают в металлическую тару (цилиндрические боксы с крышками, имеющими внутренний диаметр 180 мм и высоту 240 мм) и в количестве 10 штук загружают в контейнеры. Измельченные негорючие материалы отправляют на ручных тележках

из цеха размола в смесительное отделение, а горючие материалы – на авто-тележках в цеха, расположенные в соседних зданиях предприятия.

Освободившиеся крафт-мешки укладывают в свободные контейнеры (каждый контейнер вмещает до 30 мешков), которые отправляют в весовую или временно размещают на выделенном участке в цехе размола реагентов (на площадке размером 2,0×1,0 м возможно хранение не более 2 контейнеров с мешками).

Характеристика цеха размола реагентов приведена в табл. 12.

Таблица 12

№ варианта	Последняя цифра номера зачетной книжки Б									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вентиляция цеха размола										
Кратность общеобменной вентиляции, час ⁻¹	5	3	4	5	3	5	4	3	5	4
Режим пылеуборки в цехе размола										
Период времени между пылеуборками:										
- текущей, часы	24	16	8	16	24	16	8	16	8	24
- генеральной, сутки	90	150	180	90	150	180	90	150	180	90
Вид пылеуборки ¹⁾ :										
- сухая (ручная)	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
- влажная (ручная)	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
Состояние пола:										
- ровный	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
- с выбоинами	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
Доля труднодоступных площадей от доступных	0,11	0,09	0,15	0,07	0,13	0,10	0,09	0,07	0,16	0,09
Интенсивность отложений пыли, кг/(м ² ·с):										
- на доступных площадях ²⁾	1,0·10 ⁻⁹		0,5·10 ⁻⁹		1,0·10 ⁻⁹		0,5·10 ⁻⁹		1,0·10 ⁻⁹	
- на труднодоступных площадях	2,0·10 ⁻⁹		1,0·10 ⁻⁹		2,0·10 ⁻⁹		1,0·10 ⁻⁹		2,0·10 ⁻⁹	
Температурный режим в цехе размола										
Температура в цехе размола принимается: в неотапливаемый период – с учетом климатической зоны размещения предприятия, в отапливаемый период – не выше 18 °С.										

Примечания к табл. 12:

- 1) виды текущей и генеральной пылеуборок идентичны;
- 2) площадь доступных поверхностей, очистка которых производится при текущей уборке, принять равной площади пола помещения.

В цехе размола реагентов на производственных участках ВМ-1-4 размещены вибромельницы СВУ-2 и контейнеры с зернистым и измельченным материалом. На участке ВМ-4 производится измельчение зернистых горючих материалов (рис. В.3 Приложения В). Продолжительность цикла измельчения 30-60 мин, частота колебаний барабанов вибромельниц 20-30 Гц. Минимальное расстояние между площадкой для контейнеров и мельницей ВМ-4 составляет 13,2 м. Габариты вибрационной мельницы СВУ-2 приведены в табл. 13.

Таблица 13

Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Высота от пола, мм
825	580	1070	1240

В табл. 14 приведены виды измельчаемых материалов, а также свойства загружаемого в мельницу зернистого горючего материала и измельченного материала.

Таблица 14

№ варианта	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки А									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вид материала	Гидрохинон	Резорцин	L-Сорбоза	о-Толуиловая кислота	Фталевый ангидрид	Гидрохинон	Резорцин	L-Сорбоза	о-Толуиловая кислота	Фталевый ангидрид
Критический размер частиц пыли в аэрозоли по условию взрывоопасности, мкм	120	120	80	120	80	120	120	80	120	80
Процент взрывоопасной пыли в крафт-мешках	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4
Масса загружаемого в мельницу кускового материала, кг	6,5	6,0	7,0	7,5	6,0	4,5	6,5	6,5	7,0	6,0
Распределение по дисперсности измельченного материала, массовая доля:										
фракция ≤ 80 мкм	0,2	0,1	0,5	0,2	0,6	0,4	0,3	0,7	0,3	0,8
фракция ≤ 120 мкм	0,6	0,7	0,9	0,6	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8	0,9
фракция ≤ 350 мкм	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
Кажущаяся плотность измельченного материала, кг/м ³	1260	1265	1415	1380	1350	1260	1265	1415	1380	1350

Общий вид вибрационной мельницы приведен на рис. Г.2 Приложения Г.

4. Рекомендованная литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» с изменениями, внесенными Федеральными законами от 10 июля 2012 г. № 117-ФЗ и от 23.06.2014 г. № 160-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ст. 27, п. 10 ст. 88).

2. Свод правил СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», утвержденный приказом МЧС РФ от 25 марта 2009 г. № 182, с изменениями, внесенными приказом МЧС РФ от 9 декабря 2010 г. № 643 «Об утверждении изменения № 1 к Своду правил СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (п.п. 1-6, Приложения А, Б, Д).

3. Свод правил СП 2.13130.2012. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

4. Свод правил СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.

5. Свод правил СП 5.13130.2014. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

6. Свод правил СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99* (п. 4).

7. *Смолин И.М., Полетаев Н.Л., Гордиенко Д.М.* и др. Пособие по применению СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». – М.: ВНИИПО МЧС России, 2014. – 147 с.

8. *Швырков С.А., Горячев С.А., Сучков В.П.* и др. Пожарная безопасность технологических процессов (специалист): Учебник / под общ. ред. *С.А. Швыркова*. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 388 с.

9. *Горячев С.А., Клубань В.С., Панасевич Л.Т., Петров А.П.* Сборник задач по курсу «Пожарная безопасность технологических процессов»: Учеб. пособие / под общ. ред. *Л.Т. Панасевич*. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 172 с.

10. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справ. изд. В 2 книгах; кн. 1/ *А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук* и др. – М.: Химия, 1990. – 496 с.; кн. 2 / *А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук* и др. – М.: Химия, 1990. – 384 с.

Примечание.

Проверка соответствия проектных решений требованиям пожарной безопасности производится в соответствии с Приложением И (Анкета проверки соответствия проектных решений требованиям пожарной безопасности).

Приложение А

Образец оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы

Кафедра пожарной безопасности технологических процессов

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине

«Пожарная безопасность технологических процессов»

на тему:

«Определение категорий помещений и здания
по взрывопожарной и пожарной опасности»

Выполнил: _____
(звание, фамилия, инициалы)

_____ Зачетная книжка № _____
(факультет, курс, учебная группа)

Проверил: _____
(должность, звание, фамилия, инициалы)

Оценка: _____
(неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично)

Москва 20__

Приложение Б

Образец выполнения чертежа

<p style="text-align: center;">Поле 1 (материалы по производственному помещению 1: схемы размещения участков, оборудования и производственного процесса, результаты определения категории, предложенные мероприятия)</p>	<p style="text-align: center;">Поле 3 (материалы по производственному зданию: схема размещения помещений и их характеристика до реализации предложенных мероприятий)</p>
<p style="text-align: center;">Поле 2 (материалы по производственному помещению 2: схемы размещения участков, оборудования и производственного процесса, результаты определения категории, предложенные мероприятия)</p>	<p style="text-align: center;">Поле 4 (материалы по сравнительной оценке нормативных требований пожарной безопасности до и после реализации предложенных мероприятий по снижению взрывопожарной и пожарной опасности производственных процессов)</p>
	<p style="text-align: center;">Штамп</p>

Рис. Б.1. Размещение материалов на чертеже

На полях 1 и 2 приводятся схемы размещения производственных участков и оборудования в рассматриваемых помещениях, а также принципиальные схемы технологических процессов с необходимыми надписями и подписями. Здесь же в табличной форме представляются результаты расчетного определения категории помещения и предложенные мероприятия по снижению взрывопожарной опасности производственных процессов.

На поле 3 приводится схема размещения помещений в здании и их характеристика, в табличной форме представляются результаты расчетного определения категории производственного здания до реализации предложенных мероприятий по снижению взрывопожарной опасности производственных процессов в помещениях.

На поле 4 в табличной форме приводится сравнительная оценка нормативных требований пожарной безопасности до и после реализации предложенных мероприятий по снижению взрывопожарной и пожарной опасности производственных процессов.

Приложение В

Размещение участков и оборудования в помещениях и схема производственного процесса в компрессорной

В.1. Размещение участков с ЛВЖ в отделении реагентов

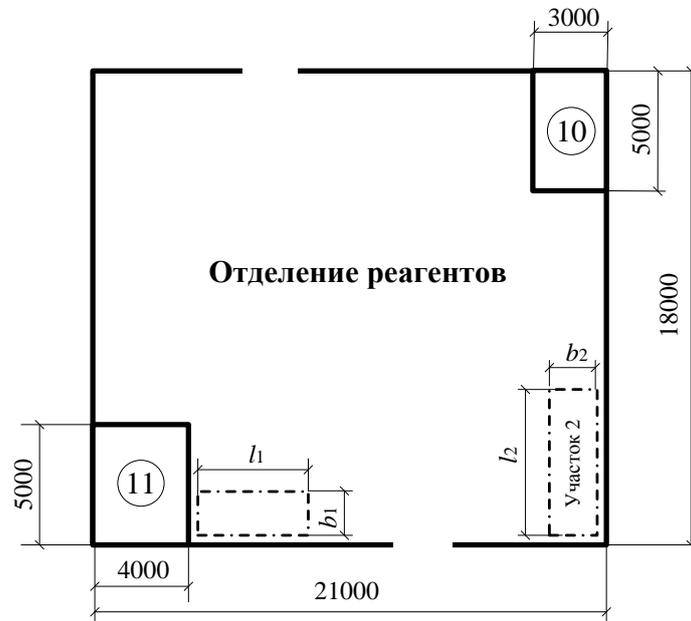


Рис. В.1. Размещение участков с ЛВЖ в отделении реагентов

В.2. Размещение оборудования в компрессорной

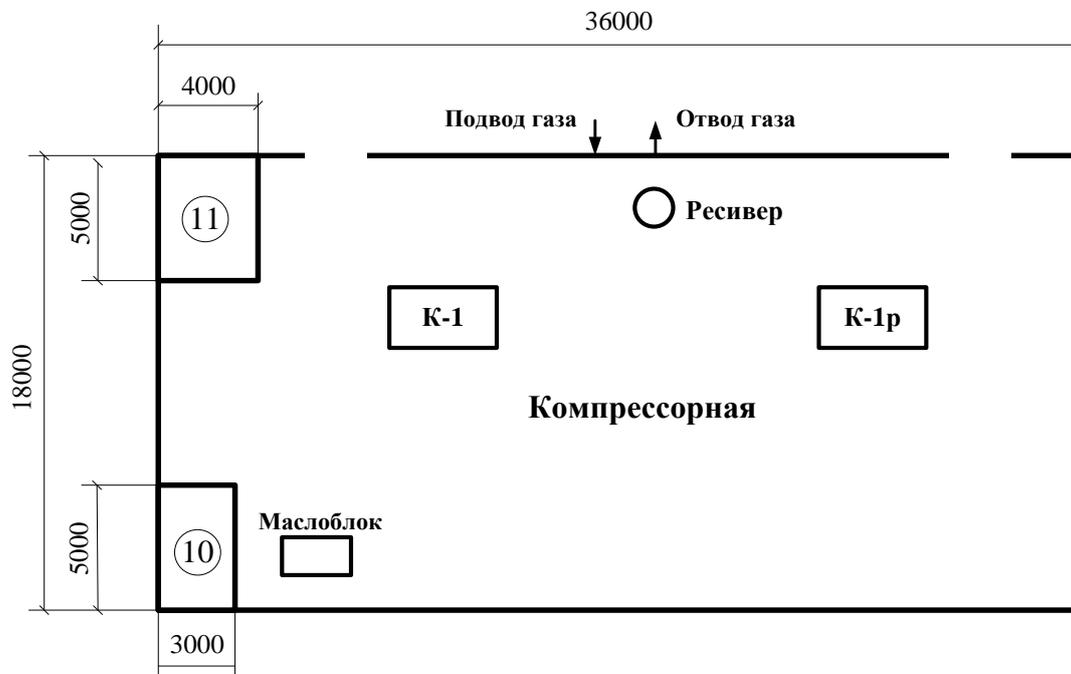


Рис. В.2. Размещение оборудования в компрессорной

В.3. Размещение оборудования в цехе размола реагентов

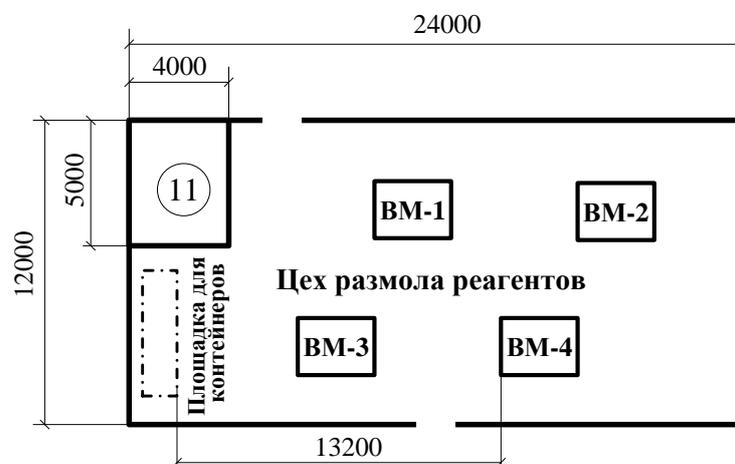


Рис. В.3. Размещение оборудования в цехе размола реагентов

В.4. Схема производственного процесса в компрессорной

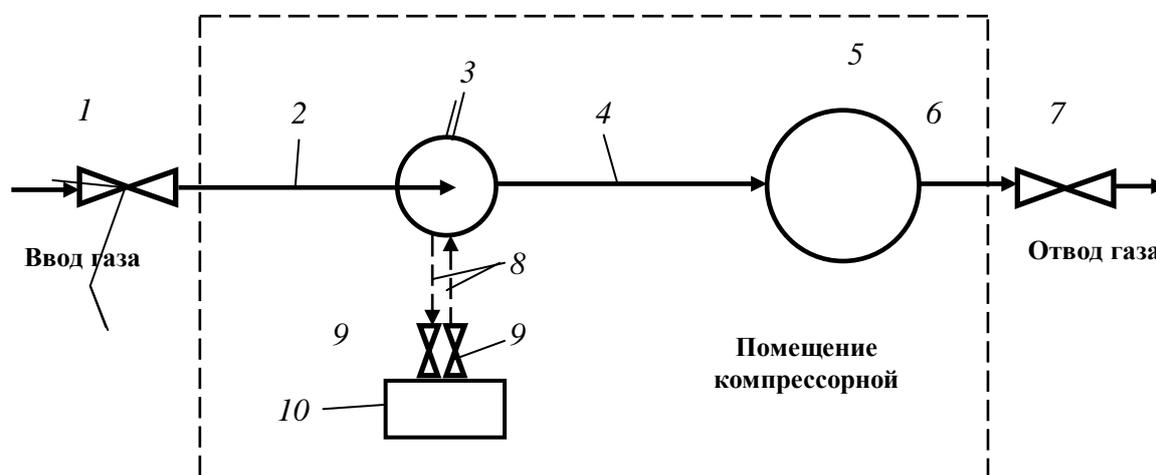


Рис. В.4. Схема производственного процесса в компрессорной:
1, 7, 9 – запорные устройства; 2, 4, 6 – участки газопровода; 3 – компрессор;
5 – ресивер; 8 – маслопроводы; 10 – маслоблок

Приложение Г
Общие виды технологического оборудования

Г.1. Компрессорное оборудование

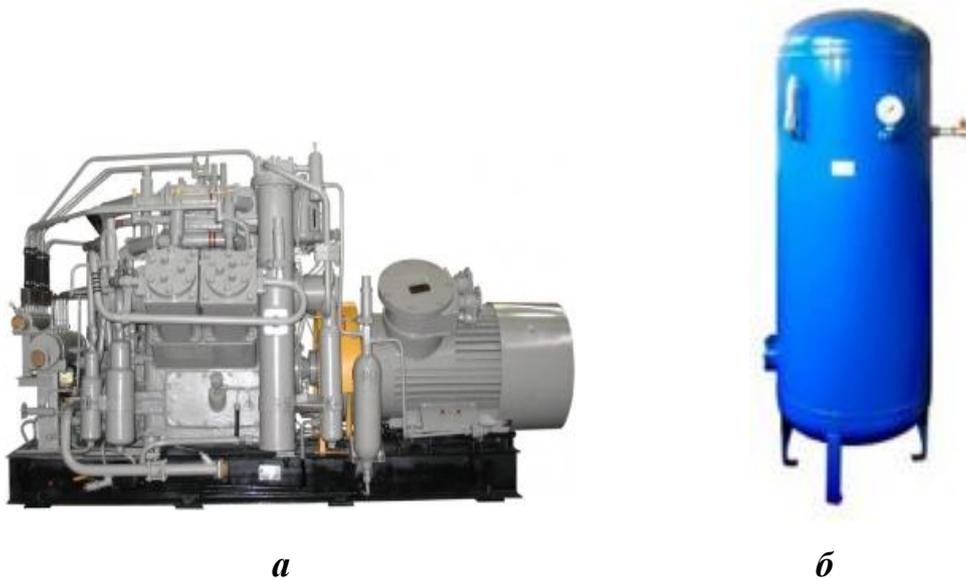


Рис. Г.1. Компрессорное оборудование:
а – газовый поршневой компрессор типа АГШ; *б* – ресивер

Г.2. Общий вид вибрационной мельницы



Рис. Г.2. Вибрационная мельница типа СВУ-2М
со сменными помольными камерами

Приложение Д

Справочные материалы

Д.1. Климатические параметры теплого периода года

Таблица Д.1

Пункт	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,95	Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С	Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	Преобладающее направление ветра за июнь-август	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с
Астрахань	29	32,2	41	12,2	40	В	3,2
Воронеж	25	25,9	41	11,2	69	З	0
Дмитров	20,3	22,7	36	10	74	СЗ	3,1
Иркутск	23	24,7	37	12,0	75	З	1,7
Краснодар	28	29,8	42	11,7	48	В	0
Красноярск	23	25,8	37	12,0	70	З	0
Рязань	21,7	24,1	38	10,5	71	З	4,1
Сочи	26	27,2	39	7,8	77	СВ	0
Уфа	25	25,5	41	12,0	72	С	0
Челябинск	21,7	24,1	40	10,7	69	СЗ	3,2

Д.2. Пожаровзрывоопасные свойства некоторых горючих веществ и материалов [10]

Ацетон, 2-пропанон, диметилкетон, C_3H_6O , легковоспламеняющаяся жидкость. Мол. масса 58,08; плотн. при 20 °С 790,8 кг/м³; т. плавл. –95,35 °С; т. кип. 56,5 °С; $\lg p = 6,37551 - 1281,721 / (237,088 + t)$ при т-ре от –15 до 56 °С; коэф. диф. пара в воздухе $D_t = 0,109 (T/273)^{1,9}$ см²/с; тепл. образов. –217,57 кДж/моль; тепл. сгор. –1821,38 кДж/моль, растворимость в воде неограниченная. Т. всп.: –9 °С (з.т.), –18 °С (о.т.); т. воспл. –5 °С; т. самовоспл.: 535 °С в воздухе, 485 °С в кислороде, 325 °С в хлоре; конц. пределы распр. пл. 2,7-13 % (об.); темп. пределы распр. пл.: нижн. –20 °С, верхн. 6 °С; миним. энергия зажигания 0,41 мДж при 25 °С; при конц. паров 6 % (об.) макс. давл. взрыва 572 кПа; скорость нарастания давл.: средн. 8,3 МПа/с, макс. 13,8 МПа/с; МВСК 11,9 % (об.) при разбавлении паровоздушной смеси азотом и 14,9 % (об.) при разбавлении диоксидом углерода; миним. флегм. конц.: азота 41% (об.), диоксида углерода 28 % (об.); КИ 16 % (об.); ад. т. гор. 1665 К; БЭМЗ 1,04 мм; норм. скор. распр. пл. 0,44 м/с при 25 °С. Водные растворы ацетона пожароопасны. Ацетон отличается способностью при горении на открытой поверхности прогреваться в глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой. Скорость выгорания $5,96 \cdot 10^{-2}$ кг/(м²·с).

Гидрохинон, 1,4-дигидроксibenзол, хинол, *n*-диоксибензол, $C_6H_6O_2$, горючее вещество. Мол. масса 110,11; плотн. 1358 кг/м^3 при $20 \text{ }^\circ\text{C}$; т. плавл. $169\text{-}171 \text{ }^\circ\text{C}$; т. кип. $285\text{-}287 \text{ }^\circ\text{C}$; плотн. пара по воздуху 3,81; тепл. образ. $-260,5 \text{ кДж/моль}$; тепл. сгор. -2826 кДж/моль ; хорошо растворяется в горячей воде. Дисперсность образца 74 мкм . Т. самовоспл. аэрогеля $442 \text{ }^\circ\text{C}$; нижн. конц. предел распр. пл. 7 г/м^3 ; макс. давл. взрыва 590 кПа при конц. пыли 250 г/м^3 .

Изопропиловый спирт, 2-пропанол, изопропанол, диметилкарбинол, C_3H_8O , легко воспламеняющаяся бесцветная жидкость. Мол. масса 60,09; плотн. $784,4 \text{ кг/м}^3$ при $25 \text{ }^\circ\text{C}$; плотн. пара по воздуху 2,1; т. кип. $82,3 \text{ }^\circ\text{C}$; $l_{gp}=7,51055-1733,0/(232,380+t)$ при t -ре от -26 до $82 \text{ }^\circ\text{C}$; коэф. диф. пара в воздухе $0,095 \text{ см}^2/\text{с}$ при $20 \text{ }^\circ\text{C}$; диэлектр. пост. 18,3 при $25 \text{ }^\circ\text{C}$; уд. электр. сопр. $1,96 \cdot 10^9 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ при $25 \text{ }^\circ\text{C}$; в воде раствор. неограниченно. Тепл. образ. $-272,4 \text{ кДж/моль}$; тепл. сгор. $-2051,4 \text{ кДж/моль}$; Т. всп.: $14 \text{ }^\circ\text{C}$ (з.т.), $18 \text{ }^\circ\text{C}$ (о.т.); т. воспл. $21 \text{ }^\circ\text{C}$; т. самовоспл. $430 \text{ }^\circ\text{C}$; конц. пред. распр. пл. $2,23\text{-}12,7 \%$ (об.); темп. распр. пл.: нижн. $11 \text{ }^\circ\text{C}$, верхн. $42 \text{ }^\circ\text{C}$; миним. флегм. конц., % (об.): CO_2 28, H_2O 34,5, N_2 44,6; МВСК 11,4 % (об.); миним. энергия зажигания $0,65 \text{ мДж}$; скорость выгор. $4,36 \cdot 10^{-2} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; макс. давл. взрыва 634 кПа ; макс. скорость нарастания давл. $13,2 \text{ МПа/с}$; макс. норм. скорость горения $0,415 \text{ м/с}$. Водные растворы изопропилового спирта являются легко воспламеняющимися жидкостями.

Масло индустриальное 45 (машинное С), горючая вязкая жидкость. Плотн. $917,1 \text{ кг/м}^3$. Т. всп. $181 \text{ }^\circ\text{C}$; т. самовоспл. $355 \text{ }^\circ\text{C}$; темп. пределы распр. пл.: нижн. $146 \text{ }^\circ\text{C}$, верхн. $190 \text{ }^\circ\text{C}$; тепл. сгор. 44500 кДж/кг (принять условно).

Масло индустриальное 50 (машинное СУ), горючая вязкая жидкость. Плотн. 903 кг/м^3 . Т. всп. $200 \text{ }^\circ\text{C}$; т. самовоспл. $380 \text{ }^\circ\text{C}$; темп. пределы распр. пл.: нижн. $146 \text{ }^\circ\text{C}$, верхн. $191 \text{ }^\circ\text{C}$; тепл. сгор. 45000 кДж/кг (принять условно).

Метан, CH_4 , горючий бесцветный газ. Мол. масса 16,04; плоти. $0,7168 \text{ кг/м}^3$ при 0°C ; т. кип. $-161,58 \text{ }^\circ\text{C}$; $l_{gp}=5,68923-380,224/(264,804+t)$ при t -ре от -182 до $-162 \text{ }^\circ\text{C}$; коэф. диф. газа в воздухе $0,196 \text{ см}^2/\text{с}$; тепл. образ. $-74,8 \text{ кДж/моль}$; тепл. сгор. -802 кДж/моль . Т. самовоспл. $537 \text{ }^\circ\text{C}$; конц. пределы распр. пл.: в воздухе $5,28\text{-}14,1 \%$ (об.), в кислороде $5,1\text{-}61 \%$ (об.); макс. давл. взрыва 706 кПа ; макс. скорость нарастания давл. 18 МПа/с ; норм. скорость распр. пл. $0,338 \text{ м/с}$; миним. энергия зажигания $0,28 \text{ мДж}$ в воздухе и $0,0027 \text{ мДж}$ в кислороде; миним. флегм. конц. разбавителя, % (об.): N_2 37, H_2O 29, CO_2 24, Ar 51, He 39, CCl_4 13; МВСК 11 % (об.).

Резорцин, 1,3-дигидроксibenзол, резорцинол, 1,3-бензолдиол, *m*-диоксибензол, $C_6H_6O_2$, горючий белый кристаллический порошок. Мол. масса 110,11; т. плавл. $111 \text{ }^\circ\text{C}$; т. кип. $276,5 \text{ }^\circ\text{C}$; плотн. $1271,7 \text{ кг/м}^3$; плотн. пара по воздуху 3,8; тепл. образ. -278 кДж/моль ; тепл. сгор. -2808 кДж/моль ; в воде раств. Т. всп. $128 \text{ }^\circ\text{C}$; т. воспл. $145 \text{ }^\circ\text{C}$; т. самовоспл. $608 \text{ }^\circ\text{C}$; нижн. конц. предел распр. пл. паров $1,26 \%$ (об.), аэровзвеси 25 г/м^3 ; миним. флегм. конц. азота 12% (об.); при конц. пыли 200 г/м^3 макс. давл. взрыва 147 кПа , скорость нарастания давл. $1,2 \text{ МПа/с}$.

L-Сорбоза, $C_6H_{12}O_6$, горючий порошок. Мол. масса 180,16; Т. плавл. $159\text{-}161 \text{ }^\circ\text{C}$; тепл. образ. -1270 кДж/моль , тепл. сгор. -2806 кДж/моль ; уд. электр. сопр. $2,35 \cdot 10^9 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; Дисперсность образца менее 74 мкм . Т. воспл. $242 \text{ }^\circ\text{C}$; т. самовоспл. аэровзвеси $370 \text{ }^\circ\text{C}$; нижн. конц. предел распр. пл. 65 г/м^3 ; при конц. пыли 500 г/м^3 макс. давл. взрыва 524 кПа ; скорость нарастания давл.: средн. $9,6 \text{ МПа/с}$, макс. $32,4 \text{ МПа/с}$; миним. энергия зажигания 80 мДж .

о-Толуиловая кислота, 2-метилбензойная кислота, $C_8H_8O_2$, горючий порошок. Содержание основного вещества 95% (масс.). Мол. масса 136,15; т. плавл. $99\text{-}105 \text{ }^\circ\text{C}$; тепл. сгор. $-3857,7 \text{ кДж/моль}$. Дисперсность образца $160\text{-}200 \text{ мкм}$. Т. самовоспл.: аэро-

геля 345 °С, взрывозвеси 542 °С; нижн. конц. предел распр. пл. 63 г/м³; при конц. пыли 520 г/м³ макс. давл. взрыва 300 кПа; МВСК 10 % (об.).

Фталевый ангидрид, ангидрид фталевой кислоты, фталандион, С₈Н₄О₃, горючий порошок. Мол. масса 148,12; т. плавл. 130,8 °С; тепл. образ. –460,02 кДж/моль, тепл. сгор. –3259 кДж/моль; т. кип. 284,5 °С; плотн. пара по воздуху 5,11; в воде раствор. плохо. Т. всп. 152 °С (о. т.); т. самовоспл. 580 °С; конц. пределы распр. пл. паров 1,7-10,4 % (об.); темп. пределы распр. пл.: нижн. 124 °С, верхн. 194 °С. Взрывозвесь дисперсностью 74 мкм имеет т. самовоспл. 650 °С, нижн. конц. предел распр. пл. 15 г/м³, макс. давл. взрыва 500 кПа, макс. скорость нарастания давл. 29 МПа/с, миним. энергия зажигания 15 мДж, МВСК 11 % (об.).

Циклогексан, С₆Н₁₂, легко воспламеняющаяся бесцветная жидкость. Мол. масса 84,16; плотн. 773 кг/м³; т. плавления 6,5 °С; т. кип. 80,7 °С; коэф. диф. пара в воздухе 0,0646 см²/с; $\lg p = 5,96991 - 1203,526 / (222,863 + t)$ при 6,5-80 °С; тепл. образ. –123,13 кДж/моль; тепл. сгор. –3689 кДж/моль; в воде не раствор. Т. всп. –17 °С; т. самовоспл. 259 °С; конц. пределы распр. пл. 1,3-7,8 % (об.); темп. пределы распр. пл.: нижн. –17 °С, верхн. 20 °С; макс. давл. взрыва 858 кПа; макс. норм. скорость распр. пл. 0,436 м/с; т. гор. 2270 К; миним. энергия зажигания 0,22 мДж; БЭМЗ 0,94 мм.

Этан, С₂Н₆, горючий бесцветный газ. Мол. масса 30,07; плотн. жидкого этана 548,2 кг/м³ при –90 °С; т. кип. –88,63 °С; плотн. газа по воздуху 1,0488; коэф. диф. газа в воздухе 0,121 см²/с; тепл. образ. –84,68 кДж/моль; тепл. сгор. –1576 кДж/моль; в воде не раствор. Т. самовоспл. 515 °С; конц. пределы распр. пл.: 2,9-15% (об.) в воздухе, 3-66 % (об.) в кислороде. Макс. давл. взрыва 675 кПа; макс. скорость нарастания давл.: средн. 14,5 МПа/с, макс. 17,2 МПа/с; норм. скорость распр. пл. 0,476 м/с; миним. энергия зажигания 0,24 мДж; МВСК 11,3 % (об.) при разбавлении газовой смеси азотом и 13,8 % (об.) при разбавлении смеси диоксидом углерода; БЭМЗ 0,91 мм. Для предупреждения взрыва при аварийном истечении этана и тушения факела в закрытых объемах необходимая миним. концентр. диоксида углерода 34 % (об.), азота 46 % (об.).

Этанол, этиловый спирт, винный спирт, С₂Н₆О, легко воспламеняющаяся бесцветная жидкость. Мол. масса 46,07; плотн. 785 кг/м³ при 25 °С; плотн. пара по воздуху 1,6; т. кип. 78,5 °С; $\lg p = 7,81158 - 1918,508 / (252,125 + t)$ при t-ре от –31 до 78 °С; коэф. диф. пара в воздухе 0,132 см²/с при 25 °С; уд. электр. сопр. $7,4 \cdot 10^{11}$ Ом·м при 25 °С; тепл. образ. –234,9 кДж/моль; тепл. сгор. –1408 кДж/моль; в воде раствор. неограниченно. Т. всп.: 13 °С (з. т.), 16 °С (о. т.); т. воспл. 18 °С; т. самовоспл. 400 °С; конц. пределы распр. пл. 3,6-17,7 % (об.); темп. пределы распр. пл.: нижн. 11 °С, верхн. 41 °С; миним. флегм. конц., % (об.): СО₂ 29,5, Н₂О 35,7, N₂ 46; макс. давл. взрыва 682 кПа; макс. скорость нарастания давл. 15,8 МПа/с; скорость выгор. $3,7 \cdot 10^{-2}$ кг/(м²·с); макс. норм. скорость распр. пл. 0,556 м/с; миним. энергия зажигания 0,246 мДж; МВСК 11,1 % (об.). Водные растворы этилового спирта пожароопасны.

Приложение Е

Мероприятия по снижению взрывопожарной и пожарной опасности технологических процессов в производственных помещениях

Количество ГГ, СГГ, ЛВЖ, ГЖ и горючей пыли, поступающих в результате расчетной аварии в помещение, зависит:

- от габаритов аварийного аппарата;
- технологических параметров его работы;
- способа отключения от соседнего оборудования и места расположения запорных устройств.

Помимо этого, количество поступающих в помещение паров ЛВЖ и ГЖ зависит от площади пролива жидкости в помещении, наличия аппаратов с открытой поверхностью испарения и свежеекрасшенных поверхностей.

Количество пыли и волокон, поступающих в результате расчетной аварии в помещение, зависит также от промежутка времени между генеральными и текущими пылеуборками, интенсивности пылеотложений, способа уборки пыли и др. факторов.

Коэффициент участия горючих газов и паров в горении, при прочих равных условиях, часто существенно зависит от способа определения его численного значения: расчетным способом по приведенной в Приложении Д [2] методике или принятого по таблице А.1 [2].

Мероприятия по снижению количества ГГ, СГГ, ЛВЖ, ГЖ и горючей пыли, выходящих из аварийного оборудования:

- вынос емкостных аппаратов за пределы помещений;
- замена аппаратов емкостного типа автоматическими регуляторами давления и расхода, автоматически действующими питателями и счетчиками-дозаторами;
- применение систем автоматического отключения трубопроводов с вероятностью отказа не выше $1 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹ или обеспечение резервирования их элементов;
- применение самосрабатывающих отсекателей потоков (обратных, скоростных, электромагнитных клапанов и др.);
- размещение устройств для аварийного отключения трубопроводов за пределами производственных помещений.

Мероприятия по уменьшению массы паров, поступающих в помещение с поверхностей пролива, из открытых аппаратов и со свежеекрасшенных поверхностей:

- устройство аварийной или приравненной к ней постоянно работающей общеобменной вентиляции;
- замена открытых аппаратов на дышащие с выводом дыхательных линий за пределы помещений или на герметичные аппараты;
- проведение технологических процессов в укрытиях (например, проведение окраски и сушки в камерах и т. п.).

Мероприятия по уменьшению площади пролива жидкости:

- разделение площади производственного помещения на участки порогами или сливными лотками;
- устройство бортиков вокруг емкостных аппаратов;
- установка емкостных аппаратов в приямках и т. п.

Приложение Ж

Примеры расчетного определения категорий производственных помещений и здания по взрывопожарной и пожарной опасности

Ж.1. В производственном помещении обращаются легковоспламеняющиеся жидкости

Ж.1.1. Анкета исходных данных для отделения хранения ЛВЖ

Таблица Ж.1

1. Характеристика помещения	
Наименование помещения	Отделение хранения ЛВЖ
Позиция по экспликации	4
Площадь помещения, м ²	108
Высота помещения, м	4,5
Доля свободного объема	0,8
Наличие АУП («Да», «Нет»)	Нет
2. Размещение и габариты пожароопасных участков	
Участок 1: - длина, м - ширина, м	3,5 1,5
Участок 2: - длина, м - ширина, м	2,8 1,2
Расстояние между участками, м	6,1
Наличие устройств, ограничивающих растекание жидкостей («Да», «Нет») (если «Да», указать вид ограждения и его параметры): - участок 1 - участок 2	Да; бортики из бордюрного камня по всему периметру участка высотой 0,15 м Да; бортики из бордюрного камня по всему периметру участка высотой 0,15 м
3. Вентиляция	
Наличие аварийной вентиляции, обеспеченной резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности по ПУЭ («Да», «Нет») (если «Да», указать ее кратность в час ⁻¹)	Нет
Наличие постоянно работающей общеобменной вентиляции, обеспечивающей концентрацию горючих газов и паров в помещении, не превышающую предельно допустимую взрывобезопасную концентрацию, рассчитанную для аварийной вентиляции (вентиляция оборудована резервными вентиляторами, включающимися автоматически при остановке основных, электроснабжение осуществляется по первой категории надежности по ПУЭ) («Да», «Нет») (если «Да», указать ее кратность в час ⁻¹)	Да; 2

4. Температурный режим	
Максимальная температура в помещении в соответствии с климатической зоной, °С	38 [6]
5. Характеристика производственного процесса	
Схема производственного процесса	
Краткое описание производственного процесса	<p>В помещении находятся два участка для напольного хранения ЛВЖ: участок 1 для хранения н-Нонана в металлических бочках и участок 2 для хранения н-Гептана в металлических канистрах. Доставка и вывоз ЛВЖ производится на ручных тележках.</p> <p>Помимо ЛВЖ в помещении хранятся на металлических стеллажах негорючие реагенты в металлической таре.</p>
Виды ЛВЖ: - в канистрах - в бочках	<p>н-Гептан н-Нонан</p>
6. Характеристика емкостей с ЛВЖ	
Параметры бочек: - высота, м - полная вместимость, м ³ - степень заполнения - количество	<p>0,68 52,5 0,95 2</p>
Параметры канистр: - высота, м - геометрический объем, м ³ - степень заполнения - количество	<p>0,65 20 0,9 10</p>
7. Пожаровзрывоопасные свойства веществ [10]	
н-Гептан (C ₇ H ₁₆): - молярная масса, кг/кмоль - температура вспышки, °С - НКПР, % (об.) - максимальное давление взрыва, кПа - низшая теплота сгорания, МДж/кг - плотность жидкости, кг/м ³ - константы уравнения Антуана: <i>A</i> <i>B</i> <i>C_A</i>	<p>100,203 -4 1,07 843 44,92 683,76 6,07647 1295,405 219,819</p>

н-Нонан (C ₉ H ₂₀):	
- молярная масса, кг/кмоль	128,28
- температура вспышки, °С	31
- НКПР, % (об.)	0,78
- максимальное давление взрыва, кПа	–
- низшая теплота сгорания, МДж/кг	44,68
- плотность жидкости, кг/м ³	717,6
- константы уравнения Антуана: <i>A</i>	6,17776
<i>B</i>	1510,695
<i>C_A</i>	211,502

Составил (должность, Ф.И.О.): _____

Контактный телефон: _____

Подпись: _____

Ж.1.2. Расчетное определение категории отделения хранения ЛВЖ по взрывопожарной и пожарной опасности

Определение категории отделения хранения ЛВЖ по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с требованиями [1,2] осуществляется путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Проверка принадлежности отделения хранения ЛВЖ к категории А.

Так как в производственном процессе обращаются ЛВЖ, температура вспышки которых не более 28 °С (температура вспышки н-Гептана минус 4 °С), то отделение хранения ЛВЖ может быть отнесено к категории А.

Расчетный вариант аварии 1.

Замечание 1: *если в производственном помещении находится несколько видов ЛВЖ в различных аппаратах, при аварии которых в помещение поступает соизмеримое количество жидкостей, то в качестве первого варианта можно выбрать аварию аппарата с ЛВЖ, имеющей меньшую температуру вспышки.*

В качестве наиболее неблагоприятного варианта выбираем аварийную ситуацию, связанную с выходом в помещение отделения хранения ЛВЖ н-Гептана. При доставке н-Гептана в отделение хранения ЛВЖ происходит падение с тележки одной канистры, ее повреждение и разлив н-Гептана на полу помещения.

Для оценки возможности образования зоны ВОК в помещении сравниваем температуру вспышки н-Гептана с расчетной температурой (при разливе жидкости на полу производственного помещения ВОК образуется при выполнении условия $t_p \geq t_{всп}$). Расчетная температура ($t_p = 38 \text{ }^\circ\text{C}$) существенно выше температуры вспышки н-Гептана ($t_{всп} = -4 \text{ }^\circ\text{C}$). Следовательно, над поверхностью пролива н-Гептана образуется ВОК.

Объем н-Гептана, вышедшего при аварии из поврежденной канистры в помещение:

$$V_{\Gamma} = \varepsilon V_{\kappa} = 0,9 \cdot 0,02 = 0,018 \text{ м}^3$$

(здесь $\varepsilon = 0,9$ – степень заполнения канистры; $V_{\kappa} = 0,02 \text{ м}^3$ – геометрический объем канистры).

Масса н-Гептана, поступающего в помещение:

$$m_{\Gamma} = V_{\kappa} \rho_{\Gamma} = 0,018 \cdot 843 = 12,308 \text{ кг}$$

(здесь $\rho_{\Gamma} = 843 \text{ кг/м}^3$ – плотность н-Гептана).

Ожидаемая площадь пролива н-Гептана на полу помещения:

$$S_p = f_p V_{\Gamma} = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 0,018 = 18 \text{ м}^2$$

(здесь $f_p = 1,0 \cdot 10^3 \text{ м}^{-1}$ – коэффициент разлития н-Гептана).

Площадь пола помещения:

$$F_{\Pi} = LB = 12 \cdot 9 = 108 \text{ м}^2$$

(здесь $L = 12 \text{ м}$ – длина помещения; $B = 9 \text{ м}$ – ширина помещения).

Площадь испарения н-Гептана, равная фактической площади его пролива:

$$F_{\Pi} = \min[S_p; F_{\Pi}] = \min[18 \text{ м}^2; 108 \text{ м}^2] = 18 \text{ м}^2.$$

Плотность паров н-Гептана при расчетной температуре:

$$\rho_{\Pi} = M / [V_0 (1 + 0,00367 t_p)] = 100,203 / [22,431 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)] = 3,924 \text{ кг/м}^3$$

(здесь $V_0 = 22,41 \text{ м}^3/\text{кмоль}$ – мольный объем при нормальных условиях; $M = 100,203 \text{ кг/кмоль}$ – молярная масса н-Гептана; $t_p = 38 \text{ }^\circ\text{C}$ – расчетная температура).

Давление насыщенных паров н-Гептана при расчетной температуре:

$$\lg p_{\Pi} = A_A - B_A / (C_A + t_p) = 6,07647 - 1295,405 / (219,819 + 38) = 1,052;$$

$$p_{\Pi} = 11,272 \text{ кПа.}$$

(здесь $A_A = 6,07647$; $B_A = 1295,405$; $C_A = 219,819$ – константы уравнения Антуана для н-Гептана, которые можно использовать в диапазоне температур от $-60 \text{ }^\circ\text{C}$ до $90 \text{ }^\circ\text{C}$).

Скорость движения воздуха в помещении при постоянно работающей общеобменной вентиляции, которая приравняется к аварийной вентиляции:

$$u = A_B L / 3600 = 2 \cdot 12 / 3600 = 0,0067 \text{ м/с}$$

(здесь $A_B = 2 \text{ час}^{-1}$ – кратность воздухообмена).

Интенсивность испарения н-Гептана:

$$W = 1 \cdot 10^{-6} \eta \sqrt{M} p_H = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,004 \cdot \sqrt{100,203} \cdot 11,272 = \\ = 1,133 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$$

(здесь $\eta = 1,004$ – коэффициент, найденный по табл. А.2 [2] методом интерполяции по столбцам и строкам).

Длительность испарения разлившегося н-Гептана:

$$T_{\text{и}} = \min \left(\frac{m_r}{W F_{\text{и}}}; 3600 \text{ с} \right) = \min \left(\frac{12,308}{1,133 \cdot 10^{-4} \cdot 18} = 6035,108 \text{ с}; 3600 \text{ с} \right) = \\ = 3600 \text{ с}.$$

Масса н-Гептана, испарившегося с поверхности пролива за 3600 с:

$$m = W F_{\text{и}} T_{\text{и}} = 1,133 \cdot 10^{-4} \cdot 18 \cdot 3600 = 7,342 \text{ кг}.$$

Стехиометрическая концентрация н-Гептана в воздухе:

$$C_{\text{ст}} = 100 / (1 + 4,84 \beta) = 100 / (1 + 4,84 \cdot 11) = 1,844 \% \text{ (об.)}$$

(здесь $\beta = n_C + \frac{n_H}{4} = 7 + \frac{16}{4} = 11$ – стехиометрический коэффициент при кислороде в уравнении горения н-Гептана в воздухе; $n_C = 7$; $n_H = 16$ – соответственно количество атомов углерода и водорода в молекуле н-Гептана).

Свободный объем помещения:

$$V_{\text{св}} = K_{\text{св}} L B H = 0,8 \cdot 12 \cdot 9 \cdot 4,5 = 388,8 \text{ м}^3$$

(здесь $K_{\text{св}} = 0,8$ – доля свободного объема помещения; $H = 4,5 \text{ м}$ – высота помещения).

Коэффициент, учитывающий работу постоянно работающей общеобменной вентиляции, приравненной к аварийной вентиляции:

$$K = \frac{A_B T}{3600} + 1 = \frac{2 \cdot 3600}{3600} + 1 = 3.$$

Масса паров н-Гептана, аккумулированная в помещении:

$$m^* = m / K = 7,342 / 3 = 2,447 \text{ кг}.$$

Определение коэффициента Z участия в горении паров н-Гептана (см. Приложение Д [2]):

- средняя концентрация паров н-Гептана в помещении:

$$\bar{\varphi} = 100 m^* / (V_{\text{св}} \rho_{\text{п}}) = 100 \cdot 2,447 / (388,8 \cdot 3,924) = 0,16 \% \text{ (об.)};$$

- величина $0,5 C_{\text{НКПР}} = 0,5 \cdot 1,07 = 0,535 \% \text{ (об.)}$

(здесь $C_{\text{НКПР}} = 1,07 \% \text{ (об.)}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени н-Гептана);

- проверка выполнения условия $\bar{\varphi} < 0,5 C_{\text{НКПР}}$ [$0,16 \% \text{ (об.)} < 0,535 \% \text{ (об.)}$] и продолжение расчета (иначе принимают $Z = 0,3$);

- отношение длины к ширине помещения:

$$L/B = 12/9 = 1,33;$$

- проверка выполнения условия $L/B < 5$ ($1,33 < 5$) и продолжение расчета (иначе принимают $Z = 0,3$);

- концентрация насыщенных паров при расчетной температуре:

$$C_H = 100 p_H / p_0 = 100 \cdot 11,272 / 101 = 11,16 \% \text{ (об.)}$$

(здесь $p_0 = 101$ кПа – атмосферное давление);

- величина $C^* = 1,9 C_{ст} = 1,9 \cdot 1,844 = 3,504 \% \text{ (об.)}$;

- проверка выполнения условия $C_H > C^*$ [$11,16 \% \text{ (об.)} > 3,504 \% \text{ (об.)}$];

- величина X :

$$X = \begin{cases} C_H / C^*, & \text{если } C_H \leq C^* \\ 1, & \text{если } C_H > C^* \end{cases} = 1;$$

- коэффициент участия паров н-Гептана в горении, определяемый графически по рис. Д1 [2]:

$$Z = 0,3.$$

Расчетное избыточное давление взрыва:

$$\Delta p = (p_{\max} - p_0) \frac{m^* Z}{V_{св} \rho_{п}} \frac{100}{C_{ст}} \frac{1}{K_H} = (843 - 101) \cdot \frac{2,447 \cdot 0,3}{388,8 \cdot 3,924} \cdot \frac{100}{1,844} \cdot \frac{1}{3} = 6,457 \text{ кПа.}$$

Вывод. Согласно п. 5 статьи 27 [1] или табл. 1 [2] отделение хранения ЛВЖ относится к категории А (повышенная взрывопожароопасность), так как температура вспышки н-Гептана не более 28°C ($t_{всп}$ минус 4°C) и расчетное избыточное давление взрыва паровоздушной смеси превышает 5 кПа ($\Delta p = 6,457$ кПа).

Предложения по снижению взрывоопасности производственного процесса.

Расчетное избыточное давление взрыва в отделении хранения ЛВЖ близко к 5 кПа ($\Delta p = 6,457$ кПа). Предлагается увеличить кратность воздухообмена постоянно работающей общеобменной вентиляции, приравненной к аварийной вентиляции, для удаления большего количества паров н-Гептана из помещения. Принимаем кратность воздухообмена постоянно работающей общеобменной вентиляции, приравненной к аварийной вентиляции, $A_B = 5 \text{ час}^{-1}$.

Проверяем принадлежность отделения хранения ЛВЖ к категории А при кратности воздухообмена постоянно работающей общеобменной вентиляции, приравненной к аварийной вентиляции, $A_B = 5 \text{ час}^{-1}$.

Расчетный вариант аварии 2.

Определяем численные значения критериев категорирования отделения хранения ЛВЖ (см. вариант 1).

$$V_T = \varepsilon V_K = 0,9 \cdot 0,02 = 0,018 \text{ м}^3.$$

$$m_{\Gamma} = V_{\kappa} \rho_{\text{ж}} = 0,018 \cdot 843 = 12,308 \text{ кг.}$$

$$S_{\text{p}} = f_{\text{p}} V_{\Gamma} = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 0,018 = 18 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{п}} = LB = 12 \cdot 9 = 108 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{и}} = \min[S_{\text{p}}; F_{\text{п}}] = \min[18 \text{ м}^2; 108 \text{ м}^2] = 18 \text{ м}^2.$$

$$\rho_{\text{п}} = M / [V_0 (1 + 0,00367 t_{\text{p}})] = 100,203 / [22,431 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)] = 3,924 \text{ кг/м}^3.$$

$$\lg p_{\text{н}} = A_{\text{A}} - B_{\text{A}} / (C_{\text{A}} + t_{\text{p}}) = 6,07647 - 1295,405 / (219,819 + 38) = 1,052;$$

$$p_{\text{н}} = 11,272 \text{ кПа.}$$

$$u = A_{\text{B}} L / 3600 = 5 \cdot 12 / 3600 = 0,017 \text{ м/с}$$

(здесь $A_{\text{B}} = 5 \text{ час}^{-1}$ – кратность воздухообмена постоянно работающей общеобменной вентиляции, которая приравнивается к аварийной вентиляции).

$$W = 1 \cdot 10^{-6} \eta \sqrt{M} p_{\text{н}} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,022 \cdot \sqrt{100,203} \cdot 11,272 = 1,153 \cdot 10^{-4} \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$$

(здесь $\eta = 1,022$ – коэффициент, найденный по табл. А.2 [2] методом интерполяции по столбцам и строкам).

$$T_{\text{и}} = \min \left(\frac{m_{\Gamma}}{W F_{\text{и}}}; 3600 \text{ с} \right) = \min \left(\frac{12,308}{1,153 \cdot 10^{-4} \cdot 18} = 5930,423 \text{ с}; 3600 \text{ с} \right) = 3600 \text{ с.}$$

Масса н-Гептана, испарившегося с поверхности пролива за 3600 с:

$$m = W F_{\text{и}} T_{\text{и}} = 1,153 \cdot 10^{-4} \cdot 18 \cdot 3600 = 7,474 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{ст}} = 100 / (1 + 4,84 \beta) = 100 / (1 + 4,84 \cdot 11) = 1,844 \% \text{ (об.)}$$

(здесь $\beta = n_{\text{C}} + \frac{n_{\text{H}}}{4} = 7 + \frac{16}{4} = 11$ – стехиометрический коэффициент при кислороде в уравнении горения н-Гептана в воздухе; $n_{\text{C}} = 7$; $n_{\text{H}} = 16$ – соответственно количество атомов углерода и водорода в молекуле н-Гептана).

$$V_{\text{св}} = K_{\text{св}} LBH = 0,8 \cdot 12 \cdot 9 \cdot 4,5 = 388,8 \text{ м}^3.$$

$$K = \frac{A_{\text{B}} T}{3600} + 1 = \frac{5 \cdot 3600}{3600} + 1 = 6.$$

$$m^* = m / K = 7,474 / 6 = 1,246 \text{ кг.}$$

$$\bar{\varphi} = 100 m^* / (V_{\text{св}} \rho_{\text{п}}) = 100 \cdot 1,246 / (388,8 \cdot 3,924) = 0,08 \% \text{ (об.)}$$

$$0,5 C_{\text{НКПР}} = 0,5 \cdot 1,07 = 0,535 \% \text{ (об.)}$$

$$\bar{\varphi} < 0,5 C_{\text{НКПР}} [0,08 \% \text{ (об.)} < 0,535 \% \text{ (об.)}]$$

$$L/B = 12/9 = 1,33.$$

$$L/B < 5 (1,33 < 5).$$

$$C_{\text{н}} = 100 p_{\text{н}} / p_0 = 100 \cdot 11,272 / 101 = 11,16 \% \text{ (об.)}$$

$$C^* = 1,9 C_{\text{ст}} = 1,9 \cdot 1,844 = 3,504 \% \text{ (об.)}$$

$$C_{\text{н}} > C^* [11,16 \% \text{ (об.)} > 3,504 \% \text{ (об.)}]$$

$$X = \begin{cases} C_H / C^*, & \text{если } C_H \leq C^* \\ 1, & \text{если } C_H > C^* \end{cases} = 1.$$

$$Z = 0,3.$$

$$\Delta p = (p_{\max} - p_0) \frac{m^* Z}{V_{\text{св}} \rho_{\Pi}} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_H} = (843 - 101) \cdot \frac{1,246 \cdot 0,3}{388,8 \cdot 3,924} \cdot \frac{100}{1,844} \cdot \frac{1}{3} = 3,287 \text{ кПа}.$$

Вывод. Согласно п. 5 статьи 27 [1] или табл. 1 [2] отделение хранения ЛВЖ не относится к категории А (повышенная взрывопожароопасность), так как расчетное избыточное давление взрыва паровоздушной смеси не превышает 5 кПа ($\Delta p = 3,287$ кПа).

Рассматриваем возможность принадлежности отделения хранения ЛВЖ к менее опасной категории Б.

Проверка принадлежности отделения хранения ЛВЖ к категории Б.

В отделении хранения ЛВЖ помимо н-Гептана обращается также н-Нонан с температурой вспышки 31 °С. Поэтому отделение хранения ЛВЖ может быть отнесено к категории Б, так как характеристика обрабатываемых в нем вещества соответствует определению, приведенному в п. 6 статьи 27 [1] или табл. 1 [2]. Производим проверку принадлежности отделения хранения ЛВЖ к категории Б с учетом принятой увеличенной кратности воздухообмена $A = 5 \text{ час}^{-1}$.

Расчетный вариант аварии 3.

В качестве наиболее неблагоприятного варианта выбираем аварийную ситуацию, связанную падением с тележки одной бочки с н-Нонаном, ее повреждением и разливом ЛВЖ на полу помещения.

Сравниваем температуру вспышки н-Нонана с расчетной температурой. Расчетная температура ($t_p = 38$ °С) выше температуры вспышки н-Нонана ($t_{\text{всп}} = 31$ °С). Следовательно, над поверхностью пролива н-Нонана также образуется ВОК.

Определяем численные значения критериев категорирования отделения хранения ЛВЖ (см. вариант 1).

$$V_6 = \varepsilon V_6 = 0,95 \cdot 0,0525 = 0,049875 \text{ м}^3$$

(здесь $V_6 = 0,0525 \text{ м}^3$ – полная вместимость бочки).

$$m_6 = V_6 \rho_6 = 0,049875 \cdot 717,6 = 35,79 \text{ кг}$$

(здесь $\rho_6 = 717,6 \text{ кг/м}^3$ – плотность н-Нонана).

$$S_p = f_p V_6 = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 0,049875 = 49,875 \text{ м}^2.$$

$$F_{\Pi} = LB = 12 \cdot 9 = 108 \text{ м}^2.$$

$$F_{\Pi} = \min[S_p; F_{\Pi}] = \min[49,875 \text{ м}^2; 108 \text{ м}^2] = 49,875 \text{ м}^2.$$

$$\rho_{\Pi} = M / [V_0 (1 + 0,00367 t_p)] = 128,28 / [22,431 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)] = 5,023 \text{ кг/м}^3.$$

(здесь $M = 128,28$ кг/кмоль – молярная масса н-Нонана).

$$\lg p_{\text{н}} = A_{\text{А}} - B_{\text{А}} / (C_{\text{А}} + t_{\text{р}}) = 6,17776 - 1510,695 / (211,502 + 38) = 0,1229;$$
$$p_{\text{н}} = 1,327 \text{ кПа}$$

(здесь $A_{\text{А}} = 6,17776$; $B_{\text{А}} = 1510,695$; $C_{\text{А}} = 211,502$ – константы уравнения Антуана для н-Нонана, которые можно использовать в диапазоне температур от 2 °C до 150 °C).

$$u = A_{\text{В}} L / 3600 = 5 \cdot 12 / 3600 = 0,017 \text{ м/с.}$$

$$W = 1 \cdot 10^{-6} \eta \sqrt{M} p_{\text{б}} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,022 \cdot \sqrt{128,28} \cdot 1,327 =$$
$$= 1,537 \cdot 10^{-5} \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$$

(здесь $\eta = 1,022$ – коэффициент, найденный по табл. А.2 [2] методом интерполяции по столбцам и строкам).

$$T_{\text{н}} = \min \left(\frac{m_{\text{б}}}{W F_{\text{н}}}; 3600 \text{ с} \right) = \min \left(\frac{35,79}{1,537 \cdot 10^{-5} \cdot 49,875} = 46688 \text{ с}; 3600 \text{ с} \right) =$$
$$= 3600 \text{ с.}$$

Масса н-Нонана, испарившегося с поверхности пролива за 3600 с:

$$m = W F_{\text{н}} T_{\text{н}} = 1,537 \cdot 10^{-5} \cdot 49,875 \cdot 3600 = 2,76 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{ст}} = 100 / (1 + 4,84 \beta) = 100 / (1 + 4,84 \cdot 14) = 1,454 \% \text{ (об.).}$$

(здесь $\beta = n_{\text{С}} + \frac{n_{\text{Н}}}{4} = 9 + \frac{20}{4} = 14$ – стехиометрический коэффициент при кислороде в уравнении горения н-Нонана в воздухе; $n_{\text{С}} = 9$; $n_{\text{Н}} = 20$ – соответственно количество атомов углерода, водорода и кислорода в молекуле н-Нонана).

$$V_{\text{св}} = K_{\text{св}} L B H = 0,8 \cdot 12 \cdot 9 \cdot 4,5 = 388,8 \text{ м}^3.$$

$$K = \frac{A_{\text{В}} T}{3600} + 1 = \frac{5 \cdot 3600}{3600} + 1 = 6.$$

$$\overline{m}^* = m / K = 1,229 / 6 = 0,46 \text{ кг.}$$

$$\overline{\varphi} = 100 \overline{m}^* / (V_{\text{св}} \rho_{\text{н}}) = 100 \cdot 0,46 / (388,8 \cdot 5,023) = 0,024 \% \text{ (об.).}$$

$$0,5 C_{\text{НКПР}} = 0,5 \cdot 0,78 = 0,39 \% \text{ (об.).}$$

$$\overline{\varphi} < 0,5 C_{\text{НКПР}} [0,024 \% \text{ (об.)} < 0,39 \% \text{ (об.)}].$$

$$L / B = 12 / 9 = 1,33.$$

$$L / B < 5 (1,33 < 5).$$

$$C_{\text{н}} = 100 p_{\text{н}} / p_0 = 100 \cdot 1,327 / 101 = 1,314 \% \text{ (об.).}$$

$$C^* = 1,9 C_{\text{ст}} = 1,9 \cdot 1,454 = 2,763 \% \text{ (об.).}$$

$$C_{\text{н}} < C^* [1,314 \% \text{ (об.)} < 2,763 \% \text{ (об.)}].$$

$$X = \begin{cases} C_{\text{н}} / C^*, & \text{если } C_{\text{н}} \leq C^* \\ 1, & \text{если } C_{\text{н}} > C^* \end{cases} = C_{\text{н}} / C^* = 1,314 / 2,763 = 0,476.$$

$Z = 0,06$ – коэффициент участия паров н-Нонана в горении, найденный графически по рис. Д1 [2].

$$\Delta p = (p_{\max} - p_0) \frac{m^* Z}{V_{\text{св}} \rho_{\text{п}}} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_{\text{н}}} = (900 - 101) \cdot \frac{0,46 \cdot 0,06}{388,8 \cdot 5,023} \cdot \frac{100}{1,454} \cdot \frac{1}{3} = 0,259 \text{ кПа}$$

(здесь p_{\max} – максимальное давление взрыва горючей смеси, которое при отсутствии данных допускается принимать равным 900 кПа).

Вывод. Согласно п. 6 статьи 27 [1] или табл. 1 [2] отделение хранения ЛВЖ не относится к категории Б (взрывопожароопасность), так как расчетное избыточное давление взрыва смеси паров н-Нонана с воздухом не превышает 5 кПа ($\Delta p = 0,259$ кПа).

Замечание 2: *если в помещении обращаются различные горючие вещества и материалы, перечисленные в п. 6 статьи 27 [1] или одно горючее вещество находится в разных аппаратах, то необходимо произвести проверку принадлежности помещения к категории Б при всех возможных вариантах аварий. Только после такой проверки можно переходить к рассмотрению принадлежности помещения к менее опасной категории В.*

Рассматриваем возможность принадлежности отделения хранения ЛВЖ к менее опасной категории В.

Проверка принадлежности отделения хранения ЛВЖ к категориям В1-В4.

При возникновении аварийной ситуации и пожара ЛВЖ могут перелиться через бортики, ограждающие пожароопасные участки 1 и 2, что приведет к увеличению площади пожара. Проверяем возможность перелива жидкостей через бортики, ограждающие пожароопасные участки 1 и 2.

Пожароопасный участок 1.

Объем н-Нонана в бочках, находящихся на пожароопасном участке 1:

$$V_1 = n_1 \varepsilon V_6 = 2 \cdot 0,95 \cdot 0,0525 = 0,09975 \text{ м}^3$$

(здесь $n_1 = 2$ шт. – количество бочек на участке с н-Нонаном; $\varepsilon = 0,95$ – степень заполнения бочки; $V_6 = 0,0525 \text{ м}^3$ – полная вместимость бочки).

Площадь ограждения бортиком из бордюрного камня по всему периметру пожароопасного участка 1:

$$F_{1y} = a_1 \times b_1 = 3,5 \cdot 1,5 = 5,25 \text{ м}^2$$

(здесь $a_1 = 3,5$ м – длина ограждения участка 1; $b_1 = 1,5$ м – ширина ограждения участка 1).

Необходимая высота бортика:

$$h_{61} = V_1 / F_{1y} = 0,09975 / 5,25 = 0,019 \text{ м.}$$

Следовательно, при пожаре на участке 1 перелив н-Нонана через бортики не ожидается, так как их фактическая высота больше необходимой: $h_1 > h_{61}$ (здесь $h_1 = 0,15$ м – высота бортиков из бордюрного камня по всему периметру участка 1).

Количество н-Нонана на участке 1:

$$G_1 = V_1 \rho_6 = 0,09975 \cdot 717,6 = 71,58 \text{ кг}$$

(здесь $\rho_6 = 717,6 \text{ кг/м}^3$ – плотность н-Нонана).

Пожарная нагрузка на пожароопасном участке 1:

$$Q_1 = G_1 Q_{н.1}^p = 80,349 \cdot 44,58 = 3191,06 \text{ МДж}$$

(здесь $Q_{н.1}^p = 44,68 \text{ МДж/кг}$ – низшая теплота сгорания н-Нонана).

Площадь размещения пожарной нагрузки на участке 1:

$$S_1 = \max[F_{1y}; 10 \text{ м}^2] = \max[5,25 \text{ м}^2; 10 \text{ м}^2] = 10 \text{ м}^2.$$

Удельная пожарная нагрузка на участке 1:

$$g_1 = Q_1 / S_1 = 3191,06 / 10 = 319,11 \text{ МДж/м}^2.$$

Согласно табл. Б.1 [2] отделение хранения ЛВЖ может относиться к пожароопасной категории В3, так как удельная пожарная нагрузка на участке 1 более 180 МДж/м^2 , но не превышает 1400 МДж/м^2 .

Расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия):

$$H = H_{\text{пом}} - h_6 = 4,5 - 0,68 = 3,82 \text{ м}$$

(здесь $H_{\text{пом}} = 4,5 \text{ м}$ – высота помещения; $h_6 = 0,68 \text{ м}$ – высота бочки).

Проверяем выполнение условия:

$$Q \geq 0,64 g_{\text{т}} H = 0,64 \cdot 1400 \cdot 3,82 = 3422,7 \text{ МДж/м}^2;$$

(здесь $g_{\text{т}} = 1400 \text{ МДж/м}^2$).

Условие не выполняется, так как $Q_1 = 3191,06 \text{ МДж} < 3422,7 \text{ МДж/м}^2$.

Пожароопасный участок 2.

Объем н-Гептана в канистрах, находящихся на пожароопасном участке 2:

$$V_2 = n_2 \varepsilon V_k = 10 \cdot 0,9 \cdot 0,02 = 0,18 \text{ м}^3$$

(здесь $n_2 = 10 \text{ шт.}$ – количество канистр на участке с н-Гептаном; $\varepsilon = 0,9$ – степень заполнения канистры; $V_k = 0,02$ – геометрический объем канистры, м^3).

Площадь ограждения бортиком из бордюрного камня по всему периметру пожароопасного участка 2:

$$F_{2y} = a_2 \times b_2 = 2,8 \cdot 1,2 = 3,36 \text{ м}^2$$

(здесь $a_2 = 2,8 \text{ м}$ – длина ограждения участка 2; $b_2 = 1,2 \text{ м}$ – ширина ограждения участка 2).

Необходимая высота бортика:

$$h_{62} = V_2 / F_{2y} = 0,18 / 3,36 = 0,054 \text{ м.}$$

Следовательно, при пожаре на участке 2 перелив н-Гептана через бортики не ожидается, так как их фактическая высота больше необходимой: $h_2 > h_{62}$ (здесь $h_2 = 0,15 \text{ м}$ – высота бортиков из бордюрного камня по всему периметру участка 2).

Количество н-Гептана на участке 2:

$$G_2 = V_2 \rho_{\text{г}} = 0,18 \cdot 683,76 = 123,077 \text{ кг}$$

(здесь $\rho_6 = 683,76 \text{ кг/м}^3$ – плотность н-Гептана).

Пожарная нагрузка на пожароопасном участке 2:

$$Q_2 = G_2 Q_{н,2}^p = 123,077 \cdot 44,92 = 5528,62 \text{ МДж}$$

(здесь $Q_{н,2}^p = 44,92 \text{ МДж/кг}$ – низшая теплота сгорания н-Гептана).

Площадь размещения пожарной нагрузки на участке 2:

$$S_2 = \max[F_{2y}; 10 \text{ м}^2] = \max[3,36 \text{ м}^2; 10 \text{ м}^2] = 10 \text{ м}^2.$$

Удельная пожарная нагрузка на участке 2:

$$g_2 = Q_2 / S_2 = 5528,62 / 10 = 552,86 \text{ МДж/м}^2.$$

Согласно табл. Б.1 [2] отделение хранения ЛВЖ может относиться к пожароопасной категории В3, так как удельная пожарная нагрузка на участке 2 более 180 МДж/м^2 , но не превышает 1400 МДж/м^2 .

Расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия):

$$H = H_{\text{пом}} - h_{\text{к}} = 4,5 - 0,65 = 3,85 \text{ м}$$

(здесь $H_{\text{пом}} = 4,5 \text{ м}$ – высота помещения; $h_{\text{к}} = 0,65 \text{ м}$ – высота канистры).

Проверяем выполнение условия:

$$Q \geq 0,64 g_{\text{т}} H = 0,64 \cdot 1400 \cdot 3,85 = 3449,6 \text{ МДж/м}^2$$

(здесь $g_{\text{т}} = 1400 \text{ МДж/м}^2$).

Условие выполняется, так как $Q_2 = 5528,062 \text{ МДж} > 3449,6 \text{ МДж/м}^2$.

Вывод. Согласно п.п. 7 и 8 статьи 27 [1] (или табл. 1 [2]) и табл. Б.1 [2] отделение хранения ЛВЖ относится к категории В2 (пожароопасность), так как оно не относится к категориям А или Б, удельная пожарная нагрузка на участке 2 находится в диапазоне $181\text{-}1400 \text{ МДж/м}^2$ и выполняется условие $Q \geq 0,64 g_{\text{т}} H$ ($Q_2 = 5528,619 \text{ МДж/м}^2 > 3449,6 \text{ МДж/м}^2$).

Ж.2. В производственном помещении обращаются горючие газы

Ж.2.1. Анкета исходных данных для отделения обезжиривания и сушки

Таблица Ж.2

1. Характеристика помещения	
Наименование помещения	Отделение обезжиривания и сушки
Позиция по экспликации	6
Площадь помещения, м ²	216
Высота помещения, м	5
Доля свободного объема	0,8
Наличие АУП («Да», «Нет»)	Нет
2. Вентиляция	
Наличие аварийной вентиляции, обеспеченной резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности по ПУЭ («Да», «Нет») (если «Да», указать ее кратность в час ⁻¹)	Да; 6
Наличие постоянно работающей общеобменной вентиляции, обеспечивающей концентрацию горючих газов и паров в помещении, не превышающую предельно допустимую взрывобезопасную концентрацию, рассчитанную для аварийной вентиляции (вентиляция оборудована резервными вентиляторами, включающимися автоматически при остановке основных, электроснабжение осуществляется по первой категории надежности по ПУЭ) («Да», «Нет») (если «Да», указать ее кратность в час ⁻¹)	Нет
3. Температурный режим	
Максимальная температура в помещении в соответствии с климатической зоной, °С	38 [6]
4. Характеристика производственного процесса	
Схема производственного процесса	<p>Отделение обезжиривания и сушки</p>
Краткое описание производственного процесса	<p>В помещении имеется два участка: участок обезжиривания стальных заготовок перед покраской в мойках 6 водным раствором ТМС и участок сушки заготовок после обезжиривания. Доставка и вывоз заготовок производится на ручных тележках.</p> <p>Природный газ вводится в отделение обезжиривания и сушки по газопроводу 3, поступает через автоматическое запорно-регулирующее устройство 4 в сушилку 5, где сжигается в излучающих тепло панелях, а дымовые газы сбрасываются в атмосферу. Снаружи здания на подводящем газопроводе имеется запорный шаровой кран 2.</p>

5. Характеристика технологического оборудования	
Участок газопровода 2: - длина, м - внутренний диаметр, мм - давление газа на входе, кПа (изб.) - способ перекрытия шарового крана 1 - вероятность отказа автоматического срабатывания запорно-регулирующего устройства 4	8,5 40 20 ручной $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$
6. Пожаровзрывоопасные свойства природного газа [10]	
Природный газ (СН ₄): - молярная масса, кг/кмоль - НКПР, % (об.) - максимальное давление взрыва, кПа - низшая теплота сгорания, МДж/кг - плотность, кг/м ³ - показатель адиабаты	16,04 5,28 706 50,0 0,717 (при 0 °С) 1,31 [9]

Составил (должность, Ф.И.О.): _____

Контактный телефон: _____

Подпись: _____

Ж.2.2. Расчетное определение категории отделения обезжиривания и сушки по взрывопожарной и пожарной опасности

Определение категории отделения обезжиривания и сушки по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с требованиями [1,2] осуществляется путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Так как в производственном процессе обращается горючий газ (метан), то отделение обезжиривания и сушки может быть отнесено к категории А. В качестве первого расчетного варианта рассматриваем аварию на участке газопровода 3.

Замечание 3: *если несколько видов ГГ находятся в разном оборудовании, при аварии которого в помещение поступит соизмеримое количество газов, то в качестве первого варианта можно выбрать аварию оборудования с ГГ, имеющим меньший нижний концентрационный предел распространения пламени.*

Расчетный вариант аварии 1.

При подаче природного газа в отделение обезжиривания и сушки происходит аварийное полное разрушение участка газопровода 3, проходящего по помещению.

Площадь отверстия в трубопроводе:

$$F_{\text{тр}} = \pi d_{\text{тр}}^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,04^2 / 4 = 0,00126 \text{ м}^2$$

(здесь $d_{\text{тр}} = 0,04 \text{ м}$ – внутренний диаметр газопровода).

Режим истечения газа докритический, так как

$$\frac{p_0}{p_V} = \frac{1 \cdot 10^5}{1,2 \cdot 10^5} = 0,833 > \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} = \left(\frac{2}{1,31 + 1} \right)^{1,31/(1,31-1)} = 0,544$$

(здесь $p_V = p_0 + p_{\text{изб}} = 1 \cdot 10^5 + 0,2 \cdot 10^5 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – абсолютное давление газа в газопроводе; $p_0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – атмосферное давление; $p_{\text{изб}} = 0,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – избыточное давление газа в газопроводе; $\gamma = 1,31$ – показатель адиабаты газа [9]).

Плотность газа в газопроводе при давлении p_V и расчетной температуре:

$$\rho_V = \rho_0 \frac{p_V 273}{p_0 (273 + t_p)} = 0,717 \cdot \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 273}{1 \cdot 10^5 \cdot (273 + 38)} = 0,754 \text{ кг/м}^3$$

(здесь $\rho_0 = 0,717 \text{ кг/м}^3$ – плотность метана при $0 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_p = 38 \text{ }^\circ\text{C}$ – расчетная температура).

Массовый расход газа при истечении из газопровода:

$$G = F_{\text{тр}} \mu \left[p_V \rho_V \left(\frac{2\gamma}{\gamma-1} \right) \left(\frac{p_0}{p_V} \right)^{2/\gamma} \left\{ 1 - \left(\frac{p_0}{p_V} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right\} \right]^{1/2} =$$
$$= 0,00126 \cdot 0,8 \cdot \left[1,2 \cdot 10^5 \cdot 0,754 \cdot \left(\frac{2 \cdot 1,31}{1,31-1} \right) \cdot \left(\frac{1,0 \cdot 10^5}{1,2 \cdot 10^5} \right)^{2/1,31} \left\{ 1 - \left(\frac{1,0 \cdot 10^5}{1,2 \cdot 10^5} \right)^{(1,31-1)/1,31} \right\} \right]^{1/2} =$$
$$= 0,158 \text{ кг/с}$$

(здесь $\mu = 0,8$ – коэффициент истечения газа из газопровода).

Продолжительность истечения газа из газопровода при ручном перекрытии шарового крана I :

$$T = 300 \text{ с.}$$

Масса выходящего газа из газопровода до перекрытия шарового крана I :

$$m_{\text{тр1}} = G T = 0,157 \cdot 300 = 47,15 \text{ кг.}$$

Объем аварийного участка газопровода:

$$V_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} l_{\text{тр}} = 0,00126 \cdot 8,5 = 0,0107 \text{ м}^3$$

(здесь $l_{\text{тр}} = 8,5$ – длина участка газопровода 3).

Масса выходящего газа из газопровода после перекрытия шарового крана I :

$$m_{\text{тр2}} = V_{\text{тр}} \rho_V = 0,0107 \cdot 0,755 = 0,008 \text{ кг.}$$

Масса природного газа, поступившего в отделение обезжиривания и сушки при расчетной аварии:

$$m = m_{\text{тp1}} + m_{\text{тp2}} = 47,15 + 0,008 = 47,158 \text{ кг.}$$

Плотность метана при расчетной температуре:

$$\rho_t = \rho_0 \frac{273}{(273 + t_p)} = 0,717 \cdot \frac{273}{273 + 38} = 0,628 \text{ кг/м}^3.$$

Стехиометрическая концентрация метана в воздухе:

$$C_{\text{ст}} = 100 / (1 + 4,84 \beta) = 100 / (1 + 4,84 \cdot 2) = 9,363 \% \text{ (об.)}$$

(здесь $\beta = n_{\text{C}} + \frac{n_{\text{H}}}{4} = 1 + \frac{4}{4} = 2$ – стехиометрический коэффициент при кислороде в уравнении горения метана в воздухе; $n_{\text{C}} = 1$; $n_{\text{H}} = 4$ – соответственно количество атомов углерода и водорода в молекуле метана).

Свободный объем помещения:

$$V_{\text{св}} = K_{\text{св}} L B H = 0,8 \cdot 18 \cdot 12 \cdot 5 = 864 \text{ м}^3$$

(здесь $K_{\text{св}} = 0,8$ – доля свободного объема помещения; $L = 18$ м – длина помещения; $B = 12$ м – ширина помещения; $H = 5$ м – высота помещения).

Коэффициент, учитывающий работу аварийной вентиляции:

$$K = \frac{A_{\text{в}} T}{3600} + 1 = \frac{6 \cdot 300}{3600} + 1 = 1,5.$$

Масса метана, аккумулированная в помещении:

$$m^* = m / K = 47,32 / 1,5 = 31,55 \text{ кг.}$$

Коэффициент участия метана в горении:

$$Z = 0,5 \text{ (см. табл. А.1 [2]).}$$

Расчетное избыточное давление взрыва:

$$\Delta p = (p_{\text{max}} - p_0) \frac{m^* Z}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г}}} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_{\text{H}}} = (706 - 101) \cdot \frac{31,55 \cdot 0,5}{864 \cdot 0,628} \cdot \frac{100}{9,363} \cdot \frac{1}{3} = 62,39 \text{ кПа.}$$

Вывод. Согласно п. 5 статьи 27 [1] или табл. 1 [2] отделение обезжиривания и сушки относится к категории А (повышенная взрывопожароопасность), так как расчетное избыточное давление взрыва метановоздушной смеси превышает 5 кПа ($\Delta p = 62,39$ кПа).

Предложения по снижению взрывоопасности производственного процесса.

Расчетное избыточное давление взрыва в отделении обезжиривания и сушки на порядок превышает 5 кПа ($\Delta p = 62,39$ кПа), что требует существенного уменьшения массы природного газа, поступающего в помещение при расчетной аварии, или значительного увеличения кратности воздухообмена аварийной вентиляции для удаления большего количества метана из помещения.

Для уменьшения массы природного газа, поступающего в помещение при расчетной аварии, предлагается устроить снаружи здания на подводя-

щем газопроводе вместо запорного шарового крана 2 систему автоматического отключения газопровода с вероятностью отказа не выше $1,0 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹, сблокированную с установленным в помещении газоанализатором. Согласно паспортным данным время срабатывания такой системы автоматизации не превышает 10 с.

Производим проверку принадлежности отделения обезжиривания и сушки к категории А при устройстве системы автоматического отключения газопровода.

Расчетный вариант аварии 2.

Определяем численные значения критериев категорирования отделения обезжиривания и сушки (см. вариант 1).

$$F_{\text{тр}} = \pi d_{\text{тр}}^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,04^2 / 4 = 0,00126 \text{ м}^2.$$

$$\frac{p_0}{p_V} = \frac{1 \cdot 10^5}{1,2 \cdot 10^5} = 0,833 > \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\gamma / (\gamma - 1)} = \left(\frac{2}{1,31 + 1} \right)^{1,31 / (1,31 - 1)} = 0,544.$$

$$\rho_V = \rho_0 \frac{p_V \cdot 273}{p_0 (273 + t_p)} = 0,717 \cdot \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 273}{1 \cdot 10^5 \cdot (273 + 38)} = 0,754 \text{ кг/м}^3.$$

$$G = F_{\text{тр}} \mu \left[p_V \rho_V \left(\frac{2\gamma}{\gamma - 1} \right) \left(\frac{p_0}{p_V} \right)^{2/\gamma} \left\{ 1 - \left(\frac{p_0}{p_V} \right)^{(\gamma - 1)/\gamma} \right\} \right]^{1/2} =$$

$$= 0,00126 \cdot 0,8 \cdot \left[1,2 \cdot 10^5 \cdot 0,754 \cdot \left(\frac{2 \cdot 1,31}{1,31 - 1} \right) \cdot \left(\frac{1,0 \cdot 10^5}{1,2 \cdot 10^5} \right)^{2/1,31} \left\{ 1 - \left(\frac{1,0 \cdot 10^5}{1,2 \cdot 10^5} \right)^{(1,31 - 1)/1,31} \right\} \right]^{1/2} =$$

$$= 0,158 \text{ кг/с.}$$

Продолжительность истечения газа из газопровода при срабатывании системы автоматического отключения:

$$T = 10 \text{ с.}$$

$$m_{\text{тр1}} = G T = 0,157 \cdot 10 = 1,57 \text{ кг.}$$

$$V_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} l_{\text{тр}} = 0,00126 \cdot 8,5 = 0,0107 \text{ м}^3$$

$$m_{\text{тр2}} = V_{\text{тр}} \rho_V = 0,0107 \cdot 0,755 = 0,008 \text{ кг.}$$

$$m = m_{\text{тр1}} + m_{\text{тр2}} = 1,57 + 0,008 = 1,578 \text{ кг.}$$

$$\rho_t = \rho_0 \frac{273}{(273 + t_p)} = 0,717 \cdot \frac{273}{273 + 38} = 0,628 \text{ кг/м}^3.$$

$$C_{\text{ст}} = 100 / (1 + 4,84 \beta) = 100 / (1 + 4,84 \cdot 2) = 9,363 \% \text{ (об.).}$$

$$V_{\text{св}} = K_{\text{св}} L B H = 0,8 \cdot 18 \cdot 12 \cdot 5 = 864 \text{ м}^3.$$

$$K = \frac{A_B T}{3600} + 1 = \frac{6 \cdot 10}{3600} + 1 = 1,017.$$

$$m^* = m / K = 1,578 / 1,017 = 1,552 \text{ кг.}$$

$$Z = 0,5 \text{ (см. табл. А.1 [2]).}$$

$$\Delta p = (p_{\max} - p_0) \frac{m^* Z}{V_{\text{св}} \rho_{\Gamma}} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_{\text{н}}} = (706 - 101) \cdot \frac{1,552 \cdot 0,5}{864 \cdot 0,629} \cdot \frac{100}{9,363} \cdot \frac{1}{3} = 3,08 \text{ кПа.}$$

Вывод. Согласно п. 5 статьи 27 [1] или табл. 1 [2] отделение обезжиривания и сушки не относится к категории А (повышенная взрывопожароопасность), так как расчетное избыточное давление взрыва метановоздушной смеси не превышает 5 кПа ($\Delta p = 3,08$ кПа).

Замечание 4: *если в помещении обращается несколько разных ГГ, или имеется несколько аппаратов с одним и тем же или разными ГГ, или находятся другие горючие вещества и материалы, перечисленные в п. 5 статьи 27 [1], то необходимо произвести проверку принадлежности помещения к категории А при всех возможных вариантах аварий. Только после такой проверки можно переходить к рассмотрению принадлежности помещения к менее опасной категории Б.*

Рассматриваем возможность принадлежности отделения хранения ЛВЖ к менее опасной категории Б.

Проверка принадлежности отделения обезжиривания и сушки к категории Б.

Отделение обезжиривания и сушки не относится к категории Б, так как характеристика обращающихся в нем веществ не соответствует характеристике веществ и материалов, перечисленных в п. 6 статьи 27 [1] или табл. 1 [2]: *к категории Б относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.*

Рассматриваем возможность принадлежности отделения хранения ЛВЖ к менее опасной категории В.

Проверка принадлежности отделения обезжиривания и сушки к категориям В1-В4.

Отделение обезжиривания и сушки не относится к категориям В1-В4, так как характеристика обращающихся в нем веществ не соответствует характеристике веществ и материалов, перечисленных в п. 7 статьи 27 [1] или табл. 1 [2]: *к категории В1-В4 относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и во-*

локна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обрабатываются), не относятся к категории А или Б.

Рассматриваем возможность принадлежности отделения хранения ЛВЖ к менее опасной категории Г.

Проверка принадлежности отделения хранения ЛВЖ к категории Г.

Отделение обезжиривания и сушки относится к категории Г, так как характеристика обрабатываемых в нем веществ соответствует характеристике веществ и материалов, перечисленных в п. 9 статьи 27 [1] или табл. 1 [2]: *к категории относятся помещения, в которых находятся (обрабатываются) негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.*

Вывод. Согласно п. 9 статьи 27 [1] или табл. 1 [2] отделение обезжиривания и сушки относится к категории Г, так как помещение не относится к категориям А, Б и В и в нем находятся только горючие газы, которые сжигаются в качестве топлива.

Ж.3. В производственном помещении обращается горючая пыль

Ж.3.1. Анкета исходных данных для цеха сортировки и упаковки

Таблица Ж.3

1. Характеристика помещения	
Наименование помещения	Цех сортировки и упаковки
Позиция по экспликации	С-1
Площадь помещения, м ²	288
Высота помещения, м	6
Состояние пола	ровный
Доля свободного объема	0,8
Наличие АУП («Да», «Нет»)	Нет
2. Вентиляция	
Наличие аварийной вентиляции, обеспеченной резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности по ПУЭ («Да», «Нет») (если «Да», указать ее кратность в час ⁻¹)	Нет
Наличие постоянно работающей общеобменной вентиляции («Да», «Нет») (если «Да», указать ее кратность в час ⁻¹)	Да; 5
Доля выделяющейся в объем помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами	0,003
3. Уборка пыли в цехе сортировки и упаковки	
3.1. Текущая пылеуборка	вакуумная
- период времени между текущими уборками, часы	8
- площадь доступных поверхностей, очистка которых производится при текущей уборке, м ²	120
- интенсивность пылеотложений на доступных площадях с учетом работы вытяжных вентиляционных систем, кг/(м ² ·с)	2,0·10 ⁻¹⁰
3.2. Генеральная пылеуборка	вакуумная
- период времени между генеральными уборками, сутки	30
- площадь труднодоступных поверхностей, очистка которых производится при генеральной уборке, м ²	20
- интенсивность пылеотложений на труднодоступные площади с учетом работы вытяжных вентиляционных систем, кг/(м ² ·с)	1,5·10 ⁻¹⁰
3. Температурный режим	
Максимальная температура в помещении в соответствии с климатической зоной, °С	38 [6]

4. Характеристика производственного процесса																							
<p>Схема размещения оборудования</p>																							
<p>Краткое описание производственного процесса</p>	<p>В цехе сортировки и упаковки расположена площадка для хранения контейнеров с измельченным материалом, 3 вибрационных сита для его сортировки и трехъярусный металлический стеллаж (расстояние верхней полки от пола 2,2 м) для хранения боксов с двумя фракциями рассортированного материала.</p> <p>На ручных тележках измельченный материал в контейнерах доставляют в цех. Контейнеры устанавливают непосредственно у вибрационных сит или на площадке для хранения. Материал из контейнера совками загружают в поддон вибрационного сита, закрывают крышку и включают привод. Рассев производят на две фракции: более 200 мкм (верхний отсев) и менее 200 мкм (нижний рассев), которые собирают в пластмассовые боксы с герметично закрывающимися крышками. Боксы с нижним рассевом на ручных тележках отправляют на склад, боксы с верхним отсевом размещают на стеллаже (до 40 боксов), а затем на тележках отправляют на повторное измельчение.</p>																						
5. Характеристика технологического оборудования																							
<p>Вибрационное сито периодического действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - максимальная загрузка, кг - продолжительность работы в сутки, час - высота сита, мм <p>Контейнер:</p> <ul style="list-style-type: none"> - объем, дм³ - степень заполнения - количество на площадке для хранения <p>Бокс:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высота, мм - внутренний диаметр, мм - степень заполнения - количество на стеллаже - масса бокса, кг 	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">12</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">920</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">30</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">0,95</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">6</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">320</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">150</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">0,95</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">40</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: right;">0,75</td></tr> </table>		12		8		920		30		0,95		6		320		150		0,95		40		0,75
	12																						
	8																						
	920																						
	30																						
	0,95																						
	6																						
	320																						
	150																						
	0,95																						
	40																						
	0,75																						

6. Пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов [10]	
<i>L</i> -аскорбиновая кислота (C ₆ H ₈ O ₆):	
- НКПР, г/м ³	60
- низшая теплота сгорания, МДж/кг	15,2
- критический размер частиц пыли в аэрозоли по условию взрывоопасности, мкм	200
- распределение по дисперсности <i>L</i> -аскорбиновой кислоты, находящейся в контейнерах:	
фракция ≤ 100 мкм	0,5 масс. доли
фракция ≤ 200 мкм	0,8 масс. доли
фракция ≤ 350 мкм	0,9 масс. доли
фракция ≤ 1000 мкм	1,0 масс. доли
- кажущаяся плотность <i>L</i> -аскорбиновой кислоты, находящейся в контейнерах, кг/м ³	1650
- распределение по дисперсности нижнего рассева <i>L</i> -аскорбиновой кислоты:	
фракция ≤ 100 мкм	0,8 масс. доли
фракция ≤ 200 мкм	0,99 масс. доли
фракция ≤ 350 мкм	1,0 масс. доли
- кажущаяся плотность нижнего рассева <i>L</i> -аскорбиновой кислоты, кг/м ³	1680
полиэтилен:	
- низшая теплота сгорания, МДж/кг	46,5
7. Характеристика пожароопасных участков	
Площадка для контейнеров:	
- длина, м	4,5
- ширина, м	1,2
Вибрационное сито:	
- длина, м	0,73
- ширина, м	0,73
- высота, м	1,1
Стеллаж:	
- длина, м	3,2
- ширина, м	0,8
- высота (верхнего яруса), м	2,2
Минимальное расстояние:	
- между виброситами, м	4,1
- между площадкой для контейнеров и виброситами, м	3,8
- между стеллажом и виброситами, м	3,5

Составил (должность, Ф.И.О.): _____

Контактный телефон: _____

Подпись: _____

Ж.3.2. Расчетное определение категории цеха сортировки и упаковки по взрывопожарной и пожарной опасности

Определение категории цеха сортировки и упаковки по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с требованиями [1,2] осуществляется путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Проверка принадлежности цеха сортировки и упаковки к категории А.

Цех сортировки и упаковки не относится к категории А, так как характеристика обрабатываемых в нем материалов (в производственном процессе обращается только горючая пыль) не соответствует характеристике веществ и материалов, перечисленных в п. 5 статьи 27 [1] или табл. 1 [2]: *к категории А относятся помещения, в которых находятся (обращаются) 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, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.*

Рассматриваем возможность принадлежности цеха сортировки и упаковки к менее опасной категории Б.

Проверка принадлежности цеха сортировки и упаковки к категории Б.

Так как в производственном процессе обращается горючая пыль, то цех сортировки и упаковки может быть отнесен к категории Б.

Расчетный вариант аварии 1.

При доставке измельченной L-аскорбиновой кислоты в цех сортировки и упаковки происходит падение с ручной тележки одного контейнера, его повреждение и выброс в помещение всего находившегося в контейнере измельченного материала.

Объем L-аскорбиновой кислоты, вышедшей при аварии из поврежденного контейнера в помещение:

$$V_a = \varepsilon V_k = 0,95 \cdot 0,03 = 0,0285 \text{ м}^3$$

(здесь $\varepsilon = 0,95$ – степень заполнения контейнера; $V_k = 0,03 \text{ м}^3$ – геометрический объем контейнера).

Масса *L*-аскорбиновой кислоты, выбрасываемой в помещение из контейнера:

$$m_{\text{ап.к}} = V_{\text{к}} \rho_{\text{а.и}} = 0,0285 \cdot 1650 = 47,02 \text{ кг}$$

(здесь $\rho_{\text{а.и}} = 1650 \text{ кг/м}^3$ – кажущаяся плотность измельченной *L*-аскорбиновой кислоты в контейнере).

Свободный объем помещения:

$$V_{\text{св}} = K_{\text{св}} L B H = 0,8 \cdot 24 \cdot 12 \cdot 6 = 1382,4 \text{ м}^3$$

(здесь $K_{\text{св}} = 0,8$ – доля свободного объема помещения; $L = 24 \text{ м}$; $B = 12 \text{ м}$; $H = 6 \text{ м}$ – соответственно длина, ширина и высота помещения).

Масса пыли, выделяемая в помещение при работе вибрационных сит за период времени между текущими уборками:

$$M_1 = n_{\text{с}} G_1 F_1 \tau_1 = 3 \cdot 2,0 \cdot 10^{-10} \cdot 310 \cdot 2,88 \cdot 10^4 = 5,357 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

(здесь $n_{\text{с}} = 3$ шт. – количество вибросит; $G_1 = 2,0 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$ – интенсивность пылеотложений на доступных площадях; $F_1 = 310 \text{ м}^2$ – площадь доступных поверхностей, очистка которых производится при текущей уборке; $\tau_1 = 2,88 \cdot 10^4 \text{ с}$ – промежуток времени между текущими пылеуборками).

Масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками:

$$m_1 = M_1 (1 - \alpha) = 5,357 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - 0,003) = 5,341 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

(здесь $\alpha = 0,003$ – доля выделяющейся в объем помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами).

Масса пыли, выделяемая в помещение при работе вибрационных сит за период времени между генеральными уборками:

$$M_2 = n_{\text{с}} G_2 F_2 \tau_2 = 3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-10} \cdot 20 \cdot 2,59 \cdot 10^6 = 2,331 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$$

(здесь $n_{\text{с}} = 3$ шт. – количество вибросит; $G_2 = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$ – интенсивность пылеотложений на труднодоступных площадях; $F_2 = 20 \text{ м}^2$ – площадь труднодоступных поверхностей, очистка которых производится при генеральной уборке; $\tau_2 = 2,59 \cdot 10^6 \text{ с}$ – промежуток времени между генеральными пылеуборками).

Масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками:

$$m_2 = M_2 (1 - \alpha) = 2,331 \cdot 10^{-2} \cdot (1 - 0,003) = 2,324 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$$

Масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии:

$$m_{\text{п}} = K_{\text{г}} (m_1 + m_2) / K_{\text{у}} = 0,9 \cdot (5,341 \cdot 10^{-3} + 2,324 \cdot 10^{-2}) / 0,9 = 2,858 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$$

(здесь $K_{\text{г}} = 0,9$ – доля горючей пыли в общей массе отложений пыли; $K_{\text{у}} = 0,9$ – коэффициент эффективности механизированной вакуумной пылеуборки для ровного пола).

Расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации:

$$m_{\text{ав}} = m_{\text{ап}} K_{\text{п}} = 47,02 \cdot 1,0 = 47,02 \text{ кг}$$

(здесь $K_{\Pi} = 1,0$ – коэффициент пыления для пылей с дисперсностью менее 350 мкм).

Расчетная масса взвихрившейся пыли:

$$m_{\text{вз}} = K_{\text{вз}} m_{\Pi} = 0,9 \cdot 2,858 \cdot 10^{-2} = 2,572 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$$

(здесь $K_{\text{вз}} = 0,9$ – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации).

Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли *L*-аскорбиновой кислоты:

$$m = m_{\text{вз}} + m_{\text{ав}} = 2,572 \cdot 10^{-2} + 47,02 = 47,046 \text{ кг.}$$

Коэффициент участия взвешенной пыли *L*-аскорбиновой кислоты, находившейся в контейнерах, в горении:

$$Z = 0,5 F = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$$

(здесь $F = 0,8$ – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэрозоль становится неспособной распространять пламя).

Начальная температура воздуха:

$$T_0 = 273 + t_p = 273 + 38 = 311 \text{ К}$$

(здесь $t_p = 38$ °С – расчетная температура).

Плотность воздуха при начальной температуре:

$$\rho_{\text{в}} = M / [V_0 (1 + 0,00367 t_p)] = 29 / [22,41 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)] = 1,135 \text{ кг/м}^3$$

(здесь $V_0 = 22,41$ м³/кмоль – мольный объем при нормальных условиях; $M = 29$ кг/кмоль – молярная масса воздуха).

Расчетное избыточное давление взрыва:

$$\Delta p = \frac{m H_{\text{T}} p_0 Z}{V_{\text{св}} \rho_{\text{в}} c_p T_0} \frac{1}{K_{\text{н}}} = \frac{47,046 \cdot 15,2 \cdot 10^6 \cdot 101 \cdot 0,4}{1382,4 \cdot 1,135 \cdot 1010 \cdot 311} \cdot \frac{1}{3} = 19,54 \text{ кПа.}$$

Вывод. Согласно п. 6 статьи 27 [1] или табл. 1 [2] цех сортировки и упаковки *L*-аскорбиновой кислоты относится к категории Б (взрывопожароопасность), так как расчетное избыточное давление взрыва пылевоздушной смеси превышает 5 кПа ($\Delta p = 19,54$ кПа).

Предложения по снижению взрывоопасности производственного процесса.

Согласно технологическому регламенту доставку сырья в цех производят в контейнерах объемом 30 дм³ (30 литров), в каждом из которых находится более 47 кг измельченной *L*-аскорбиновой кислоты. Затем кислоту загружают совками в поддон вибрационного сита, а готовый сортированный продукт собирают в пластмассовые боксы с герметично закрывающимися крышками.

Масса нижнего отсева *L*-аскорбиновой кислоты в боксе:

$$m_{\text{б.р}} = \varepsilon \frac{\pi D_{\text{б}}^2}{4} h_{\text{б}} \rho_{\text{а.р}} = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,15^2}{4} \cdot 0,32 \cdot 1680 = 9,025 \text{ кг}$$

(здесь $\varepsilon = 0,95$ – степень заполнения бокса; $D_{\text{б}} = 0,15$ м – внутренний диаметр бокса; $h_{\text{б}} = 0,35$ м – высота бокса; $\rho_{\text{а.р}} = 1680$ кг/м³ – кажущаяся плотность нижнего отсева *L*-аскорбиновой кислоты в боксе).

Масса *L*-аскорбиновой кислоты в боксе существенно меньше, чем в контейнере. Поэтому предлагается производить доставку измельченного материала на сортировку не в контейнерах, а в боксах. На месте площадки для контейнеров необходимо устроить трехъярусный стеллаж, для хранения в боксах такого количества измельченного материала, которое эквивалентно количеству материала в шести контейнерах. Это решение одновременно позволит облегчить и ускорить процесс загрузки *L*-аскорбиновой кислоты из бокса непосредственно в поддон вибрационного сита (отпадает необходимость использования лотков, уменьшается количество операций по пересыпке материала и, как следствие, снижается запыленность воздуха в помещении).

Масса измельченной *L*-аскорбиновой кислоты в боксе:

$$m_{\text{б.и}} = \varepsilon \frac{\pi D_{\text{б}}^2}{4} h_{\text{б}} \rho_{\text{а.и}} = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,15^2}{4} \cdot 0,32 \cdot 1650 = 8,864 \text{ кг.}$$

Количество боксов, необходимое для хранения измельченной *L*-аскорбиновой на стеллаже:

$$n_{\text{б.и}} = n_{\text{к}} m_{\text{ап.к}} / m_{\text{б.и}} = 6 \cdot 47,02 / 8,864 = 31,8 \text{ шт.}$$

Принимаем, что для хранения измельченной *L*-аскорбиновой на стеллаже необходимо 32 бокса.

Производим проверку принадлежности цеха сортировки и упаковки к категории Б при реализации этого мероприятия.

Расчетный вариант аварии 2.

При транспортировке бокса с нижним отсевом *L*-аскорбиновой кислоты на склад происходит падение с ручной тележки одного бокса, его повреждение и выброс в помещение всего находившегося в боксе отсортированного материала. Рассматриваем выход в помещение нижнего отсева *L*-аскорбиновой кислоты, так как при прочих равных условиях в нем содержится наибольшее количество пыли с дисперсностью менее 200 мкм.

Определяем численные значения критериев категорирования цеха сортировки и упаковки (см. вариант 1).

Масса *L*-аскорбиновой кислоты, выбрасываемой в помещение из бокса с нижним отсевом:

$$m_{\text{б.р}} = 9,025 \text{ кг.}$$

$$V_{\text{св}} = K_{\text{св}} L B H = 0,8 \cdot 24 \cdot 12 \cdot 6 = 1382,4 \text{ м}^3.$$

$$\begin{aligned}
M_1 &= n_c G_1 F_1 \tau_1 = 3 \cdot 2,0 \cdot 10^{-10} \cdot 310 \cdot 2,88 \cdot 10^4 = 5,357 \cdot 10^{-3} \text{ кг.} \\
m_1 &= M_1 (1 - \alpha) = 5,357 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - 0,003) = 5,341 \cdot 10^{-3} \text{ кг.} \\
M_2 &= n_c G_2 F_2 \tau_2 = 3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-10} \cdot 20 \cdot 2,59 \cdot 10^6 = 2,331 \cdot 10^{-2} \text{ кг.} \\
m_2 &= M_2 (1 - \alpha) = 2,331 \cdot 10^{-2} \cdot (1 - 0,003) = 2,324 \cdot 10^{-2} \text{ кг.} \\
m_{\Pi} &= K_{\Gamma} (m_1 + m_2) / K_y = 0,9 \cdot (5,341 \cdot 10^{-3} + 2,324 \cdot 10^{-2}) / 0,9 = 2,858 \cdot 10^{-2} \text{ кг.} \\
m_{\text{ав}} &= m_{\text{б.р}} K_{\Pi} = 9,025 \cdot 1,0 = 9,025 \text{ кг.} \\
m_{\text{вз}} &= K_{\text{вз}} m_{\Pi} = 0,9 \cdot 2,858 \cdot 10^{-2} = 2,572 \cdot 10^{-2} \text{ кг.} \\
m &= m_{\text{вз}} + m_{\text{ав}} = 2,572 \cdot 10^{-2} + 9,025 = 9,051 \text{ кг.} \\
Z &= 0,5 F = 0,5 \cdot 0,99 = 0,495
\end{aligned}$$

(здесь $F = 0,99$ – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого взрывзвесь становится неспособной распространять пламя).

$$\begin{aligned}
T_0 &= 273 + t_p = 273 + 38 = 311 \text{ К.} \\
\rho_{\Pi} &= M / [V_0 (1 + 0,00367 t_p)] = 29 / [22,431 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)] = 1,135 \text{ кг/м}^3. \\
\Delta p &= \frac{m H_{\Gamma} p_0 Z}{V_{\text{св}} \rho_{\text{в}} c_p T_0} \frac{1}{K_{\text{н}}} = \frac{9,051 \cdot 15,2 \cdot 10^6 \cdot 101 \cdot 0,495}{1382,4 \cdot 1,135 \cdot 1010 \cdot 311} \cdot \frac{1}{3} = 4,65 \text{ кПа.}
\end{aligned}$$

Вывод. Согласно п. 6 статьи 27 [1] или табл. 1 [2] цех сортировки и упаковки *L*-аскорбиновой кислоты не относится к категории Б (взрывопожароопасность), так как расчетное избыточное давление взрыва пылевоздушной смеси не превышает 5 кПа ($\Delta p = 4,65$ кПа).

Рассматриваем возможность принадлежности цеха сортировки и упаковки к менее опасной категории В.

Проверка принадлежности цеха сортировки и упаковки к категориям В1-В4.

Проверку принадлежности цеха сортировки и упаковки к категориям В1-В4 производим с учетом предложенного мероприятия по доставке измельченного материала на сортировку в боксах.

Пожароопасный участок 1 (стеллаж для боксов с измельченным материалом).

Масса измельченного материала на участке 1:

$$G_{\text{и}} = n_{\text{б.и}} m_{\text{б.и}} = 32 \cdot 8,864 = 283,648 \text{ кг.}$$

Масса боксов из полиэтилена на участке 1:

$$G_{\text{б}} = n_{\text{б.и}} m_{\text{б}} = 32 \cdot 0,75 = 24,0 \text{ кг}$$

(здесь $n_{\text{б.и}} = 32$ шт. – количество боксов с измельченной *L*-аскорбиновой кислотой; $m_{\text{б}} = 0,75$ кг – масса бокса).

Пожарная нагрузка на пожароопасном участке 1:

$$Q_1 = G_{\text{и}} Q_{\text{н.а}}^{\text{п}} + G_{\text{б}} Q_{\text{н.п}}^{\text{п}} = 283,648 \cdot 15,2 + 24,0 \cdot 46,5 = 5427,45 \text{ МДж}$$

(здесь $Q_{н.а}^p = 15,2$ МДж/кг – низшая теплота сгорания *L*-аскорбиновой кислоты; $Q_{н.п}^p = 46,5$ МДж/кг – низшая теплота сгорания полиэтилена).

Площадь размещения пожарной нагрузки на участке 1:

$$S_1 = \max[F_{1y}; 10 \text{ м}^2] = \max[2,56 \text{ м}^2; 10 \text{ м}^2] = 10 \text{ м}^2$$

(здесь $F_{1y} = l_c \times b_c = 3,2 \cdot 0,8 = 2,56 \text{ м}^2$ – площадь стеллажа; $l_c = 3,2$ м и $b_c = 0,8$ м – соответственно длина и ширина стеллажа для боксов с нижним рассевом *L*-аскорбиновой кислоты).

Удельная пожарная нагрузка на участке 1:

$$g_1 = Q_1 / S_1 = 5427,45 / 10 = 542,745 \text{ МДж/м}^2.$$

Согласно табл. Б.1 [2] цех сортировки и упаковки может относиться к пожароопасной категории В3, так как удельная пожарная нагрузка на участке 1 более 180 МДж/м², но не превышает 1400 МДж/м².

Расстояние от поверхности пожарной нагрузки на стеллаже до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия):

$$H = H_{\text{пом}} - (h_c + h_б) = 6,0 - (2,2 + 0,32) = 3,48 \text{ м}$$

(здесь $H_{\text{пом}} = 6,0$ м – высота помещения; $h_c = 2,2$ м – высота верхнего яруса стеллажа; $h_б = 0,32$ – высота бокса).

Проверяем выполнение условия:

$$Q \geq 0,64 g_T H = 0,64 \cdot 1400 \cdot 3,48 = 3118,08 \text{ МДж/м}^2$$

(здесь $g_T = 1400$ МДж/м²).

Условие выполняется, так как $Q_1 = 5427,45 \text{ МДж} > 3422,7 \text{ МДж/м}^2$.

Пожароопасные участки 2-4 (вибрационные сита). Принимаем, что поддон вибрационного сита загружен измельченной *L*-аскорбиновой кислотой из одного бокса, а в сборниках находятся полностью заполненные боксы с верхним отсевом и с нижним рассевом.

Масса измельченного материала на участках 2-4:

$$G_{и} = m_{б.и} = 8,864 \text{ кг.}$$

Масса отсева *L*-аскорбиновой кислоты на участках 2-4:

$$G_{от} = m_{б.и} = 9,025 \text{ кг.}$$

Масса отсева *L*-аскорбиновой кислоты на участках 2-4:

$$G_{р} = m_{б.р} = 8,864 \text{ кг.}$$

Масса двух боксов на участках 2-4:

$$G_{2-4} = 2 m_{б} = 2 \cdot 0,75 = 1,5 \text{ кг.}$$

Пожарная нагрузка на пожароопасных участках 2-4:

$$\begin{aligned} Q_{2-4} &= G_{и} Q_{н.а}^p + G_{от} Q_{н.а}^p + G_{р} Q_{н.а}^p + G_2 Q_{н.п}^p = \\ &= 8,864 \cdot 15,2 + 9,025 \cdot 15,2 + 8,864 \cdot 15,2 + 1,5 \cdot 46,5 = 476,4 \text{ МДж.} \end{aligned}$$

Площадь размещения пожарной нагрузки на участках 2-4:

$$S_{2-4} = \max[F_{2y}; 10 \text{ м}^2] = \max[0,53 \text{ м}^2; 10 \text{ м}^2] = 10 \text{ м}^2.$$

(здесь $F_{2y} = l_b \times b_b = 0,73 \cdot 0,73 = 0,53 \text{ м}^2$ – площадь вибросита; $l_b = 0,73 \text{ м}$ и $b_b = 0,73 \text{ м}$ – соответственно длина и ширина вибрационного сита).

Удельная пожарная нагрузка на участках 2-4:

$$g_{2-4} = Q_{2-4} / S_{2-4} = 476,4 / 10 = 47,64 \text{ МДж/м}^2.$$

Пожароопасный участок 5 (стеллаж для боксов с верхним отсеком *L*-аскорбиновой кислоты).

Масса верхнего отсева *L*-аскорбиновой кислоты на участке 5:

$$G_{от} = n_{б.от} m_{б.от} = 40 \cdot 8,864 = 354,56 \text{ кг.}$$

(здесь $n_{б.от} = 40$ шт. – количество боксов с с верхним отсеком *L*-аскорбиновой кислотой; $m_{б} = 0,75 \text{ кг}$ – масса бокса).

Масса боксов из полиэтилена на участке 5:

$$G_{б} = n_{б.и} m_{б} = 40 \cdot 0,75 = 30,0 \text{ кг}$$

(здесь $m_{б} = 0,75 \text{ кг}$ – масса бокса).

Пожарная нагрузка на пожароопасном участке 5:

$$Q_5 = G_{от} Q_{н.а}^p + G_{б} Q_{н.п}^p = 354,56 \cdot 15,2 + 30,0 \cdot 46,5 = 6784,312 \text{ МДж.}$$

Площадь размещения пожарной нагрузки на участке 5:

$$S_5 = \max[F_{5y}; 10 \text{ м}^2] = \max[2,56 \text{ м}^2; 10 \text{ м}^2] = 10 \text{ м}^2$$

(здесь $F_{5y} = l_c \times b_c = 3,2 \cdot 0,8 = 2,56 \text{ м}^2$ – площадь стеллажа; $l_c = 3,2 \text{ м}$ и $b_c = 0,8 \text{ м}$ – соответственно длина и ширина стеллажа для боксов с верхним отсеком *L*-аскорбиновой кислоты).

Удельная пожарная нагрузка на участке 5:

$$g_5 = Q_5 / S_5 = 6784,312 / 10 = 678,431 \text{ МДж/м}^2.$$

Согласно табл. Б.1 [2] цех сортировки и упаковки может относиться к пожароопасной категории В3, так как удельная пожарная нагрузка на участке 5 более 180 МДж/м^2 , но не превышает 1400 МДж/м^2 .

Расстояние от поверхности пожарной нагрузки на стеллаже до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия):

$$H = H_{пом} - (h_c + h_{б}) = 6,0 - (2,2 + 0,32) = 3,48 \text{ м}$$

(здесь $H_{пом} = 6,0 \text{ м}$ – высота помещения; $h_c = 2,2 \text{ м}$ – высота верхнего яруса стеллажа; $h_{б} = 0,32$ – высота бокса).

Проверяем выполнение условия:

$$Q \geq 0,64 g_{т} H = 0,64 \cdot 1400 \cdot 3,48 = 3118,08 \text{ МДж/м}^2$$

(здесь $g_{т} = 1400 \text{ МДж/м}^2$).

Условие выполняется, так как $Q_1 = 6784,312 \text{ МДж} > 3422,7 \text{ МДж/м}^2$.

Вывод. Согласно п.п. 7 и 8 статьи 27 [1] (или табл. 1 [2]) и табл. Б.1 [2] цех сортировки и упаковки относится к категории В2 (пожароопасность), так как он не относится к категориям А или Б, удельная пожарная нагрузка на участке 2 находится в диапазоне $181-1400 \text{ МДж/м}^2$ и выполняется условие $Q \geq 0,64 g_{т} H$ ($Q_5 = 6784,312 \text{ МДж/м}^2 > 3118,08 \text{ МДж/м}^2$).

Ж.4. Категорирование здания насосной

Ж.4.1. Анкета исходных данных для здания насосной

Таблица Ж.4

1. Характеристика здания	
Наименование здания	Насосная
Позиция по экспликации	Н-1
Этажность здания	1
Длина здания, м	102
Ширина здания, м	24
Высота здания, м	6
Наличие подвальных помещений	нет
Суммированная площадь всех помещений	2448
2. Помещения категории А	
Насосный зал светлых нефтепродуктов: - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	96 Нет
Венткамера вытяжной вентиляции 1: - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	24 Нет
3. Помещения категорий В1-В3	
Насосный зал темных нефтепродуктов 1: - категория по взрывопожарной и пожарной опасности - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	В1 144 Нет
Насосный зал темных нефтепродуктов 2: - категория по взрывопожарной и пожарной опасности - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	В2 324 Нет
Механическая мастерская: - категория по взрывопожарной и пожарной опасности - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	В3 36 Нет
Кладовая 1: - категория по взрывопожарной и пожарной опасности - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	В3 18 Нет
Венткамера вытяжной вентиляции 2: - категория по взрывопожарной и пожарной опасности - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	В3 36 Нет
4. Помещения категории Д	
Инструментальная: - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	9 Нет

Кладовая 2: - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	24 Нет
Венткамера приточной вентиляции: - площадь, м ² - наличие АУП (при наличии АУП «Да», при отсутствии – «Нет»)	18 Нет
5. Некатегорируемые помещения	
Суммированная площадь некатегорируемых помещений	1071

Составил (должность, Ф.И.О.): _____

Контактный телефон: _____

Подпись: _____

Ж.4.2. Расчетное определение категории здания насосной по взрывопожарной и пожарной опасности

Определение категории здания насосной по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с требованиями [1,2] осуществляется путем последовательной проверки принадлежности здания к категориям от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Суммированная площадь всех помещений в здании:

$$S_{с.п} = S_{н.с} + S_{в.в1} + S_{н.т1} + S_{н.т2} + S_{м.м} + S_{кл.1} + S_{в.в2} + S_{и} + S_{кл2} + S_{в.п} + S_{н.к} = 96 + 24 + 144 + 324 + 36 + 18 + 36 + 9 + 24 + 18 + 1071 = 2448 \text{ м}^2$$

(здесь $S_{н.с1} = 96 \text{ м}^2$ – площадь насосного зала светлых нефтепродуктов; $S_{в.в1} = 24 \text{ м}^2$ – площадь камеры вытяжной вентиляции 1; $S_{н.т1} = 144 \text{ м}^2$ – площадь насосного зала темных нефтепродуктов 1; $S_{н.т2} = 324 \text{ м}^2$ – площадь насосного зала темных нефтепродуктов 2; $S_{м.м} = 36 \text{ м}^2$ – площадь механической мастерской; $S_{кл.1} = 18 \text{ м}^2$ – площадь кладовой 1; $S_{в.в2} = 36 \text{ м}^2$ – площадь камеры вытяжной вентиляции 2; $S_{и} = 9 \text{ м}^2$ – площадь инструментальной; $S_{кл2} = 24 \text{ м}^2$ – площадь кладовой 2; $S_{в.п} = 18 \text{ м}^2$ – площадь камеры приточной вентиляции; $S_{н.к} = 1071 \text{ м}^2$ – суммированная площадь некатегорируемых помещений).

Проверка принадлежности здания насосной к категории А.

Суммированная площадь помещений категории А:

$$S^A = S_{н.с} + S_{в.в1} = 96 + 24 = 120 \text{ м}^2, \text{ что не превышает } 200 \text{ м}^2.$$

Процент суммированной площади помещений категории А от суммированной площади всех помещений в здании:

$$\delta^A = \frac{S^A}{S_{с.п}} \cdot 100 \% = \frac{120}{2448} \cdot 100 = 4,9 \% , \text{ что не превышает } 5 \% \text{ суммированной площади всех помещений.}$$

ванной площади всех помещений.

Вывод. Согласно п. 12 статьи 27 [1] и п. 6.2 [2] здание насосной не относится к категории А, так как суммированная площадь помещений категории А не превышает 5 % суммированной площади всех размещенных в здании помещений ($\delta^A = 4,9\%$) и не превышает 200 м^2 ($S^A = 120 \text{ м}^2$).

Рассматриваем возможность принадлежности здания насосной к менее опасной категории Б.

Проверка принадлежности здания насосной к категории Б.

Здание насосной не относится к категории Б, так как параметры категоризованных помещений в нем не соответствуют параметрам, приведенным в п. 14 статьи 27 [1] или п. 6.4 [2]: *здание относится к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммированной площади всех помещений или 200 м^2 .*

Рассматриваем возможность принадлежности здания насосной к менее опасной категории В.

Проверка принадлежности здания насосной к категории В.

Суммированная площадь помещений категорий А, В1, В2 и В3 в здании насосной:

$$\begin{aligned} S^{A,B1-B3} &= S_{н.с} + S_{в.в1} + S_{н.т1} + S_{н.т2} + S_{м.м} + S_{к1} + S_{в.в2} = \\ &= 96 + 24 + 144 + 324 + 36 + 18 + 36 = 678 \text{ м}^2, \end{aligned}$$

Процент суммированной площади помещений категорий А, В1, В2 и В3 от суммированной площади всех помещений в здании:

$$\delta^{A,B1-B3} = \frac{S^{A,B1-B3}}{S_{с.п}} \cdot 100\% = \frac{678}{2448} \cdot 100 = 27,7\%, \text{ что превышает } 5\%$$

суммированной площади всех помещений.

Вывод. Согласно п. 16 статьи 27 [1] и п. 6.6 [2] здание насосной относится к категории В, так как оно не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, В1, В2 и В3 превышает 5 % суммированной площади всех размещенных в здании насосной помещений ($\delta^{A,B1-B3} = 27,7\%$).

Приложение И

Анкета проверки соответствия проектных решений требованиям пожарной безопасности

Таблица И.1

Проверяется согласно пункта документа	Нормативное требование	Проектное решение	Заключение о соответствии
1 Категория здания согласно п. 12 статьи 27 ФЗ РФ № 123-ФЗ или п. 6.2 СП 12.13130.2009			
2 Площадь этажа в пределах пожарного отсека одноэтажного здания согласно п. 6.1.1 СП 2.13130.2012			
3 Размещение помещений категорий А и Б в зданиях согласно п. 6.1.36 СП 4.13130.2013			
4 Устройство тамбур-шлюзов согласно п. 6.1.37 СП 4.13130.2013			
5 Защита производственных помещений АУП согласно п. 6 табл. А.3 Приложения А СП 5.13130.2014			

Приложение К

Содержание курсового проекта (квалификация – специалист)

Введение.

1. Расчетное определение категории производственных помещений и здания.
 - 1.1. Характеристика производственного здания.
 - 1.2. Категорирование помещения 1.
 - 1.2.1. Характеристика помещения 1.
 - 1.2.2. Анкета исходных данных для помещения 1.
 - 1.2.3. Расчетное определение категории помещения 1.
 - 1.3. Категорирование помещения 2.
 - 1.3.1. Характеристика помещения 2.
 - 1.3.2. Анкета исходных данных для помещения 2.
 - 1.3.3. Расчетное определение категории помещения 2.
 - 1.4. Категорирование производственного здания.
 - 1.4.1. Анкета исходных данных для производственного здания.
 - 1.4.2. Расчетное определение категории производственного здания.
 - 1.5. Проверка соответствия проектных решений требованиям законодательных актов и нормативных документов по пожарной безопасности.
 2. Мероприятия по снижению взрывопожарной и пожарной опасности технологических процессов в производственных помещениях.
 3. Расчетное определение категории производственных помещений и здания с учетом предложенных мероприятий по снижению взрывопожарной и пожарной опасности производственных процессов.
 - 3.1. Расчетное определение категории помещения 1.
 - 3.2. Расчетное определение категории помещения 2.
 - 3.3. Категорирование производственного здания с учетом предложенных мероприятий.
 - 3.3.1. Анкета исходных данных для производственного здания.
 - 3.3.2. Расчетное определение категории производственного здания.
 4. Сравнительная оценка эффективности мероприятий по снижению взрывопожарной и пожарной опасности технологических процессов.
 5. Заключение.
 6. Список использованных источников.
- Приложения.

Учебное издание

Рябущенко Андрей Васильевич
Кочетков Максим Витальевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО
ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор
Технический редактор
Корректор
Компьютерный набор *А.В. Рябущенко*

Подписано в печать _____. Формат 60×90 1/16.
Печ. л. 3,8. Уч.-изд. л. 2,8. Бумага офсетная.
Тираж 150 экз. Заказ