

Заказчик –

ПРИМЕР ОТЧЕТА ВЫПОЛНЕН В ПРОГРАММЕ FIREGUARD 4 ULTIMATE

Техническое заключение

Определение категорий помещений, зданий по взрывопожарной
и пожарной опасности

Главный инженер

Главный инженер проекта

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

2022

Содержание

1.	Здание «Производственный комплекс»	6
1.1.	Параметры здания	6
1.2.	Характеристики помещений.....	6
1.3.	Определение категории здания	6
1.3.1.	Проверка на принадлежность здания к категории А.....	6
1.3.2.	Проверка на принадлежность здания к категории Б	6
1.3.3.	Проверка на принадлежность здания к категории В	6
2.	Помещение «Склад готовой продукции»	6
2.1.	Параметры помещения	6
2.2.	Параметры участков в помещении	6
2.3.	Пожарная нагрузка на участках	7
2.4.	Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009	7
2.4.1.	Проверка на принадлежность категории А.....	7
2.4.2.	Проверка на принадлежность категории Б	7
2.4.3.	Проверка на принадлежность категории В	7
2.5.	Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123	8
3.	Помещение «Модельный цех»	8
3.1.	Параметры помещения	8
3.2.	Параметры участков в помещении	8
3.3.	Пожарная нагрузка на участках	8
3.4.	Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009	9
3.4.1.	Проверка на принадлежность категории А.....	9
3.4.2.	Проверка на принадлежность категории Б	31
3.4.3.	Проверка на принадлежность категории В	46
3.5.	Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123	46
4.	Помещение «Склад материалов»	46
4.1.	Параметры помещения	46
4.2.	Параметры участков в помещении	47
4.3.	Пожарная нагрузка на участках	47
4.4.	Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009	48
4.4.1.	Проверка на принадлежность категории А.....	48
4.4.2.	Проверка на принадлежность категории Б	83

4.4.3.	Проверка на принадлежность категории В	100
4.5.	Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123	102
5.	Помещение «Слесарный участок»	102
5.1.	Параметры помещения	102
5.2.	Параметры участков в помещении	103
5.3.	Пожарная нагрузка на участках	103
5.4.	Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009	103
5.4.1.	Проверка на принадлежность категории А	103
5.4.2.	Проверка на принадлежность категории Б	103
5.4.3.	Проверка на принадлежность категории В	103
5.5.	Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123	104
6.	Помещение «Компрессорная»	104
6.1.	Параметры помещения	104
6.2.	Параметры участков в помещении	104
6.3.	Пожарная нагрузка на участках	105
6.4.	Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009	105
6.4.1.	Проверка на принадлежность категории А	105
6.4.2.	Проверка на принадлежность категории Б	105
6.4.3.	Проверка на принадлежность категории В	108
6.5.	Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123	108
7.	Помещение «Котельная твердотопливная»	109
7.1.	Параметры помещения	109
7.2.	Параметры участков в помещении	109
7.3.	Пожарная нагрузка на участках	109
7.4.	Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009	109
7.4.1.	Проверка на принадлежность категории А	109
7.4.2.	Проверка на принадлежность категории Б	109
7.5.	Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123	110
8.	Помещение «Склад картона»	110
8.1.	Параметры помещения	110
8.2.	Параметры участков в помещении	111
8.3.	Пожарная нагрузка на участках	111
8.4.	Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009	111
8.4.1.	Проверка на принадлежность категории А	111
8.4.2.	Проверка на принадлежность категории Б	111
8.4.3.	Проверка на принадлежность категории В	111
8.5.	Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123	112
9.	Наружная установка «Наружная установка»	112
9.1.	Определение категории наружной установки в соответствии с СП 12.13130.2009	112

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9.1.1.	Проверка на принадлежность категории АН	113
10.	Приложения	119
10.1.	Приложение 1. Свойства базовых материалов.	119
10.1.1.	2,2,4-Триметил-1,3-пентандиол.....	119
10.1.2.	Ацетон	119
10.1.3.	Бензин АИ-93.....	119
10.1.4.	Бумага.....	119
10.1.5.	Гексан	120
10.1.6.	Диацетоновый спирт.....	120
10.1.7.	Дизельное топливо "Л"	120
10.1.8.	Диметилфталат.....	121
10.1.9.	Древесина в изделиях.....	121
10.1.10.	ДСП	121
10.1.11.	Емкость из полиэтилена (тара)	121
10.1.12.	Изопропиловый спирт.....	122
10.1.13.	Литол	122
10.1.14.	Масло моторное.....	122
10.1.15.	Метан.....	122
10.1.16.	Метилакрилат.....	122
10.1.17.	Метилэтилкетон	123
10.1.18.	Метилэтилкетон пероксид.....	123
10.1.19.	Опилки древесные	123
10.1.20.	Пенополистирол.....	124
10.1.21.	Пленка полиэтиленовая упаковочная	124
10.1.22.	Полиметилакрилат (акрил)	124
10.1.23.	Полистирол.....	124
10.1.24.	Полиэтилен.....	124
10.1.25.	Пыль МДФ	125
10.1.26.	Стирол.....	125
10.1.27.	Толуол.....	125
10.1.28.	Уайт-спирит	125
10.1.29.	Упаковка из полиэтилена.....	126
10.1.30.	Упаковка картонная	126
10.1.31.	Фанера березовая	126
10.1.32.	Этилацетат	126
10.2.	Приложение 2. Состав сложных объектов.	127
10.2.1.	AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (канистра 30 кг)	127
10.2.2.	BUTANOX M-50 отвердитель полиэфирных смол (канистра 30 кг)	127
10.2.3.	CUROX M-302 отвердитель полиэфирных смол (канистра 30 кг)	127

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

10.2.4.	NORESTER 680 TPA винилэфирная смола (ведро 25 кг)	128
10.2.5.	NORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.).....	128
10.2.6.	POLYLITE 470-000 пластификатор для смолы (бочка 20 кг)	129
10.2.7.	Ацетон (5 л)	129
10.2.8.	Ацетон (10 л)	129
10.2.9.	Европоддон из древесины.....	129
10.2.10.	Литол-24 смазка Газпромнефть (ведро 18 кг)	130
10.2.11.	Спирт изопропиловый (канистра 10 л)	130
10.2.12.	Толуол (канистра 10 л.)	130
10.2.13.	Ускоритель для полиэфирных смол (ведро 17,5 кг)	130
10.3.	Приложение 3. Определение массы вещества, поступившего в объем помещения, при аварии аппарата	131
10.4.	Приложение 4. Свойства аппаратов.	134
10.4.1.	Расчет общего количества материалов и количества материалов при аварии установки «Наружная установка»	134
11.	Результаты определения категорий помещений	136
11.1.	Здание «Производственный комплекс»	136
12.	Список литературы.....	137

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

1. Здание «Производственный комплекс»

1.1. Параметры здания

Суммированная площадь помещений: 10000 м²

1.2. Характеристики помещений

Наименование	Площадь, м ²	Категория	АСПТ
Компрессорная	19.38	В1	да
Котельная твердотопливная	113.61	Б	да
Модельный цех	188	В3	нет
Склад готовой продукции	1001	В1	нет
Склад картона	254.4	В2	да
Склад материалов	169.27	В1	да
Слесарный участок	182	В3	да

1.3. Определение категории здания

1.3.1. Проверка на принадлежность здания к категории А

Суммированная площадь помещений категории А равна 0 м² (0% площади всех помещений в здании).

Так как суммированная площадь помещений категории А в здании не превышает 5% площади всех помещений и не превышает 200 м², то здание не относится к категории А.

1.3.2. Проверка на принадлежность здания к категории Б

Суммированная площадь помещений категорий А и Б равна 113.61 м² (1.1361% площади всех помещений в здании).

Так как суммированная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 5% площади всех помещений и не превышает 200 м², то здание не относится к категории Б.

1.3.3. Проверка на принадлежность здания к категории В

Суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 равна 1927.66 м² (19.2766% площади всех помещений в здании).

Так как суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5% площади всех помещений при наличии в здании помещений категорий А и Б, то здание может относиться к категории В.

Так как не все помещения категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения, то здание относится к категории В.

2. Помещение «Склад готовой продукции»

2.1. Параметры помещения

Параметр	Значение	Единица измерения
Назначение	Складское помещение	-
Длина L	35.75	м
Ширина S	28	м
Высота H	8.35	м
Площадь F	1001	м ²
Объем V	8358.35	м ³
Доля свободного объема	80	%
Свободный объем V _{cb}	6686.68	м ³
Коэффициент негерметичности K _н	3	-
Температура t	38	°C
Начальное давление P ₀	101	кПа
Кратность воздухообмена в помещении A	0	ч ⁻¹
Скорость потока воздуха в помещении U	0	м · с ⁻¹
Система автоматического пожаротушения	Нет	-

2.2. Параметры участков в помещении

Наименование	Площадь, м ²	Площадь размещения	Длина, м	Ширина, м	Минимальное расстояние от

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

		пожарной нагрузки, м ²			поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия/ покрытия, м
Склад готовой продукции	1001	500.5	35.75	28	2.95

2.3. Пожарная нагрузка на участках

Склад готовой продукции

Наименование	Общее количество	Авария	Ед. изм.	Примечание
Европоддон из древесины	1000	0	шт	Сложный объект
Полиметилакрилат (акрил)	24000	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Упаковка картонная	11400	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Упаковка из полиэтилена	5000	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Полиэтилен	4000	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Древесина в изделиях	1000	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)

2.4. Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009

2.4.1. Проверка на принадлежность категории А

В помещении «Склад готовой продукции» отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С. Поэтому помещение не относится к категории А.

2.4.2. Проверка на принадлежность категории Б

В помещении «Склад готовой продукции» отсутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С. Поэтому помещение не относится к категории Б.

2.4.3. Проверка на принадлежность категории В

Пожарная нагрузка Q участка определяется по формуле Б.1:

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

где G_i — количество i-того материала

Q_{hi}^P — низшая теплота сгорания i-того материала

n — количество материалов

Удельная пожарная нагрузка g определяется из соотношения Б.2:

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

где Q — пожарная нагрузка

S — площадь размещения пожарной нагрузки

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Участок	Наименование	G_i	Q_{hi}^P	$Q_i, \text{МДж}$	$Q, \text{МДж}$	$S, \text{м}^2$	$g, \text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$
Склад готовой продукции	Европоддон из древесины	1000 шт	276 МДж / шт	276000	1514820	500.5	3027
	Полиметилакрилат (акрил)	24000 кг	27 МДж / кг	648000			
	Упаковка картонная	11400 кг	13.4 МДж / кг	152760			
	Упаковка из полиэтилена	5000 кг	47 МДж / кг	235700			
	Полиэтилен	4000 кг	47 МДж / кг	188560			
	Древесина в изделиях	1000 кг	13.8 МДж / кг	13800			

Так как удельная пожарная нагрузка на участках больше $2200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$, то категория помещения В1.

2.5. Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123

Класс зоны помещения "П-IIa", так как в помещении обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

3. Помещение «Модельный цех»

3.1. Параметры помещения

Параметр	Значение	Единица измерения
Назначение	Складское помещение	-
Длина L	13.71*	м
Ширина S	13.71*	м
Высота H	2.65	м
Площадь F	188	м ²
Объем V	498.2	м ³
Доля свободного объема	80	%
Свободный объем V_{cb}	398.56	м ³
Коэффициент негерметичности K_h	3	-
Температура t	38	°C
Начальное давление P_0	101	кПа
Кратность воздухообмена в помещении A	0	ч ⁻¹
Скорость потока воздуха в помещении U	0	м · с ⁻¹
Система автоматического пожаротушения	Нет	-

* - значение рассчитано из площади

3.2. Параметры участков в помещении

Наименование	Площадь, м ²	Площадь размещения пожарной нагрузки, м ²	Длина, м	Ширина, м	Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия/ покрытия, м
Модельный цех	188	75.2	13.71*	13.71*	0.4500001

* - значение рассчитано из площади

3.3. Пожарная нагрузка на участках

Модельный цех

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	8

Наименование	Общее количество	Авария	Ед. изм.	Примечание
Пыль МДФ	50	1	кг	Базовый материал (Пыль)
NORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.)	1	1	шт	Сложный объект
NORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)	1	1	шт	Сложный объект
Ацетон (5 л)	1	1	шт	Сложный объект
AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (канисстра 30 кг)	1	1	шт	Сложный объект
BUTANOX M-50 отвердитель полиэфирных смол (канисстра 30 кг)	1	1	шт	Сложный объект

3.4. Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009

3.4.1. Проверка на принадлежность категории А

Так как в помещении «Модельный цех» присутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °C, необходимо проверить помещение на принадлежность к категории А.

3.4.1.1. Расчет избыточного давления для материала «Стирол» (компонент «NORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.)»)

Так как материал «Стирол» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{cb}\rho_{r,p}} \cdot \frac{100}{C_{st}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 V_{cb} — свободный объем помещения
 K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{r,p}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 C_{st} — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{max} = 647 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{cb} = 398.56 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

3.4.1.2. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	9

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 104.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

- где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 7.06542$$

$$B = 2113.057$$

$$C = 272.98$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{7.06542 - \frac{2113.057}{38 + 272.98}} = 1.86 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{104.14} \cdot 1.86 = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 0.5 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 7.5 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 0.5 \cdot 7.5 = 3.75 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0075 \text{ м}^3$$

$$\rho = 901.7 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{6.8 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 6.8 \text{ кг}$$

$$W = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 3.75 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{6.8}{1.9 \cdot 10^{-5} \cdot 3.75} = 94775 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.9 \cdot 10^{-5} \cdot 3.75 \cdot 3600 = 0.257 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.257 + 0 + 0 + 0 = 0.257 \text{ кг}$$

Инв. № подп.					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

3.4.1.3. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Стирол» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 104.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{104.14}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 4.078 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 10.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 10} = 2 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (647 - 101) \frac{0.257 \cdot 0.3}{398.56 \cdot 4.078} \cdot \frac{100}{2} \cdot \frac{1}{3} = 0.43 \text{ кПа}$$

3.4.1.4. Расчет избыточного давления для материала «Метилакрилат» (компонент «MORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.)»)

Так как материал «Метилакрилат» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

$V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения

K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

- Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{\text{max}} = 900 \text{ кПа}$

$P_0 = 101 \text{ кПа}$

$V_{\text{cb}} = 398.56 \text{ м}^3$

$K_H = 3$

3.4.1.5. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_H$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_H — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$M = 100.1 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_H при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_H = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

- где A, B, C — константы Антуана

$t_p = 38^\circ\text{C}$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

$$A = 7.26219$$

$$B = 1428.92$$

$$C = 226.634$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{7.26219 - \frac{1428.92}{38 + 226.634}} = 73 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{100.1} \cdot 73 = 0.00073 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 1.25 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 1.25 = 1.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.00125 \text{ м}^3$$

$$\rho = 967 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{1.21 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 1.21 \text{ кг}$$

$$W = 0.00073 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 1.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{1.21}{0.00073 \cdot 1.25} = 1326 \text{ с}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
Изм.	Кол.уч	Лист

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 0.00073 \cdot 1.25 \cdot 1326 = 1.21 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 1.21 + 0 + 0 + 0 = 1.21 \text{ кг}$$

3.4.1.6. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Метилакрилат» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 100.1 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{100.1}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 3.92 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 6.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 6} = 3.3 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (900 - 101) \frac{1.21 \cdot 0.3}{398.56 \cdot 3.92} \cdot \frac{100}{3.3} \cdot \frac{1}{3} = 1.9 \text{ кПа}$$

3.4.1.7. Расчет избыточного давления для материала «Стирол» (компонент «NORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)»)

Так как материал «Стирол» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{cb}\rho_{r,p}} \cdot \frac{100}{C_{st}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

- где P_{max} — максимальное давление, развивающееся при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 V_{cb} — свободный объем помещения
 K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{r,p}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 C_{st} — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{max} = 647 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{cb} = 398.56 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

3.4.1.8. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{emk} + m_{cb.okp} + m_{pac}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 m_{emk} — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{cb.okp}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 m_{pac} — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 104.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_{H} при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_{\text{H}} = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 7.06542$$

$$B = 2113.057$$

$$C = 272.98$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_{\text{H}} = 10^{7.06542 - \frac{2113.057}{38 + 272.98}} = 1.86 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{104.14} \cdot 1.86 = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 0.5 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 12.5 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 0.5 \cdot 12.5 = 6.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0125 \text{ м}^3$$

$$\rho = 901.7 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{11.3 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата						
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

где m — масса жидкости
 W — интенсивность испарения
 F — площадь испарения

$$m = 11.3 \text{ кг}$$

$$W = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 6.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{11.3}{1.9 \cdot 10^{-5} \cdot 6.25} = 94775 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.9 \cdot 10^{-5} \cdot 6.25 \cdot 3600 = 0.43 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.43 + 0 + 0 + 0 = 0.43 \text{ кг}$$

3.4.1.9. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Стирол» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса
 V_0 — мольный объем
 t_p — расчетная температура, °C

$$M = 104.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{104.14}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 4.078 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата						

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 10$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 10} = 2 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (647 - 101) \frac{0.43 \cdot 0.3}{398.56 \cdot 4.078} \cdot \frac{100}{2} \cdot \frac{1}{3} = 0.71 \text{ кПа}$$

3.4.1.10. Расчет избыточного давления для материала «Толуол» (компонент «NORESTER 680 TPA винилэфирная смола (ведро 25 кг)»)

Так как материал «Толуол» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\Gamma, \text{п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\Gamma, \text{п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{\max} = 634 \text{ кПа}$

$P_0 = 101 \text{ кПа}$

$V_{\text{св}} = 398.56 \text{ м}^3$

$K_h = 3$

3.4.1.11. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где T_p — время испарения с поверхности разлива

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 92.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 6.0507$$

$$B = 1328.171$$

$$C = 217.713$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{6.0507 - \frac{1328.171}{38 + 217.713}} = 7.2 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{92.14} \cdot 7.2 = 6.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 0.25 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 0.25 = 0.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.00025 \text{ м}^3$$

$$\rho = 866.9 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.22 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 0.22 \text{ кг}$$

$$W = 6.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 0.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.22}{6.9 \cdot 10^{-5} \cdot 0.25} = 12561 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 6.9 \cdot 10^{-5} \cdot 0.25 \cdot 3600 = 0.062 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.062 + 0 + 0 + 0 = 0.062 \text{ кг}$$

3.4.1.12. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Толуол» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 92.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22.413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^\circ\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{92.14}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 3.608 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 9$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 9} = 2.2 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (634 - 101) \frac{0.062 \cdot 0.3}{398.56 \cdot 3.608} \cdot \frac{100}{2.2} \cdot \frac{1}{3} = 0.103 \text{ кПа}$$

3.4.1.13. Расчет избыточного давления для материала «Гексан» (компонент «NORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)»)

Так как материал «Гексан» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

$V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения

$K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p

$C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\text{max}} = 850 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 398.56 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

3.4.1.14. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 86.177 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

- где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 5.99517$$

$$B = 1166.274$$

$$C = 223.661$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{5.99517 - \frac{1166.274}{38 + 223.661}} = 34.5 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{86.177} \cdot 34.5 = 0.00032 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 0.25 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 0.25 = 0.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.00025 \text{ м}^3$$

$$\rho = 654.81 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.164 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 0.164 \text{ кг}$$

$$W = 0.00032 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 0.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.164}{0.00032 \cdot 0.25} = 2044 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 0.00032 \cdot 0.25 \cdot 2044 = 0.164 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.164 + 0 + 0 + 0 = 0.164 \text{ кг}$$

3.4.1.15. Определение коэффициента Z

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Гексан» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 86.177 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{86.177}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 3.374 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 9.5.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 9.5} = 2.13 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (850 - 101) \frac{0.164 \cdot 0.3}{398.56 \cdot 3.374} \cdot \frac{100}{2.13} \cdot \frac{1}{3} = 0.43 \text{ кПа}$$

3.4.1.16. Расчет избыточного давления для материала «Ацетон» (компонент «Ацетон (5 л)»)

Так как материал «Ацетон» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

$V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения

$K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

- Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{\text{max}} = 572 \text{ кПа}$

$P_0 = 101 \text{ кПа}$

$V_{\text{cb}} = 398.56 \text{ м}^3$

$K_{\text{H}} = 3$

3.4.1.17. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_{\text{H}}$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_{H} — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$M = 58.08 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_{H} при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_{\text{H}} = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

- где A, B, C — константы Антуана

$t_p = 38^\circ\text{C}$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

$$A = 6.37551$$

$$B = 1281.721$$

$$C = 237.088$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{6.37551 - \frac{1281.721}{38 + 237.088}} = 52 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{58.08} \cdot 52 = 0.000396 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 5 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 5 = 5 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.005 \text{ м}^3$$

$$\rho = 790.8 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_4 \text{ кг} = \rho V$$

$$T = 3600 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 0.000396 \cdot 5 \cdot 3600 = 3.954 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 3.954 + 0 + 0 + 0 = 3.954 \text{ кг}$$

3.4.1.18. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Ацетон» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 58,08 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{58,08}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 2,274 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 4.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 4} = 4,9 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (572 - 101) \frac{3,954 \cdot 0,3}{398,56 \cdot 2,274} \cdot \frac{100}{4,9} \cdot \frac{1}{3} = 4,2 \text{ кПа}$$

3.4.1.19. Расчет избыточного давления для материала «Метилэтилкетон» (компонент «BUTANOX M-50 отвердитель полиэфирных смол (канисстра 30 кг)»)

Так как материал «Метилэтилкетон» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развивающееся при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

$V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения

$K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$C_{ст}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{max} = 900$ кПа

$P_0 = 101$ кПа

$V_{cb} = 398.56$ м³

$K_h = 3$

3.4.1.20. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{емк} + m_{св.окр} + m_{рас}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива

$m_{емк}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей

$m_{св.окр}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав

$m_{рас}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где T_p — время испарения с поверхности разлива

W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$M = 72.11$ кг · кмоль⁻¹

Значение коэффициента η при скорости $U = 0$ м · с⁻¹ и температуре $t = 38$ °С принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$t_p = 38$ °С

$A = 7.02453$

$B = 1292.791$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
						29

$C = 232.34$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{7.02453 - \frac{1292.791}{38 + 232.34}} = 175 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{72.11} \cdot 175 = 0.00148 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 0.9 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 0.9 = 0.9 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0009 \text{ м}^3$$

$$\rho = 790 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.71 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 0.71 \text{ кг}$$

$$W = 0.00148 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 0.9 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.71}{0.00148 \cdot 0.9} = 532 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 0.00148 \cdot 0.9 \cdot 532 = 0.711 \text{ кг}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.711 + 0 + 0 + 0 = 0.711 \text{ кг}$$

3.4.1.21. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Метилэтилкетон» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 72.11 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{72.11}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 2.824 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 5.75.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 5.75} = 3.47 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (900 - 101) \frac{0.711 \cdot 0.3}{398.56 \cdot 2.824} \cdot \frac{100}{3.47} \cdot \frac{1}{3} = 1.46 \text{ кПа}$$

В помещении отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °C и избыточным давлением более 5 кПа. Поэтому помещение не относится к категории А.

3.4.2. Проверка на принадлежность категории Б

В помещении «Модельный цех» присутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °C, проверим на принадлежность к категории Б.

3.4.2.1. Расчет избыточного давления для материала «Пыль МДФ»

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

31

Так как материал «Пыль МДФ» является горючей пылью, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.4:

$$\Delta P = \frac{mH_T P_0 Z}{V_{\text{св}} \rho_{\text{в}} C_p T_0} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем
 $\rho_{\text{в}}$ — плотность воздуха
 C_p — теплоемкость воздуха
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 H_T — теплота сгорания
 T_0 — начальная температура
 m — масса горючих газов и паров
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 398.56 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1.1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$C_p = 1005.02 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

$$H_T = 21000000 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$$

$$T_0 = 311.15 \text{ К}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

3.4.2.2. Определение коэффициента Z

Коэффициент Z участия взвешенной пыли в горении рассчитывают по формуле А.16:

$$Z = 0,5F$$

где F — массовая доля частиц пыли размером менее критического

$$F = 1$$

Подставляя числовые значения в формулу А.16, получаем:

$$Z = 0,5 \cdot 1 = 0,5$$

Подставляя числовые значения в формулу А.4, получаем:

$$\Delta P = \frac{1 \cdot 21000000 \cdot 101 \cdot 0,5}{398.56 \cdot 1.1 \cdot 1005.02 \cdot 311.15} \cdot \frac{1}{3} = 3 \text{ кПа}$$

3.4.2.3. Расчет избыточного давления для материала «Уайт-спирит» (компонент «NORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)»)

Так как материал «Уайт-спирит» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{Г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
Изм.	Кол.уч	Лист

где	P_{max}	— максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
	P_0	— начальное давление
	V_{cb}	— свободный объем помещения
	K_h	— коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
	m	— масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
	Z	— коэффициент участия газов и паров в горении
	$\rho_{r,p}$	— плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
	C_{ct}	— стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{max} = 900 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{cb} = 398.56 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

3.4.2.4. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{emk} + m_{cb.okp} + m_{pac}$$

где	m_p	— масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
	m_{emk}	— масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
	$m_{cb.okp}$	— масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
	m_{pac}	— масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где	T_p	— время испарения с поверхности разлива
	W_p	— интенсивность испарения с поверхности разлива
	F_p	— площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где	M	— молярная масса
	η	— коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
	P_h	— давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 147.3 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2,

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 7.13623$$

$$B = 2218.3$$

$$C = 273.15$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{7.13623 - \frac{2218.3}{38 + 273.15}} = 1.02 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу A.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{147.3} \cdot 1.02 = 1.23 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 0.25 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 0.25 = 0.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.00025 \text{ м}^3$$

$$\rho = 760 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.19 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

Инв. № подп.	Подп. и дата						

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$m = 0.19 \text{ кг}$

$$W = 1.23 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 0.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.19}{1.23 \cdot 10^{-5} \cdot 0.25} = 61637 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.23 \cdot 10^{-5} \cdot 0.25 \cdot 3600 = 0.0111 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.0111 + 0 + 0 + 0 = 0.0111 \text{ кг}$$

3.4.2.5. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Уайт-спирит» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 147.3 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{147.3}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 5.768 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 15.75$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 15.75} = 1.295 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (900 - 101) \frac{0.0111 \cdot 0.3}{398.56 \cdot 5.768} \cdot \frac{100}{1.295} \cdot \frac{1}{3} = 0.03 \text{ кПа}$$

3.4.2.6. Расчет избыточного давления для материала «Диметилфталат» (компонент «AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (канистра 30 кг)»)

Так как материал «Диметилфталат» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{\max} = 0 \text{ кПа}$

$P_0 = 101 \text{ кПа}$

$V_{\text{св}} = 398.56 \text{ м}^3$

$K_{\text{н}} = 3$

3.4.2.7. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 194.2 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 0$$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{0 - \frac{0}{38 + 0}} = 1 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{194.2} \cdot 1 = 1.39355660093159 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости
 V — объем разлившейся жидкости

$$S = 0.5 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 18 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 0.5 \cdot 18 = 9 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.018 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1190 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{21 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 21 \text{ кг}$$

$$W = 1.39355660093159 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 9 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{21}{1.39355660093159 \cdot 10^{-5} \cdot 9} = 170786 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.39355660093159 \cdot 10^{-5} \cdot 9 \cdot 3600 = 0.45 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.45 + 0 + 0 + 0 = 0.45 \text{ кг}$$

3.4.2.8. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Диметилфталат» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 194.2 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{194.2}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 7.6 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 0.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0} = 100 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (0 - 101) \frac{0.45 \cdot 0}{398.56 \cdot 7.6} \cdot \frac{100}{100} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ кПа}$$

3.4.2.9. Расчет избыточного давления для материала «Метилэтилкетон пероксид» (компонент «AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (канистра 30 кг)»)

Так как материал «Метилэтилкетон пероксид» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{max} — максимальное давление, развивающееся при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

$V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения

$K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p

$C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\text{max}} = 0 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 398.56 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

3.4.2.10. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 176.21 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

- где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 0$$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{0 - \frac{0}{38+0}} = 1 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{176.21} \cdot 1 = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 9 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 9 = 9 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.009 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1.042 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.0094 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 0.0094 \text{ кг}$$

$$W = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 9 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.0094}{1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \cdot 9} = 78 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \cdot 9 \cdot 78 = 0.0094 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.0094 + 0 + 0 + 0 = 0.0094 \text{ кг}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата				

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
------	--------	------	--------	-------	------	--

3.4.2.11. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Метилэтилкетон пероксид» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 176,21 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{176,21}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 6,9 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 0.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0} = 100 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (0 - 101) \frac{0,0094 \cdot 0}{398,56 \cdot 6,9} \cdot \frac{100}{100} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ кПа}$$

3.4.2.12. Расчет избыточного давления для материала «Метилэтилкетон пероксид» (компонент «BUTANOX M-50 отвердитель полиэфирных смол (канистра 30 кг)»)

Так как материал «Метилэтилкетон пероксид» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

$V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения

K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

- m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{\text{max}} = 0 \text{ кПа}$

$P_0 = 101 \text{ кПа}$

$V_{\text{св}} = 398.56 \text{ м}^3$

$K_h = 3$

3.4.2.13. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 176.21 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 0$$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{0 - \frac{0}{38+0}} = 1 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{176.21} \cdot 1 = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 11.1 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 11.1 = 11.1 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0111 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1.042 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.0116 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 0.0116 \text{ кг}$$

$$W = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 11.1 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$T = \frac{0.0116}{1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \cdot 11.1} = 78.5 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \cdot 11.1 \cdot 78.5 = 0.01157 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.01157 + 0 + 0 + 0 = 0.01157 \text{ кг}$$

3.4.2.14. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Метилэтилкетон пероксид» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 176.21 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{176.21}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 6.9 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 0.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0} = 100 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (0 - 101) \frac{0.01157 \cdot 0}{398.56 \cdot 6.9} \cdot \frac{100}{100} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ кПа}$$

В помещении отсутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °C и избыточным давлением более 5 кПа. Поэтому помещение не относится к категории Б.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

3.4.3. Проверка на принадлежность категории В

Пожарная нагрузка Q участка определяется по формуле Б.1:

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

где G_i — количество i-того материала

Q_{hi}^P — низшая теплота сгорания i-того материала

n — количество материалов

Удельная пожарная нагрузка g определяется из соотношения Б.2:

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

где Q — пожарная нагрузка

S — площадь размещения пожарной нагрузки

Участок	Наименование	G_i	Q_{hi}^P	$Q_i, \text{МДж}$	$Q, \text{МДж}$	$S, \text{м}^2$	$g, \text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$
Модельный цех	Пыль МДФ	50 кг	21 МДж / кг	1050	2608	75.2	35
	NORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.)	1 шт	327.6 МДж / шт	328			
	NORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)	1 шт	519.2 МДж / шт	519			
	Ацетон (5 л)	1 шт	124 МДж / шт	124			
	AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (канистра 30 кг)	1 шт	561 МДж / шт	561			
	BUTANOX M-50 отвердитель полиэфирных смол (канистра 30 кг)	1 шт	25.77 МДж / шт	26			

Так как удельная пожарная нагрузка на всех участках помещения меньше 180 МДж · м⁻², то категория помещения В4 или В3. Необходимо проверить, что площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м² и что расстояния между участками пожарной нагрузки в помещении больше предельных.

Так как площадь некоторых участков более 10 м², то категория помещения В3.

3.5. Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123

Класс зоны помещения "П-І", так как в помещении обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия.

4. Помещение «Склад материалов»

4.1. Параметры помещения

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
						46

Параметр	Значение	Единица измерения
Назначение	Складское помещение	-
Длина L	14.98	м
Ширина S	11.3	м
Высота H	6.09	м
Площадь F	169.27	м^2
Объем V	1030.8542	м^3
Доля свободного объема	80.0000038802771	%
Свободный объем $V_{\text{св}}$	824.6834	м^3
Коэффициент негерметичности K_h	3	-
Температура t	38	$^\circ\text{C}$
Начальное давление P_0	101	кПа
Кратность воздухообмена в помещении A	0	ч^{-1}
Скорость потока воздуха в помещении U	0	$\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$
Система автоматического пожаротушения	Да	-

4.2. Параметры участков в помещении

Наименование	Площадь, м^2	Площадь размещения пожарной нагрузки, м^2	Длина, м	Ширина, м	Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия/покрытия, м
Склад материалов	169.27	33.8492	14.98	11.3	0

4.3. Пожарная нагрузка на участках

Склад материалов

Наименование	Общее количество	Авария	Ед. изм.	Примечание
AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (кинисстра 30 кг)	10	1	шт	Сложный объект
Ускоритель для полиэфирных смол (ведро 17,5 кг)	15	1	шт	Сложный объект
POLYLITE 470-000 пластификатор для смолы (бочка 20 кг)	10	1	шт	Сложный объект
NORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.)	25	1	шт	Сложный объект

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.

NORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)	15	1	шт	Сложный объект
CUROX M-302 отвердитель полиэфирных смол (канисстра 30 кг)	20	1	шт	Сложный объект
Ацетон (10 л)	30	1	шт	Сложный объект
Спирт изопропиловый (канисстра 10 л)	25	1	шт	Сложный объект
Толуол (канисстра 10 л.)	25	1	шт	Сложный объект
Европоддон из древесины	120	0	шт	Сложный объект
Упаковка картонная	50	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Пленка полиэтиленовая упаковочная	10	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Бумага	30	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Древесина в изделиях	15	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Фанера березовая	25	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Полиэтилен	25	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Литол-24 смазка Газпромнефть (ведро 18 кг)	6	0	шт	Сложный объект

4.4. Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009

4.4.1. Проверка на принадлежность категории А

Так как в помещении «Склад материалов» присутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С, необходимо проверить помещение на принадлежность к категории А.

4.4.1.1. Расчет избыточного давления для материала «Этилацетат» (компонент «Ускоритель для полиэфирных смол (ведро 17,5 кг)»)

Так как материал «Этилацетат» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{cb}\rho_{G,p}} \cdot \frac{100}{C_{st}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

V_{cb} — свободный объем помещения

K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$\rho_{G,p}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p

C_{st} — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
------	--------	------	--------	-------	------	------

$$P_{max} = 852.6 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{cb} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

4.4.1.2. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{emk} + m_{cb.okp} + m_{pac}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива

m_{emk} — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей

$m_{cb.okp}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав

m_{pac} — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где T_p — время испарения с поверхности разлива

W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 88.1 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 6.22672$$

$$B = 1244.951$$

$$C = 217.881$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{6.22672 - \frac{1244.951}{38 + 217.881}} = 23 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{88.1} \cdot 23 = 0.000216 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 8.8 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 8.8 = 8.8 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0088 \text{ м}^3$$

$$\rho = 900.3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{7.9 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 7.9 \text{ кг}$$

$$W = 0.000216 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 8.75 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{7.9}{0.000216 \cdot 8.75} = 4174 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

$$m_p = 0.000216 \cdot 8.75 \cdot 3600 = 6.8 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 6.8 + 0 + 0 + 0 = 6.8 \text{ кг}$$

4.4.1.3. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Этилацетат» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 88.1 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{88.1}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 3.45 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 5.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 5} = 4 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (852.6 - 101) \frac{6.8 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 3.45} \cdot \frac{100}{4} \cdot \frac{1}{3} = 4.5 \text{ кПа}$$

4.4.1.4. Расчет избыточного давления для материала «Толуол» (компонент «Ускоритель для полиэфирных смол (ведро 17,5 кг)»)

Так как материал «Толуол» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

Инв. № подп.					
Подп. и дата					
Взам. инв. №					

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где	P_{max}	— максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
	P_0	— начальное давление
	V_{cb}	— свободный объем помещения
	K_h	— коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
	m	— масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
	Z	— коэффициент участия газов и паров в горении
	$\rho_{g,p}$	— плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
	C_{ct}	— стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{max} = 634 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{cb} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

4.4.1.5. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{emk} + m_{cb.okp} + m_{pac}$$

где	m_p	— масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
	m_{emk}	— масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
	$m_{cb.okp}$	— масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
	m_{pac}	— масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где	T_p	— время испарения с поверхности разлива
	W_p	— интенсивность испарения с поверхности разлива
	F_p	— площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где	M	— молярная масса
	η	— коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
	P_h	— давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 92.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2,

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_{H} при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_{\text{H}} = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^{\circ}\text{C}$$

$$A = 6.0507$$

$$B = 1328.171$$

$$C = 217.713$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_{\text{H}} = 10^{6.0507 - \frac{1328.171}{38 + 217.713}} = 7.2 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу A.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{92.14} \cdot 7.2 = 6.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 8.8 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 8.8 = 8.8 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0088 \text{ м}^3$$

$$\rho = 866.9 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{7.6 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 7.6 \text{ кг}$$

$$W = 6.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 8.75 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{7.6}{6.9 \cdot 10^{-5} \cdot 8.75} = 12561 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 6.9 \cdot 10^{-5} \cdot 8.75 \cdot 3600 = 2.17 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 2.17 + 0 + 0 + 0 = 2.17 \text{ кг}$$

4.4.1.6. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Толуол» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 92.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{92.14}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 3.608 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата						

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 9$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 9} = 2,2 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (634 - 101) \frac{2,17 \cdot 0,3}{824,6834 \cdot 3,608} \cdot \frac{100}{2,2} \cdot \frac{1}{3} = 1,7 \text{ кПа}$$

4.4.1.7. Расчет избыточного давления для материала «Стирол» (компонент «POLYLITE 470-000 пластификатор для смолы (бочка 20 кг)»)

Так как материал «Стирол» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{Г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{Г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{\max} = 647 \text{ кПа}$

$P_0 = 101 \text{ кПа}$

$V_{\text{св}} = 824,6834 \text{ м}^3$

$K_{\text{н}} = 3$

4.4.1.8. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где T_p — время испарения с поверхности разлива

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 104.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 7.06542$$

$$B = 2113.057$$

$$C = 272.98$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{7.06542 - \frac{2113.057}{38 + 272.98}} = 1.86 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{104.14} \cdot 1.86 = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 0.5 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 6.8 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 0.5 \cdot 6.8 = 3.4 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0068 \text{ м}^3$$

$$\rho = 901.7 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{6.1 \text{ кг}} = \rho V$$

$$T = 3600 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.9 \cdot 10^{-5} \cdot 3.4 \cdot 3600 = 0.233 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.233 + 0 + 0 + 0 = 0.233 \text{ кг}$$

4.4.1.9. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Стирол» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 104.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{104.14}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 4.078 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 10.$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 10} = 2 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (647 - 101) \frac{0.233 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 4.078} \cdot \frac{100}{2} \cdot \frac{1}{3} = 0.19 \text{ кПа}$$

4.4.1.10. Расчет избыточного давления для материала «Стирол» (компонент «NORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.)»)

Так как материал «Стирол» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{Г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

- где P_{\max} — максимальное давление, развивающееся при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{Г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\max} = 647 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

4.4.1.11. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

Инв. № подп.	Подп. и дата						

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 104.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 7.06542$$

$$B = 2113.057$$

$$C = 272.98$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{7.06542 - \frac{2113.057}{38 + 272.98}} = 1.86 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{104.14} \cdot 1.86 = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 0.5 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 7.5 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 0.5 \cdot 7.5 = 3.75 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0075 \text{ м}^3$$

$$\rho = 901.7 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{6.8 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 6.8 \text{ кг}$$

$$W = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 3.75 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{6.8}{1.9 \cdot 10^{-5} \cdot 3.75} = 94775 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.9 \cdot 10^{-5} \cdot 3.75 \cdot 3600 = 0.257 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.257 + 0 + 0 + 0 = 0.257 \text{ кг}$$

4.4.1.12. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Стирол» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 104.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{104.14}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 4.078 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 10$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 10} = 2 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (647 - 101) \frac{0.257 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 4.078} \cdot \frac{100}{2} \cdot \frac{1}{3} = 0.21 \text{ кПа}$$

4.4.1.13. Расчет избыточного давления для материала «Метилакрилат» (компонент «MORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.)»)

Так как материал «Метилакрилат» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\text{max}} = 900 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

4.4.1.14. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 100.1 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 7.26219$$

$$B = 1428.92$$

$$C = 226.634$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{7.26219 - \frac{1428.92}{38 + 226.634}} = 73 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{100.1} \cdot 73 = 0.00073 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

Инв. № подп.	Подп. и дата				

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 1.25 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 1.25 = 1.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.00125 \text{ м}^3$$

$$\rho = 967 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{1.21 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 1.21 \text{ кг}$$

$$W = 0.00073 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 1.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{1.21}{0.00073 \cdot 1.25} = 1326 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 0.00073 \cdot 1.25 \cdot 1326 = 1.21 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 1.21 + 0 + 0 + 0 = 1.21 \text{ кг}$$

4.4.1.15. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Метилацрилат» определяется по таблице А.1.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
						63

$Z = 0.3$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 100.1 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{100.1}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 3.92 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 6.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 6} = 3.3 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (900 - 101) \frac{1.21 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 3.92} \cdot \frac{100}{3.3} \cdot \frac{1}{3} = 0.9 \text{ кПа}$$

4.4.1.16. Расчет избыточного давления для материала «Стирол» (компонент «NORESTER 680 TPA винилэфирная смола (ведро 25 кг)»)

Так как материал «Стирол» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развивающееся при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

$V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения

K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$C_{ст}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{max} = 647$ кПа

$P_0 = 101$ кПа

$V_{cb} = 824.6834$ м³

$K_h = 3$

4.4.1.17. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{емк} + m_{св.окр} + m_{рас}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива

$m_{емк}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей

$m_{св.окр}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав

$m_{рас}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где T_p — время испарения с поверхности разлива

W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$M = 104.14$ кг · кмоль⁻¹

Значение коэффициента η при скорости $U = 0$ м · с⁻¹ и температуре $t = 38$ °С принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$t_p = 38$ °С

$A = 7.06542$

$B = 2113.057$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$C = 272.98$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_H = 10^{7.06542 - \frac{2113.057}{38 + 272.98}} = 1.86 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{104.14} \cdot 1.86 = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 0.5 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 12.5 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 0.5 \cdot 12.5 = 6.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0125 \text{ м}^3$$

$$\rho = 901.7 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{11.3 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 11.3 \text{ кг}$$

$$W = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 6.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{11.3}{1.9 \cdot 10^{-5} \cdot 6.25} = 94775 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.9 \cdot 10^{-5} \cdot 6.25 \cdot 3600 = 0.43 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.43 + 0 + 0 + 0 = 0.43 \text{ кг}$$

4.4.1.18. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Стирол» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 104.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{104.14}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 4.078 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 10.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 10} = 2 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (647 - 101) \frac{0.43 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 4.078} \cdot \frac{100}{2} \cdot \frac{1}{3} = 0.34 \text{ кПа}$$

4.4.1.19. Расчет избыточного давления для материала «Толуол» (компонент «NORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)»)

Так как материал «Толуол» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{cb}\rho_{r,p}} \cdot \frac{100}{C_{st}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

- где P_{max} — максимальное давление, развивающееся при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 V_{cb} — свободный объем помещения
 K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{r,p}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 C_{st} — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{max} = 634$ кПа

$P_0 = 101$ кПа

$V_{cb} = 824.6834$ м³

$K_h = 3$

4.4.1.20. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{emk} + m_{cb.okp} + m_{pac}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 m_{emk} — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{cb.okp}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 m_{pac} — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$M = 92.14$ кг · кмоль⁻¹

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_{H} при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_{\text{H}} = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 6.0507$$

$$B = 1328.171$$

$$C = 217.713$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_{\text{H}} = 10^{6.0507 - \frac{1328.171}{38 + 217.713}} = 7.2 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{92.14} \cdot 7.2 = 6.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 0.25 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 0.25 = 0.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.00025 \text{ м}^3$$

$$\rho = 866.9 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.22 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата						
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

где m — масса жидкости
 W — интенсивность испарения
 F — площадь испарения

$$m = 0.22 \text{ кг}$$

$$W = 6.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 0.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.22}{6.9 \cdot 10^{-5} \cdot 0.25} = 12561 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 6.9 \cdot 10^{-5} \cdot 0.25 \cdot 3600 = 0.062 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.062 + 0 + 0 + 0 = 0.062 \text{ кг}$$

4.4.1.21. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Толуол» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса
 V_0 — мольный объем
 t_p — расчетная температура, °C

$$M = 92.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{92.14}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 3.608 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата						

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 9$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 9} = 2,2 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (634 - 101) \frac{0.062 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 3.608} \cdot \frac{100}{2.2} \cdot \frac{1}{3} = 0.05 \text{ кПа}$$

4.4.1.22. Расчет избыточного давления для материала «Гексан» (компонент «NORESTER 680 TPA винилэфирная смола (ведро 25 кг)»)

Так как материал «Гексан» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\Gamma, \text{п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\Gamma, \text{п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\max} = 850 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

4.4.1.23. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где T_p — время испарения с поверхности разлива

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 86.177 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 5.99517$$

$$B = 1166.274$$

$$C = 223.661$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{5.99517 - \frac{1166.274}{38 + 223.661}} = 34.5 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{86.177} \cdot 34.5 = 0.00032 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 0.25 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 0.25 = 0.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.00025 \text{ м}^3$$

$$\rho = 654.81 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.164 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 0.164 \text{ кг}$$

$$W = 0.00032 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 0.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.164}{0.00032 \cdot 0.25} = 2044 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 0.00032 \cdot 0.25 \cdot 2044 = 0.164 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.164 + 0 + 0 + 0 = 0.164 \text{ кг}$$

4.4.1.24. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Гексан» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 86.177 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
Изм.	Кол.уч	Лист

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{86.177}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 3.374 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 9.5$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 9.5} = 2.13 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (850 - 101) \frac{0.164 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 3.374} \cdot \frac{100}{2.13} \cdot \frac{1}{3} = 0.21 \text{ кПа}$$

4.4.1.25. Расчет избыточного давления для материала «Ацетон» (компонент «Ацетон (10 л)»)

Так как материал «Ацетон» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\text{max}} = 572 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

4.4.1.26. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата						

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 58.08 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

- где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 6.37551$$

$$B = 1281.721$$

$$C = 237.088$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{6.37551 - \frac{1281.721}{38 + 237.088}} = 52 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{58.08} \cdot 52 = 0.000396 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 10 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 10 = 10 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.01 \text{ м}^3$$

$$\rho = 790.8 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{7.9 \text{ кг}} = \rho V$$

$$T = 3600 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 0.000396 \cdot 10 \cdot 3600 = 7.908 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 7.908 + 0 + 0 + 0 = 7.908 \text{ кг}$$

4.4.1.27. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Ацетон» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, $^{\circ}\text{C}$

$$M = 58.08 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{58.08}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 2.274 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 4$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 4} = 4.9 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (572 - 101) \frac{7.908 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 2.274} \cdot \frac{100}{4.9} \cdot \frac{1}{3} = 4 \text{ кПа}$$

4.4.1.28. Расчет избыточного давления для материала «Изопропиловый спирт» (компонент «Спирт изопропиловый (канистра 10 л)»)

Так как материал «Изопропиловый спирт» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\text{max}} = 634 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

4.4.1.29. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива

$m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей

Инв. № подп.	Подп. и дата						

$m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхности, на которые нанесен применяемый состав

$m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где T_p — время испарения с поверхности разлива

W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$M = 60.09 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$t_p = 38^\circ\text{C}$

$A = 7.51055$

$B = 1733$

$C = 232.38$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{7.51055 - \frac{1733}{38 + 232.38}} = 12.6 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{60.09} \cdot 12.6 = 9.8 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 10 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 10 = 10 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.01 \text{ м}^3$$

$$\rho = 784.4 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{7.8 \text{ кг}} = \rho V$$

$$T = 3600 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 9.8 \cdot 10^{-5} \cdot 10 \cdot 3600 = 3.5 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 3.5 + 0 + 0 + 0 = 3.5 \text{ кг}$$

4.4.1.30. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Изопропиловый спирт» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0.00367 \cdot t_p)}$$

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 60.09 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{60.09}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 2.353 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 4.5.$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 4.5} = 4.4 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (634 - 101) \frac{3.5 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 2.353} \cdot \frac{100}{4.4} \cdot \frac{1}{3} = 2.2 \text{ кПа}$$

4.4.1.31. Расчет избыточного давления для материала «Толуол» (компонент «Толуол (канисстра 10 л.)»)

Так как материал «Толуол» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развивающееся при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\max} = 634 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

4.4.1.32. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

$m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав

$m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где T_p — время испарения с поверхности разлива

W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$M = 92.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$t_p = 38^\circ\text{C}$

$A = 6.0507$

$B = 1328.171$

$C = 217.713$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{6.0507 - \frac{1328.171}{38 + 217.713}} = 7.2 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{92.14} \cdot 7.2 = 6.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 1 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 1 = 1 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.001 \text{ м}^3$$

$$\rho = 866.9 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.87 \text{ кг}} = \rho V$$

$$T = 3600 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 6.9 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 3600 = 0.25 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.25 + 0 + 0 + 0 = 0.25 \text{ кг}$$

4.4.1.33. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Толуол» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0.00367 \cdot t_p)}$$

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 92.14 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{92.14}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 3.608 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 9$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 9} = 2.2 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (634 - 101) \frac{0.25 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 3.608} \cdot \frac{100}{2.2} \cdot \frac{1}{3} = 0.2 \text{ кПа}$$

В помещении отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С и избыточным давлением более 5 кПа. Поэтому помещение не относится к категории А.

4.4.2. Проверка на принадлежность категории Б

В помещении «Склад материалов» присутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, проверим на принадлежность к категории Б.

4.4.2.1. Расчет избыточного давления для материала «Диметилфталат» (компонент «AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (канистра 30 кг)»)

Так как материал «Диметилфталат» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{\max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения
 K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\max} = 0 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

4.4.2.2. Определение массы пара

Инв. № подп.					

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 194.2 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

- где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 0$$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{0 - \frac{0}{38+0}} = 1 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{194.2} \cdot 1 = 1.39355660093159 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 0.5 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 18 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 0.5 \cdot 18 = 9 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.018 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1190 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{21 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 21 \text{ кг}$$

$$W = 1.39355660093159 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 9 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{21}{1.39355660093159 \cdot 10^{-5} \cdot 9} = 170786 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.39355660093159 \cdot 10^{-5} \cdot 9 \cdot 3600 = 0.45 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.45 + 0 + 0 + 0 = 0.45 \text{ кг}$$

4.4.2.3. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Диметилфталат» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 194.2 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{194.2}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 7.6 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 0.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0} = 100 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (0 - 101) \frac{0.45 \cdot 0}{824.6834 \cdot 7.6} \cdot \frac{100}{100} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ кПа}$$

4.4.2.4. Расчет избыточного давления для материала «Метилэтилкетон пероксид» (компонент «AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (канистра 30 кг)»)

Так как материал «Метилэтилкетон пероксид» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

$V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

- K_{H} — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$P_{\text{max}} = 0 \text{ кПа}$

$P_0 = 101 \text{ кПа}$

$V_{\text{cb}} = 824.6834 \text{ м}^3$

$K_{\text{H}} = 3$

4.4.2.5. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_{\text{H}}$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_{H} — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$M = 176.21 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_{H} при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 0$$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{0 - \frac{0}{38+0}} = 1 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу A.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{176.21} \cdot 1 = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 9 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 9 = 9 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.009 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1.042 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.0094 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 0.0094 \text{ кг}$$

$$W = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

$$F = 9 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.0094}{1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \cdot 9} = 78 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \cdot 9 \cdot 78 = 0.0094 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.0094 + 0 + 0 + 0 = 0.0094 \text{ кг}$$

4.4.2.6. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Метилэтилкетон пероксид» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 176.21 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{176.21}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 6.9 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 0.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0} = 100 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (0 - 101) \frac{0.0094 \cdot 0}{824.6834 \cdot 6.9} \cdot \frac{100}{100} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ кПа}$$

Изв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

4.4.2.7. Расчет избыточного давления для материала «Уайт-спирит» (компонент «MORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)»)

Так как материал «Уайт-спирит» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{cb}\rho_{r,p}} \cdot \frac{100}{C_{st}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

- где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси
 P_0 — начальное давление
 V_{cb} — свободный объем помещения
 K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении
 $\rho_{r,p}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p
 C_{st} — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{max} = 900 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{cb} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

4.4.2.8. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{emk} + m_{cb.okp} + m_{pac}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 m_{emk} — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{cb.okp}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 m_{pac} — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t

$P_{\text{н}}$ — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 147.3 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара $P_{\text{н}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_{\text{н}} = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 7.13623$$

$$B = 2218.3$$

$$C = 273.15$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_{\text{н}} = 10^{7.13623 - \frac{2218.3}{38 + 273.15}} = 1.02 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{147.3} \cdot 1.02 = 1.23 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 0.25 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 0.25 = 0.25 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.00025 \text{ м}^3$$

$$\rho = 760 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
						91

$$m_{0.19 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 0.19 \text{ кг}$$

$$W = 1.23 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 0.25 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.19}{1.23 \cdot 10^{-5} \cdot 0.25} = 61637 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.23 \cdot 10^{-5} \cdot 0.25 \cdot 3600 = 0.0111 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.0111 + 0 + 0 + 0 = 0.0111 \text{ кг}$$

4.4.2.9. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Уайт-спирит» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0.3$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 147.3 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ °C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{147.3}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 5.768 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 15.75$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 15.75} = 1.295 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (900 - 101) \frac{0.0111 \cdot 0.3}{824.6834 \cdot 5.768} \cdot \frac{100}{1.295} \cdot \frac{1}{3} = 0.014 \text{ кПа}$$

4.4.2.10. Расчет избыточного давления для материала «2,2,4-Триметил-1,3-пентандиол» (компонент «CUROX M-302 отвердитель полиэфирных смол (канисстра 30 кг)»)

Так как материал «2,2,4-Триметил-1,3-пентандиол» является горючей пылью, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.4:

$$\Delta P = \frac{m H_T P_0 Z}{V_{\text{св}} \rho_{\text{в}} C_p T_0} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_0 — начальное давление
 $V_{\text{св}}$ — свободный объем
 $\rho_{\text{в}}$ — плотность воздуха
 C_p — теплоемкость воздуха
 $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
 H_T — теплота сгорания
 T_0 — начальная температура
 m — масса горючих газов и паров
 Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1.1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$C_p = 1005.02 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

$$H_T = 36410000 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$$

$$T_0 = 311.15 \text{ К}$$

$$m = 0.0135 \text{ кг}$$

4.4.2.11. Определение коэффициента Z

Коэффициент Z участия взвешенной пыли в горении рассчитывают по формуле А.16:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$Z = 0,5F$$

где F — массовая доля частиц пыли размером менее критического

$$F = 1$$

Подставляя числовые значения в формулу А.16, получаем:

$$Z = 0,5 \cdot 1 = 0,5$$

Подставляя числовые значения в формулу А.4, получаем:

$$\Delta P = \frac{0.0135 \cdot 36410000 \cdot 101 \cdot 0.5}{824.6834 \cdot 1.1 \cdot 1005.02 \cdot 311.15} \cdot \frac{1}{3} = 0.03 \text{ кПа}$$

4.4.2.12. Расчет избыточного давления для материала «Диацетоновый спирт» (компонент «CUROX M-302 отвердитель полиэфирных смол (канистра 30 кг)»)

Так как материал «Диацетоновый спирт» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{cb}\rho_{gr,p}} \cdot \frac{100}{C_{st}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{max} — максимальное давление, развивающееся при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

V_{cb} — свободный объем помещения

K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$\rho_{gr,p}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p

C_{st} — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{max} = 900 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{cb} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

4.4.2.13. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{emk} + m_{cb,okp} + m_{pac}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива

m_{emk} — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей

$m_{cb,okp}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав

m_{pac} — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 116.16 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 7.476281$$

$$B = 1794.2465$$

$$C = 221.348$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{7.476281 - \frac{1794.2465}{38 + 221.348}} = 3.6 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{116.16} \cdot 3.6 = 3.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости
 V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 4.5 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 4.5 = 4.5 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.0045 \text{ м}^3$$

$$\rho = 940 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{4.2 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 4.2 \text{ кг}$$

$$W = 3.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 4.5 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{4.2}{3.9 \cdot 10^{-5} \cdot 4.5} = 24133 \text{ с}$$

Так как расчетное время полного испарения превышает 3600 с, то при расчетах время поступления вещества в помещение принимается равным 3600 с.

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 3.9 \cdot 10^{-5} \cdot 4.5 \cdot 3600 = 0.63 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{pac}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.63 + 0 + 0 + 0 = 0.63 \text{ кг}$$

4.4.2.14. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Диацетоновый спирт» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 116.16 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^\circ\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{116.16}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 4.548 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 8.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 8} = 2.5 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (900 - 101) \frac{0.63 \cdot 0}{824.6834 \cdot 4.548} \cdot \frac{100}{2.5} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ кПа}$$

4.4.2.15. Расчет избыточного давления для материала «Метилэтилкетон пероксид» (компонент «CUROX M-302 отвердитель полиэфирных смол (канистра 30 кг)»)

Так как материал «Метилэтилкетон пероксид» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

$V_{\text{св}}$ — свободный объем помещения

$K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p

$C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{\text{max}} = 0 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 824.6834 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

4.4.2.16. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{рас}}$$

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 176.21 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

- где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 0$$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{0 - \frac{0}{38+0}} = 1 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{176.21} \cdot 1 = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 9 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 9 = 9 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.009 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1.042 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{0.0094 \text{ кг}} = \rho V$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 0.0094 \text{ кг}$$

$$W = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 9 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{0.0094}{1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \cdot 9} = 78 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 1.32744114747133 \cdot 10^{-5} \cdot 9 \cdot 78 = 0.0094 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.0094 + 0 + 0 + 0 = 0.0094 \text{ кг}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата				

4.4.2.17. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Метилэтилкетон пероксид» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 176,21 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{176,21}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 6,9 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 0.$$

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0} = 100 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (0 - 101) \frac{0,0094 \cdot 0}{824,6834 \cdot 6,9} \cdot \frac{100}{100} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ кПа}$$

В помещении отсутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °C и избыточным давлением более 5 кПа. Поэтому помещение не относится к категории Б.

4.4.3. Проверка на принадлежность категории В

Пожарная нагрузка Q участка определяется по формуле Б.1:

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

где G_i — количество i-того материала

Q_{hi}^P — низшая теплота сгорания i-того материала

n — количество материалов

Удельная пожарная нагрузка q определяется из соотношения Б.2:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

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

где Q — пожарная нагрузка

S — площадь размещения пожарной нагрузки

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Участок	Наименование	G_i	Q_{hi}^P	$Q_i, \text{МДж}$	$Q, \text{МДж}$	$S, \text{м}^2$	$g, \text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$
Склад материала в				AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (канистра 30 кг)	10 шт	561 МДж / шт	5614	91750	33.849 2	2711
				Ускоритель для полиэфирных смол (ведро 17,5 кг)	15 шт	496.38 МДж / шт	7446			
				POLYLITE 470- 000 пластификатор	10 шт	269.05 МДж / шт	2691			
										Лист
										101
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата					

	для смолы (бочка 20 кг)				
	NORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.)	25 шт	327.6 МДж / шт	8190	
	NORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)	15 шт	519.2 МДж / шт	7788	
	CUROX M-302 отвердитель полиэфирных смол (канистра 30 кг)	20 шт	171 МДж / шт	3430	
	Ацетон (10 л)	30 шт	247.99 МДж / шт	7440	
	Спирт изопропиловый (канистра 10 л.)	25 шт	270.2 МДж / шт	6754	
	Толуол (канистра 10 л.)	25 шт	59 МДж / шт	1477	
	Европоддон из древесины	120 шт	276 МДж / шт	33120	
	Упаковка картонная	50 кг	13.4 МДж / кг	670	
	Пленка полиэтиленова я упаковочная	10 кг	47 МДж / кг	471	
	Бумага	30 кг	13.4 МДж / кг	402	
	Древесина в изделиях	15 кг	13.8 МДж / кг	207	
	Фанера березовая	25 кг	22 МДж / кг	553	
	Полиэтилен	25 кг	47 МДж / кг	1179	
	Литол-24 смазка Газпромнефть (ведро 18 кг)	6 шт	720 МДж / шт	4320	

Так как удельная пожарная нагрузка на участках больше 2200 МДж · м⁻², то категория помещения В1.

4.5. Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123

Класс зоны помещения "П-І", так как в помещении обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия.

5. Помещение «Слесарный участок»

5.1. Параметры помещения

Параметр	Значение	Единица измерения
Назначение	Складское помещение	-
Длина L	13.49*	м
Ширина S	13.49*	м
Высота H	1.51	м
Площадь F	182	м ²
Объем V	274.82	м ³
Доля свободного объема	80	%
Свободный объем V _{св}	219.856	м ³

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Коэффициент негерметичности K_h	3	-
Температура t	38	°С
Начальное давление P_0	101	кПа
Кратность воздухообмена в помещении A	0	ч ⁻¹
Скорость потока воздуха в помещении U	0	м · с ⁻¹
Система автоматического пожаротушения	Да	-

* - значение рассчитано из площади

5.2. Параметры участков в помещении

Наименование	Площадь, м ²	Площадь размещения пожарной нагрузки, м ²	Длина, м	Ширина, м	Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия/покрытия, м
Слесарный участок	182	72.8	13.49*	13.49*	0.01

* - значение рассчитано из площади

5.3. Пожарная нагрузка на участках

Слесарный участок

Наименование	Общее количество	Авария	Ед. изм.	Примечание
Фанера березовая	10	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Полистирол	2	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Полиэтилен	3	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Упаковка картонная	5	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
ДСП	15	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Европоддон из древесины	3	0	шт	Сложный объект

5.4. Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009

5.4.1. Проверка на принадлежность категории А

В помещении «Слесарный участок» отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С. Поэтому помещение не относится к категории А.

5.4.2. Проверка на принадлежность категории Б

В помещении «Слесарный участок» отсутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С. Поэтому помещение не относится к категории Б.

5.4.3. Проверка на принадлежность категории В

Пожарная нагрузка Q участка определяется по формуле Б.1:

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

где G_i — количество i -того материала

Q_{hi}^P — низшая теплота сгорания i -того материала

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

n — количество материалов

Удельная пожарная нагрузка *g* определяется из соотношения Б.2:

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

где *Q* — пожарная нагрузка

S — площадь размещения пожарной нагрузки

Участок	Наименование	<i>G_i</i>	<i>Q_{hi}^P</i>	<i>Q_i, МДж</i>	<i>Q, МДж</i>	<i>S, м²</i>	<i>g, МДж · м⁻²</i>
Слесарный участок	Фанера березовая	10 кг	22 МДж / кг	221	1606	72.8	22.1
	Полистирол	2 кг	39 МДж / кг	78			
	Полиэтилен	3 кг	47 МДж / кг	141			
	Упаковка картонная	5 кг	13.4 МДж / кг	67			
	ДСП	15 кг	18 МДж / кг	270			
	Европоддон из древесины	3 шт	276 МДж / шт	828			

Так как удельная пожарная нагрузка на всех участках помещения меньше 180 МДж · м⁻², то категория помещения В4 или В3. Необходимо проверить, что площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м² и что расстояния между участками пожарной нагрузки в помещении больше предельных.

Так как площадь некоторых участков более 10 м², то категория помещения В3.

5.5. Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123

Класс зоны помещения "П-IIa", так как в помещении обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

6. Помещение «Компрессорная»

6.1. Параметры помещения

Параметр	Значение	Единица измерения
Назначение	Складское помещение	-
Длина <i>L</i>	4.55	м
Ширина <i>S</i>	4.26	м
Высота <i>H</i>	2.65	м
Площадь <i>F</i>	19.38	м ²
Объем <i>V</i>	51.36	м ³
Доля свободного объема	80	%
Свободный объем <i>V_{св}</i>	41.0856	м ³
Коэффициент негерметичности <i>K_н</i>	3	-
Температура <i>t</i>	38	°C
Начальное давление <i>P₀</i>	101	кПа
Кратность воздухообмена в помещении <i>A</i>	0	ч ⁻¹
Скорость потока воздуха в помещении <i>U</i>	0	м · с ⁻¹
Система автоматического пожаротушения	Да	-

6.2. Параметры участков в помещении

Наименование	Площадь, м ²	Площадь размещения пожарной нагрузки, м ²	Длина, м	Ширина, м	Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

					нижнего пояса ферм перекрытия/ покрытия, м
Компрессорная	19.38	13.568	4.55	4.26	0.95

6.3. Пожарная нагрузка на участках

Компрессорная

Наименование	Общее количество	Авария	Ед. изм.	Примечание
Масло моторное	65	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Дизельное топливо "Л"	0.25	0.25	м ³	Базовый материал (Жидкость)

6.4. Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009

6.4.1. Проверка на принадлежность категории А

В помещении «Компрессорная» отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С. Поэтому помещение не относится к категории А.

6.4.2. Проверка на принадлежность категории Б

В помещении «Компрессорная» присутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, проверим на принадлежность к категории Б.

6.4.2.1. Расчет избыточного давления для материала «Дизельное топливо "Л"»

Так как материал «Дизельное топливо "Л"» является индивидуальным горючим веществом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.1:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{cb}\rho_{r,p}} \cdot \frac{100}{C_{st}} \cdot \frac{1}{K_h}$$

где P_{max} — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовоздушной смеси

P_0 — начальное давление

V_{cb} — свободный объем помещения

K_h — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения

m — масса горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ

Z — коэффициент участия газов и паров в горении

$\rho_{r,p}$ — плотность газа или пара при расчетной температуре t_p

C_{st} — стехиометрическая концентрация газа или пара, % (объемных)

$$P_{max} = 900 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{cb} = 41.0856 \text{ м}^3$$

$$K_h = 3$$

6.4.2.2. Определение массы пара

Масса паров жидкости вычисляется по формуле А.11:

$$m = m_p + m_{emk} + m_{cb.okp} + m_{pac}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

- где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива
 $m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей
 $m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав
 $m_{\text{рас}}$ — масса поступившей жидкости от распыляющих устройств

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле А.12:

$$m_p = W_p F_p T_p$$

- где T_p — время испарения с поверхности разлива
 W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива
 F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле А.13:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_h$$

- где M — молярная масса
 η — коэффициент, определяемый по таблице А.2 в зависимости от скорости U и температуры воздушного потока t
 P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 203.6 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Значение коэффициента η при скорости $U = 0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре $t = 38^\circ\text{C}$ принимается равным $\eta = 1$ (так как такое сочетание скорости и температуры отсутствует в таблице А.2, значение коэффициента η определяется значением в таблице, скорость и температура для которого наиболее близки к заданным)

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

- где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 38^\circ\text{C}$$

$$A = 5.00109$$

$$B = 1314.04$$

$$C = 192.473$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{5.00109 - \frac{1314.04}{38 + 192.473}} = 0.199 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.13, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{203.6} \cdot 0.199 = 2.84 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 250 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 250 = 250 \text{ м}^2$$

Так как расчетная площадь разлива 250 м^2 превышает площадь помещения 19.38 м^2 , то площадь разлива принимается равной площади помещения 19.38 м^2 .

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

$$V = 0.25 \text{ м}^3$$

$$\rho = 840 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m_{210 \text{ кг}} = \rho V$$

$$T = 3600 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.12, получаем:

$$m_p = 2.84 \cdot 10^{-6} \cdot 19.38 \cdot 3600 = 0.198 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{рас}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.11, получаем:

$$m = 0.198 + 0 + 0 + 0 = 0.198 \text{ кг}$$

6.4.2.3. Определение коэффициента Z

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Дизельное топливо "Л"» определяется по таблице А.1.

$$Z = 0$$

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$$M = 203.6 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Инв. № подп.	Инв. № подп.	Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв. №

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

$$t_p = 38 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{203.6}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 7.97 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Стехиометрическая концентрация газа или пара $C_{\text{ст}}$ определяется по формуле А.3:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}$$

где β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания
 $\beta = 20.48$.

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 20.48} = 0.999 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (900 - 101) \frac{0.198 \cdot 0}{41.0856 \cdot 7.97} \cdot \frac{100}{0.999} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ кПа}$$

В помещении отсутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более $28 \text{ } ^\circ\text{C}$ и избыточным давлением более 5 кПа. Поэтому помещение не относится к категории Б.

6.4.3. Проверка на принадлежность категории В
Пожарная нагрузка Q участка определяется по формуле Б.1:

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

где G_i — количество i -того материала
 Q_{hi}^P — низшая теплота сгорания i -того материала
 n — количество материалов

Удельная пожарная нагрузка g определяется из соотношения Б.2:

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

где Q — пожарная нагрузка
 S — площадь размещения пожарной нагрузки

Участок	Наименование	G_i	Q_{hi}^P	$Q_i, \text{МДж}$	$Q, \text{МДж}$	$S, \text{м}^2$	$g, \text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$
Компрессорная	Масло моторное	65 кг	42 МДж / кг	2717	7662005	13.568	564716
	Дизельное топливо "Л"	210 кг	36473 МДж / кг	7659288			

Так как удельная пожарная нагрузка на участках больше $2200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$, то категория помещения В1.

6.5. Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Класс зоны помещения "П-IIa", так как в помещении обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

7. Помещение «Котельная твердотопливная»

7.1. Параметры помещения

Параметр	Значение	Единица измерения
Назначение	Складское помещение	-
Длина L	19.42	м
Ширина S	5.85	м
Высота H	6.05	м
Площадь F	113.61	м ²
Объем V	687.3405	м ³
Доля свободного объема	80	%
Свободный объем V_{cb}	549.8724	м ³
Коэффициент негерметичности K_h	3	-
Температура t	38	°C
Начальное давление P_0	101	кПа
Кратность воздухообмена в помещении A	0	ч ⁻¹
Скорость потока воздуха в помещении U	0	м · с ⁻¹
Система автоматического пожаротушения	Да	-

7.2. Параметры участков в помещении

Наименование	Площадь, м ²	Площадь размещения пожарной нагрузки, м ²	Длина, м	Ширина, м	Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия/покрытия, м
Котельная твердотопливная	113.606998	68.17	19.42	5.85	2.0500002

7.3. Пожарная нагрузка на участках

Котельная твердотопливная

Наименование	Общее количество	Авария	Ед. изм.	Примечание
Опилки древесные	17500	17500	кг	Базовый материал (Пыль)

7.4. Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009

7.4.1. Проверка на принадлежность категории А

В помещении «Котельная твердотопливная» отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °C. Поэтому помещение не относится к категории А.

7.4.2. Проверка на принадлежность категории Б

В помещении «Котельная твердотопливная» присутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °C, проверим на принадлежность к категории Б.

7.4.2.1. Расчет избыточного давления для материала «Опилки древесные»

Так как материал «Опилки древесные» является горючей пылью, то избыточное давление ΔP определяется по формуле А.4:

$$\Delta P = \frac{mH_T P_0 Z}{V_{cb} \rho_B C_p T_0} \cdot \frac{1}{K_h}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где	P_0	— начальное давление
	$V_{\text{св}}$	— свободный объем
	$\rho_{\text{в}}$	— плотность воздуха
	C_p	— теплоемкость воздуха
	$K_{\text{н}}$	— коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения
	H_T	— теплота сгорания
	T_0	— начальная температура
	m	— масса горючих газов и паров
	Z	— коэффициент участия газов и паров в горении

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{\text{св}} = 549.8724 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1.1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$C_p = 1005.02 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$$

$$K_{\text{н}} = 3$$

$$H_T = 13800000 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$$

$$T_0 = 311.15 \text{ К}$$

$$m = 17500 \text{ кг}$$

7.4.2.2. Определение коэффициента Z

Коэффициент Z участия взвешенной пыли в горении рассчитывают по формуле А.16:

$$Z = 0,5F$$

где F — массовая доля частиц пыли размером менее критического

$$F = 1$$

Подставляя числовые значения в формулу А.16, получаем:

$$Z = 0,5 \cdot 1 = 0,5$$

Подставляя числовые значения в формулу А.4, получаем:

$$\Delta P = \frac{17500 \cdot 13800000 \cdot 101 \cdot 0,5}{549.8724 \cdot 1.1 \cdot 1005.02 \cdot 311.15} \cdot \frac{1}{3} = 20907 \text{ кПа}$$

В помещении присутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С и избыточным давлением более 5 кПа:

- «Опилки древесные» — 20907 кПа

Категория помещения «Котельная твердотопливная» — Б

7.5. Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123

Класс зоны помещения "20", так как в помещении взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел распространения пламени менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют постоянно.

8. Помещение «Склад картона»

8.1. Параметры помещения

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
						110

Параметр	Значение	Единица измерения
Назначение	Складское помещение	-
Длина L	31.8	м
Ширина S	8	м
Высота H	2.82	м
Площадь F	254.4	m^2
Объем V	717.408	m^3
Доля свободного объема	80	%
Свободный объем V_{cb}	573.9264	m^3
Коэффициент негерметичности K_h	3	-
Температура t	38	$^{\circ}C$
Начальное давление P_0	101	кПа
Кратность воздухообмена в помещении A	0	ч^{-1}
Скорость потока воздуха в помещении U	0	$m \cdot s^{-1}$
Система автоматического пожаротушения	Да	-

8.2. Параметры участков в помещении

Наименование	Площадь, m^2	Площадь размещения пожарной нагрузки, m^2	Длина, м	Ширина, м	Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия/покрытия, м
Склад картона	254.4	127.2	31.8	8	0.8199999

8.3. Пожарная нагрузка на участках

Склад картона

Наименование	Общее количество	Авария	Ед. изм.	Примечание
Упаковка картонная	400	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Пенополистирол	70	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Пленка полиэтиленовая упаковочная	15	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Полиэтилен	120	0	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Европоддон из древесины	50	0	шт	Сложный объект

8.4. Определение категории помещения в соответствии с СП 12.13130.2009

8.4.1. Проверка на принадлежность категории А

В помещении «Склад картона» отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °C. Поэтому помещение не относится к категории А.

8.4.2. Проверка на принадлежность категории Б

В помещении «Склад картона» отсутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °C. Поэтому помещение не относится к категории Б.

8.4.3. Проверка на принадлежность категории В

Пожарная нагрузка Q участка определяется по формуле Б.1:

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

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

где G_i — количество i-того материала
 Q_{hi}^P — низшая теплота сгорания i-того материала
 n — количество материалов

Удельная пожарная нагрузка g определяется из соотношения Б.2:

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

где Q — пожарная нагрузка
 S — площадь размещения пожарной нагрузки

Участок	Наименование	G_i	Q_{hi}^P	$Q_i, \text{МДж}$	$Q, \text{МДж}$	$S, \text{м}^2$	$g, \text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$
Склад картона	Упаковка картонная	400 кг	13.4 МДж / кг	5360	28436	127.2	224
	Пенополиэтилен	70 кг	42 МДж / кг	2912			
	Пленка полиэтиленовая упаковочная	15 кг	47 МДж / кг	707			
	Полиэтилен	120 кг	47 МДж / кг	5657			
	Европоддон из древесины	50 шт	276 МДж / шт	13800			

Максимальная удельная пожарная нагрузка на участке «Склад картона» и равна $224 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$. Так как $224 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ больше $180 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ и меньше $1400 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$, то категория помещения возможно В3 или В2. Необходимо проверить участки с удельной пожарной нагрузкой в диапазоне от $180 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ до $1400 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ на выполнение неравенства Б.5:

$$Q \geq 0.64g_{\tau}H^2$$

где Q — пожарная нагрузка
 g_{τ} — максимальная удельная пожарная нагрузка для категории
 H — минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия

При $181 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2} < g < 1400 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ $g_{\tau} = 1400 \text{ МДж}$.

Участок	$g, \text{МДж} \cdot \text{м}^{-2}$	$H, \text{м}$	$0.64g_{\tau}H^2, \text{МДж}$	$Q, \text{МДж}$	$Q \geq 0.64g_{\tau}H^2$
Склад картона	224	0.8199999	602.470253 056009	28436	да

Так как для некоторых участков с удельной пожарной нагрузкой в диапазоне от $180 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ до $1400 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ неравенство Б.5 выполняется, то категория помещения В2.

8.5. Определение класса зоны помещения в соответствии с ФЗ №123

Класс зоны помещения "П-IIa", так как в помещении обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

9. Наружная установка «Наружная установка»

9.1. Определение категории наружной установки в соответствии с СП 12.13130.2009

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

В качестве аварийной ситуации принимается разгерметизация наружной установки и питающих её трубопроводов. Расчет количества веществ, вышедших в атмосферу в результате аварии, представлен в приложении.

Количество веществ при аварии наружной установки «Наружная установка»:

Материал	$V_{1T,j}$, м ³	$V_{2T,j}$, м ³	$V_{T,j}$, м ³	$V_{a,j}$, м ³	$V_{\Gamma,j}$, м ³
Бензин АИ-93	0.075	0.00079	0.076	1	1.076
Метан	1.8	0.38	2.2	0	2.2

9.1.1. Проверка на принадлежность категории АН

Так как в наружной установке «Наружная установка» присутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С, необходимо проверить наружную установку на принадлежность к категории АН. Для этого необходимо проверить избыточное давление взрыва и размер зоны с концентрацией горючего выше НКПР.

9.1.1.1. Расчет избыточного давления для материала «Бензин АИ-93».

Так как материал «Бензин АИ-93» является горючей жидкостью, то избыточное давление ΔP определяется по формуле В.14:

$$\Delta P = P_0 \left(\frac{0.8m_{\text{пр}}^{0.33}}{r} + \frac{3m_{\text{пр}}^{0.66}}{r^2} + \frac{5m_{\text{пр}}}{r^3} \right)$$

где P_0 — начальное давление

$m_{\text{пр}}$ — приведенная масса газа или пара

r — расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака

$P_0 = 101$ кПа

$r = 30$ м

Приведенная масса газа или пара $m_{\text{пр}}$ вычисляется по формуле В.15:

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{ср}}}{Q_0} \cdot mZ$$

где $Q_{\text{ср}}$ — удельная теплота сгорания газа или пара

Q_0 — константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж · кг⁻¹

m — масса горючих газов и (или) паров, поступивших в окружающее пространство

Z — коэффициент участия горючих газов и паров в горении

$Q_{\text{ср}} = 43,64 \cdot 10^6$ Дж · кг⁻¹

Масса пара m вычисляется по формуле В.7:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{пер}}$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива

$m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей

$m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав

$m_{\text{пер}}$ — масса жидкости, испарившейся в окружающее пространство в случае ее перегрева

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива m_p , определяется по формуле В.8:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист

$$m_p = W_p F_p T_p$$

где T_p — время испарения с поверхности разлива

W_p — интенсивность испарения с поверхности разлива

F_p — площадь разлива

Интенсивность испарения W определяется по формуле В.10:

$$W = 10^{-6} \cdot \sqrt{M} \cdot P_h$$

где M — молярная масса

P_h — давление насыщенного пара при расчетной температуре t_p

$$M = 98.2 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

Давление насыщенного пара P_h при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_h = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 36^\circ\text{C}$$

$$A = 4.12311$$

$$B = 664.976$$

$$C = 221.695$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_h = 10^{4.12311 - \frac{664.976}{36 + 221.695}} = 34.9 \text{ кПа}$$

Подставляя числовые значения в формулу В.10, получаем:

$$W = 10^{-6} \cdot \sqrt{98.2} \cdot 34.9 = 0.000346 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

Площадь разлившейся жидкости F_p определяется как:

$$F_p = S \cdot V$$

где S — площадь разлива одного литра жидкости

V — объем разлившейся жидкости

$$S = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{л}^{-1}$$

$$V = 1076 \text{ л}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$F_p = 1 \cdot 1076 = 1076 \text{ м}^2$$

Масса разлившейся жидкости определяется как:

$$m = \rho V$$

где V — объем жидкости при разливе

ρ — плотность жидкости

Инв. № подп.	Подп. и дата					

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$$V = 1.076 \text{ м}^3$$

$$\rho = 760 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в выражение выше, получаем:

$$m = 760 \cdot 1.076 = 817.76 \text{ кг}$$

Время полного испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m}{W \cdot F}$$

где m — масса жидкости

W — интенсивность испарения

F — площадь испарения

$$m = 817.76 \text{ кг}$$

$$W = 0.000346 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$$

$$F = 1076 \text{ м}^2$$

Подставляя в выражение выше числовые значения, получаем:

$$T = \frac{817.76}{0.000346 \cdot 1076} = 2198 \text{ с}$$

Подставляя числовые значения в формулу B.8, получаем:

$$m_p = 0.000346 \cdot 1076 \cdot 2198 = 818 \text{ кг}$$

$$m_{\text{емк}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{св.окр}} = 0 \text{ кг}$$

$$m_{\text{пер}} = 0 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу B.7, получаем:

$$m = 818 + 0 + 0 + 0 = 818 \text{ кг}$$

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Бензин АИ-93» принимается равным $Z = 0.3$.

Подставляя числовые значения в формулу B.15, получаем:

$$m_{\text{пр}} = \frac{43.64 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \cdot 818 \cdot 0.3 = 2369 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу B.14, получаем:

$$\Delta P = 101 \cdot \left(\frac{0.8 \cdot 2369^{0.33}}{30} + \frac{3 \cdot 2369^{0.66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 2369}{30^3} \right) = 136.1 \text{ кПа}$$

9.1.1.2. Определение горизонтального размера зоны с концентрацией горючего выше НКПР для материала «Бензин АИ-93».

Так как материал «Бензин АИ-93» является горючей жидкостью, то горизонтальные размеры зоны $R_{\text{НКПР}}$ определяются по формуле B.13:

$$R_{\text{НКПР}} = 3.1501 \cdot \sqrt{K} \left(\frac{P_H}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0.813} \cdot \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} P_H} \right)^{0.333}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

где K — коэффициент, принимаемый равным $K = T/3600$
 $P_{\text{н}}$ — давление насыщенных паров при расчетной температуре
 $C_{\text{НКПР}}$ — нижний концентрационный предел распространения пламени
 $m_{\text{п}}$ — масса паров
 $\rho_{\text{п}}$ — плотность паров

$$C_{\text{НКПР}} = 1.06 \text{ об. \%}$$

$$m_{\text{п}} = 818 \text{ кг}$$

$$T = 2198 \text{ с}$$

$$K = \frac{2198}{3600} = 0.611$$

Давление насыщенного пара $P_{\text{н}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле Антуана:

$$P_{\text{н}} = 10^{A - \frac{B}{t_p + C}}$$

где A, B, C — константы Антуана

$$t_p = 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A = 4.12311$$

$$B = 664.976$$

$$C = 221.695$$

Подставляя числовые значения в формулу Антуана, получаем:

$$P_{\text{н}} = 10^{4.12311 - \frac{664.976}{36 + 221.695}} = 34.9 \text{ кПа}$$

Плотность насыщенного пара $\rho_{\text{п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, $^{\circ}\text{C}$

$$M = 98.2 \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}$$

$$V_0 = 22.413 \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$$

$$t_p = 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_{\text{п}} = \frac{98.2}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 36)} = 3.87 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в формулу В.13, получаем:

$$R_{\text{НКПР}} = 3.1501 \cdot \sqrt{0.611} \cdot \left(\frac{34.9}{1.06} \right)^{0.813} \cdot \left(\frac{818}{3.87 \cdot 34.9} \right)^{0.333} = 77 \text{ м}$$

9.1.1.3. Расчет избыточного давления для материала «Метан».

Инв. № подп.	Подп. и дата				

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Так как материал «Метан» является горючим газом, то избыточное давление ΔP определяется по формуле В.14:

$$\Delta P = P_0 \left(\frac{0.8m_{\text{пп}}^{0.33}}{r} + \frac{3m_{\text{пп}}^{0.66}}{r^2} + \frac{5m_{\text{пп}}}{r^3} \right)$$

где P_0 — начальное давление

$m_{\text{пп}}$ — приведенная масса газа или пара

r — расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака

$P_0 = 101$ кПа

$r = 30$ м

Приведенная масса газа или пара $m_{\text{пп}}$ вычисляется по формуле В.15:

$$m_{\text{пп}} = \frac{Q_{\text{ср}}}{Q_0} \cdot mZ$$

где $Q_{\text{ср}}$ — удельная теплота сгорания газа или пара

Q_0 — константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж · кг⁻¹

m — масса горючих газов и (или) паров, поступивших в окружающее пространство

Z — коэффициент участия горючих газов и паров в горении

$Q_{\text{ср}} = 50 \cdot 10^6$ Дж · кг⁻¹

Масса газа m , поступившего в окружающее пространство при расчетной аварии, определяется по формуле В.2:

$$m = V_{\text{г,ж},j} \cdot \rho_{\text{г,п}}$$

где $V_{\text{г,ж},j}$ — объем газа или жидкости, поступившей в результате аварийной ситуации

$\rho_{\text{г,п}}$ — плотность газа или пара

$V_{\text{г,ж},j} = 2.2$ м³

Плотность газа или пара $\rho_{\text{г,п}}$ при расчетной температуре t_p определяется по формуле А.2:

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

где M — молярная масса

V_0 — мольный объем

t_p — расчетная температура, °C

$M = 16.04$ кг · кмоль⁻¹

$V_0 = 22.413$ м³ · кмоль⁻¹

$t_p = 36$ °C

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{16.04}{22.413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 36)} = 0.632 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Подставляя числовые значения в формулу В.2, получаем:

$$m = 2.2 \cdot 0.632 = 1.39 \text{ кг}$$

Коэффициент участия газов и паров в горении для материала «Метан» принимается равным $Z = 0.1$.

Подставляя числовые значения в формулу В.15, получаем:

$$m_{\text{пр}} = \frac{50 \cdot 10^6}{4,52 \cdot 10^6} \cdot 1.39 \cdot 0.1 = 1.54 \text{ кг}$$

Подставляя числовые значения в формулу В.14, получаем:

$$\Delta P = 101 \cdot \left(\frac{0.8 \cdot 1.54^{0.33}}{30} + \frac{3 \cdot 1.54^{0.66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 1.54}{30^3} \right) = 3.58 \text{ кПа}$$

9.1.1.4. Определение горизонтального размера зоны с концентрацией горючего выше НКПР для материала «Метан».

Так как материал «Метан» является горючим газом, то горизонтальные размеры зоны $R_{\text{НКПР}}$ определяется по формуле В.12:

$$R_{\text{НКПР}} = 14,5632 \cdot \left(\frac{m_r}{\rho_r C_{\text{НКПР}}} \right)^{0.333}$$

где m_r — масса поступившего в открытое пространство газа при аварийной ситуации

ρ_r — плотность газа

$C_{\text{НКПР}}$ — нижний концентрационный предел распространения пламени

$m_r = 1.54 \text{ кг}$

$\rho_r = 0.632 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$

$C_{\text{НКПР}} = 5.28 \text{ об. \%}$

Подставляя числовые значения в формулу В.12, получаем:

$$R_{\text{НКПР}} = 14,5632 \cdot \left(\frac{1.54}{0.632 \cdot 5.28} \right)^{0.333} = 5.828 \text{ м}$$

В результате аварии наружной установки в окружающее пространство выделяются вещества, для которых избыточное давление взрыва более 5 кПа и (или) размер зоны с концентрацией горючего выше НКПР превышает 30 м.:

- «Бензин АИ-93»: $\Delta P = 136.1 \text{ кПа}$, $R_{\text{НКПР}} = 77 \text{ м}$

Категория наружной установки «Наружная установка» — АН

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

10. Приложения

10.1. Приложение 1. Свойства базовых материалов.

10.1.1.2,2,4-Триметил-1,3-пентандиол

Агрегатное состояние	Пыль
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C8H18O2
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
НКПР, об. %	0
Теплота сгорания, МДж/кг	36.41
qKr, кВт/м ²	-

10.1.2. Ацетон

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C3H6O
Плотность, кг/м ³	790.8
Молярная масса, кг/кмоль	58.08
Температура вспышки, °C	-18
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	2.7
Коэффициент бетта	4
Максимальное давление взрыва, кПа	572
Теплота сгорания, МДж/кг	31.36
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °C	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	6.37551
Константа уравнения Антуана В	1281.721
Константа уравнения Антуана С	237.088

10.1.3. Бензин АИ-93

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	760
Молярная масса, кг/кмоль	98.2
Температура вспышки, °C	-36
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	1.06
Коэффициент бетта	10.45
Максимальное давление взрыва, кПа	900
Теплота сгорания, МДж/кг	43.64
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °C	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	4.12311
Константа уравнения Антуана В	664.976
Константа уравнения Антуана С	221.695

10.1.4. Бумага

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

Теплота сгорания, МДж/кг	13.4
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.5. Гексан

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C6H14
Плотность, кг/м ³	654.81
Молярная масса, кг/кмоль	86.177
Температура вспышки, °С	-22
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	1.24
Коэффициент бетта	9.5
Максимальное давление взрыва, кПа	850
Теплота сгорания, МДж/кг	45.11
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	5.99517
Константа уравнения Антуана В	1166.274
Константа уравнения Антуана С	223.661

10.1.6. Диацетоновый спирт

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C6H12O2
Плотность, кг/м ³	940
Молярная масса, кг/кмоль	116.16
Температура вспышки, °С	58
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	1.8
Коэффициент бетта	8
Максимальное давление взрыва, кПа	900
Теплота сгорания, МДж/кг	29.24
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	7.476281
Константа уравнения Антуана В	1794.2465
Константа уравнения Антуана С	221.348

10.1.7. Дизельное топливо "Л"

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C14,511H29,120
Плотность, кг/м ³	840
Молярная масса, кг/кмоль	203.6
Температура вспышки, °С	40
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	0.52
Коэффициент бетта	20.48
Максимальное давление взрыва, кПа	900
Теплота сгорания, МДж/кг	43.42
qKr, кВт/м ²	-

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

120

Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	5.00109
Константа уравнения Антуана В	1314.04
Константа уравнения Антуана С	192.473

10.1.8. Диметилфталат

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C10H10O4
Плотность, кг/м ³	1190
Молярная масса, кг/кмоль	194.2
Температура вспышки, °С	146
Площадь разлива, м ² /л	0.5
НКПР, об. %	0
Коэффициент бетта	0
Максимальное давление взрыва, кПа	0
Теплота сгорания, МДж/кг	24
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	0
Константа уравнения Антуана В	0
Константа уравнения Антуана С	0

10.1.9. Древесина в изделиях

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	13.8
qKr, кВт/м ²	13.9
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.10. ДСП

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	18
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.11. Емкость из полиэтилена (тара)

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	47.14
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
						121

10.1.12. Изопропиловый спирт

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C3H8O
Плотность, кг/м ³	784.4
Молярная масса, кг/кмоль	60.09
Температура вспышки, °C	14
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	2.23
Коэффициент бетта	4.5
Максимальное давление взрыва, кПа	634
Теплота сгорания, МДж/кг	34.14
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °C	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	7.51055
Константа уравнения Антуана В	1733
Константа уравнения Антуана С	232.38

10.1.13. Литол

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	40
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.14. Масло моторное

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	786
Молярная масса, кг/кмоль	300
Теплота сгорания, МДж/кг	41.8
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.15. Метан

Агрегатное состояние	Газ
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	CH4
Плотность, кг/м ³	0.72
Молярная масса, кг/кмоль	16.04
Температура вспышки, °C	-186
НКПР, об. %	5.28
Коэффициент бетта	2
Максимальное давление взрыва, кПа	703
Теплота сгорания, МДж/кг	50
qKr, кВт/м ²	-

10.1.16. Метилакрилат

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C5H8O2
Плотность, кг/м ³	967

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Молярная масса, кг/кмоль	100.1
Температура вспышки, °С	-2.8
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	2.8
Коэффициент бетта	6
Максимальное давление взрыва, кПа	900
Теплота сгорания, МДж/кг	25.52
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	7.26219
Константа уравнения Антуана В	1428.92
Константа уравнения Антуана С	226.634

10.1.17. Метилэтилкетон

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	790
Молярная масса, кг/кмоль	72.11
Температура вспышки, °С	-6
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	1.9
Коэффициент бетта	5.75
Максимальное давление взрыва, кПа	900
Теплота сгорания, МДж/кг	35.94
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	7.02453
Константа уравнения Антуана В	1292.791
Константа уравнения Антуана С	232.34

10.1.18. Метилэтилкетон пероксид

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C8H18O6
Плотность, кг/м ³	1.042
Молярная масса, кг/кмоль	176.21
Температура вспышки, °С	45
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	0
Коэффициент бетта	0
Максимальное давление взрыва, кПа	0
Теплота сгорания, МДж/кг	19.037
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	0
Константа уравнения Антуана В	0
Константа уравнения Антуана С	0

10.1.19. Опилки древесные

Агрегатное состояние	Пыль
----------------------	------

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
НКПР, об. %	0
Теплота сгорания, МДж/кг	13.8
qKr, кВт/м ²	-

10.1.20. Пенополистирол

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	41.6
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.21. Пленка полиэтиленовая упаковочная

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	47.14
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.22. Полиметилакрилат (акрил)

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	27
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.23. Полистирол

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	39
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.24. Полиэтилен

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	47.14
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подп.

Лист

124

10.1.25. Пыль МДФ

Агрегатное состояние	Пыль
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
НКПР, об. %	0
Теплота сгорания, МДж/кг	21
qKr, кВт/м ²	-

10.1.26. Стирол

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	901.7
Молярная масса, кг/кмоль	104.14
Температура вспышки, °С	20
Площадь разлива, м ² /л	0.5
НКПР, об. %	1.1
Коэффициент бетта	10
Максимальное давление взрыва, кПа	647
Теплота сгорания, МДж/кг	43.88
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	7.06542
Константа уравнения Антуана В	2113.057
Константа уравнения Антуана С	272.98

10.1.27. Толуол

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C7H8
Плотность, кг/м ³	866.9
Молярная масса, кг/кмоль	92.14
Температура вспышки, °С	7
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	1.27
Коэффициент бетта	9
Максимальное давление взрыва, кПа	634
Теплота сгорания, МДж/кг	40.94
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	6.0507
Константа уравнения Антуана В	1328.171
Константа уравнения Антуана С	217.713

10.1.28. Уайт-спирит

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C10,5H21
Плотность, кг/м ³	760
Молярная масса, кг/кмоль	147.3
Температура вспышки, °С	33
Площадь разлива, м ² /л	1

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

НКПР, об. %	0.7
Коэффициент бетта	15.75
Максимальное давление взрыва, кПа	900
Теплота сгорания, МДж/кг	43.97
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	7.13623
Константа уравнения Антуана В	2218.3
Константа уравнения Антуана С	273.15

10.1.29. Упаковка из полиэтилена

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	47.14
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.30. Упаковка картонная

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	13.4
qKr, кВт/м ²	10.8
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.31. Фанера березовая

Агрегатное состояние	Твердое вещество
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	
Плотность, кг/м ³	0
Молярная масса, кг/кмоль	1.01
Теплота сгорания, МДж/кг	22.12
qKr, кВт/м ²	-
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0

10.1.32. Этилацетат

Агрегатное состояние	Жидкость
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	C4H8O2
Плотность, кг/м ³	900.3
Молярная масса, кг/кмоль	88.1
Температура вспышки, °С	-3
Площадь разлива, м ² /л	1
НКПР, об. %	2
Коэффициент бетта	5
Максимальное давление взрыва, кПа	852.6
Теплота сгорания, МДж/кг	23.59
qKr, кВт/м ²	-
Температура кипения, °С	-

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0
Удельная теплоемкость, Дж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹	-
Константа уравнения Антуана А	6.22672
Константа уравнения Антуана В	1244.951
Константа уравнения Антуана С	217.881

10.2. Приложение 2. Состав сложных объектов.

10.2.1. AKPEROX A50 отвердитель полиэфирной смолы (канистра 30 кг)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Диметилфталат	0.018	м ³	Базовый материал (Жидкость)
Емкость из полиэтилена (тара)	1	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Метилэтилкетон пероксид	0.009	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Диметилфталат	21.4	24	514	561
Емкость из полиэтилена (тара)	1	47.14	47	
Метилэтилкетон пероксид	0.0094	19.037	0.179	

10.2.2. BUTANOX M-50 отвердитель полиэфирных смол (канистра 30 кг)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Метилэтилкетон	0.0009	м ³	Базовый материал (Жидкость)
Метилэтилкетон пероксид	0.0111	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Метилэтилкетон	0.71	35.94	26	26
Метилэтилкетон пероксид	0.01157	19.037	0.2202	

10.2.3. CUROX M-302 отвердитель полиэфирных смол (канистра 30 кг)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание

Изв.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

2,2,4-Триметил-1,3-пентандиол	0.0135	кг	Базовый материал (Пыль)
Диацетоновый спирт	0.0045	м ³	Базовый материал (Жидкость)
Емкость из полиэтилена (тара)	1	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Метилэтилкетон пероксид	0.009	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
2,2,4-Триметил-1,3-пентандиол	0.0135	36.41	0.492	171
Диацетоновый спирт	4.23	29.24	124	
Емкость из полиэтилена (тара)	1	47.14	47	
Метилэтилкетон пероксид	0.0094	19.037	0.179	

10.2.4. NORESTER 680 ТРА винилэфирная смола (ведро 25 кг)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Гексан	0.00025	м ³	Базовый материал (Жидкость)
Стирол	0.0125	м ³	Базовый материал (Жидкость)
Толуол	0.00025	м ³	Базовый материал (Жидкость)
Уайт-спирит	0.00025	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Гексан	0.164	45.11	7.4	519
Стирол	11.27	43.88	495	
Толуол	0.217	40.94	8.9	
Уайт-спирит	0.19	43.97	8.4	

10.2.5. NORESTER 2000/50 смола ортофталевая (ведро 25 кг.)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Метилакрилат	0.00125	м ³	Базовый материал (Жидкость)
Стирол	0.0075	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Метилакрилат	1.209	25.52	30.8	
Стирол	6.76	43.88	297	328

10.2.6. POLYLITE 470-000 пластификатор для смолы (бочка 20 кг)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Стирол	0.0068	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Стирол	6.13	43.88	269	269

10.2.7. Ацетон (5 л)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Ацетон	0.005	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Ацетон	4	31.36	124	124

10.2.8. Ацетон (10 л)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Ацетон	0.01	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Ацетон	7.9	31.36	248	248

10.2.9. Европоддон из древесины

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Древесина в изделиях	20	кг	Базовый материал (Твердое вещество)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Древесина в изделиях	20	13.8	276	276
----------------------	----	------	-----	-----

10.2.10. Литол-24 смазка Газпромнефть (ведро 18 кг)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Литол	18	кг	Базовый материал (Твердое вещество)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Литол	18	40	720	720

10.2.11. Спирт изопропиловый (канистра 10 л)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Емкость из полиэтилена (тара)	0.05	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Изопропиловый спирт	0.01	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Емкость из полиэтилена (тара)	0.05	47.14	2.4	270
Изопропиловый спирт	7.8	34.14	268	

10.2.12. Толуол (канистра 10 л.)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Емкость из полиэтилена (тара)	0.5	кг	Базовый материал (Твердое вещество)
Толуол	0.001	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Емкость из полиэтилена (тара)	0.5	47.14	24	59
Толуол	0.87	40.94	35	

10.2.13. Ускоритель для полиэфирных смол (ведро 17,5 кг)

Тип: Штучная продукция

Единица измерения: шт

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подп.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Лист
							130

Состав.

Наименование	Количество	Ед. изм.	Примечание
Толуол	0.00875	м ³	Базовый материал (Жидкость)
Этилацетат	0.00875	м ³	Базовый материал (Жидкость)

Определение низшей теплоты сгорания единицы сложного объекта.

Наименование	Масса, кг	Q_{hi} , МДж/кг	Q_i , МДж	Q , МДж
Толуол	7.585	40.94	310.5	496.4
Этилацетат	7.878	23.59	185.8	

10.3. Приложение 3. Определение массы вещества, поступившего в объем помещения, при аварии аппарата

Объем газа или жидкости $V_{\text{г,ж}}$, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации нескольких аппаратов, определяется по формуле:

$$V_{\text{г,ж}} = \sum_{j=1}^{N_{\text{ав}}} V_{\text{г,ж},j}$$

где $V_{\text{г,ж},j}$ — объем газа или жидкости, поступившей в помещение из j-го аппарата и питающих его трубопроводов, в результате аварийной ситуации

$N_{\text{ав}}$ — количество аппаратов в аварийной ситуации

$$V_{\text{г,ж},j} = V_{\text{a},j} + V_{\text{т},j}$$

где $V_{\text{a},j}$ — объем газа или жидкости, вышедшей из j-го аппарата

$V_{\text{т},j}$ — объем газа или жидкости, вышедшей из трубопроводов, питающих j-й аппарат

Объем газа или жидкости $V_{\text{a},j}$, вышедшей из j-го аппарата, определяется по формулам:

— для газа:

$$V_{\text{a},j} = 0.01 \cdot P_{1j} V_j$$

— для жидкости:

$$V_{\text{a},j} = \alpha_j V_j$$

где P_{1j} — давление в j-м аппарате, кПа

V_j — объем j-го аппарата

α_j — коэффициент заполнения j-го аппарата

Объем газа или жидкости $V_{\text{т},j}$, вышедшей из трубопроводов, питающих j-й аппарат, определяется по формуле А.8:

$$V_{\text{т},j} = V_{1\text{т},j} + V_{2\text{т},j}$$

$$V_{1\text{т},j} = \sum_{i=1}^{N_{\text{tp},j}} V_{1\text{т},ij}$$

$$V_{2\text{т},j} = \sum_{i=1}^{N_{\text{tp},j}} V_{2\text{т},ij}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

- где $V_{1\text{т},j}$ — объем газа или жидкости, вышедшей из трубопроводов, питающих j-й аппарат, до отключения
 $V_{2\text{т},j}$ — объем газа или жидкости, вышедшей из трубопроводов, питающих j-й аппарат, после отключения
 $V_{1\text{т},ij}$ — объем газа или жидкости, вышедшей из i-го трубопровода, питающего j-й аппарат, до отключения
 $V_{2\text{т},ij}$ — объем газа или жидкости, вышедшей из i-го трубопровода, питающего j-й аппарат, после отключения
 $N_{\text{тр},j}$ — количество трубопроводов, питающих j-й аппарат

$V_{1\text{т},ij}$ определяется по формуле А.9:

$$V_{1\text{т},ij} = q_{ij} T_{ij}$$

- где q_{ij} — расход газа или жидкости i-го трубопровода, питающего j-й аппарат
 T_{ij} — время отключения i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

$V_{2\text{т},ij}$ определяется по следующим формулам:

— для газа:

$$V_{2\text{т},ij} = 0.01 \cdot \frac{\pi}{4} d_{ij}^2 L_{ij} P_{2ij} \text{ или } V_{2\text{т},ij} = 0.01 \cdot \pi r_{ij}^2 L_{ij} P_{2ij}$$

- где d_{ij} — внутренний диаметр i-го трубопровода, питающего j-й аппарат
 r_{ij} — внутренний радиус i-го трубопровода, питающего j-й аппарат
 L_{ij} — длина i-го трубопровода, питающего j-й аппарат
 P_{2ij} — максимальное давление в i-м трубопроводе, питающем j-й аппарат, кПа

— для жидкости:

$$V_{2\text{т},ij} = \frac{\pi}{4} d_{ij}^2 L_{ij} \text{ или } V_{2\text{т},ij} = \pi r_{ij}^2 L_{ij}$$

- где d_{ij} — внутренний диаметр i-го трубопровода, питающего j-й аппарат
 r_{ij} — внутренний радиус i-го трубопровода, питающего j-й аппарат
 L_{ij} — длина i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли m , образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяется по формуле А.18:

$$m = m_{\text{ав}} + m_{\text{вз}}$$

- где $m_{\text{ав}}$ — расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации
 $m_{\text{вз}}$ — расчетная масса взвихрившейся пыли

Расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, $m_{\text{ав}}$, определяется по формуле:

$$m_{\text{ав}} = \sum_{j=1}^{N_{\text{ав}}} m_{\text{ав},j}$$

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

где $m_{ab,j}$ — расчетная масса пыли, поступившей в помещение из j-го аппарата и питающих его трубопроводов, в результате аварийной ситуации

N_{ab} — количество аппаратов в аварийной ситуации

$m_{ab,j}$ определяется по формуле А.20:

$$m_{ab,j} = \left(m_{ap,j} + \sum_{i=1}^{N_{tp,j}} m_{tp,ij} \right) K_{n,j}$$

где $m_{ap,j}$ — масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из j-го аппарата

$m_{tp,ij}$ — масса пыли, поступившей из i-го трубопровода, питающего j-й аппарат, до отключения

$K_{n,j}$ — коэффициент пыления j-го аппарата (отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение)

$N_{tp,j}$ — количество трубопроводов, питающих j-й аппарат

$$m_{tp,ij} = q_{ij} T_{ij}$$

где q_{ij} — производительность i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

T_{ij} — время отключения i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

Расчетная масса взвихрившейся пыли m_{bz} определяется по формуле:

$$m_{bz} = \sum_{j=1}^{N_{ap}} m_{bz,j}$$

где $m_{bz,j}$ — расчетная масса взвихрившейся пыли, из отложившейся в помещении в результате работы j-го аппарата

N_{ap} — общее количество аппаратов в помещении

$m_{bz,j}$ определяется по формуле А.19:

$$m_{bz,j} = K_{bz} m_{n,j}$$

где K_{bz} — доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации

$m_{n,j}$ — масса отложившейся в помещении горючей пыли к моменту аварии в результате работы j-го аппарата

$m_{n,j}$ определяется по формуле А.21:

$$m_{n,j} = \frac{K_r}{K_y} (m_{1,j} + m_{2,j})$$

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

K_y — коэффициент эффективности пылеуборки в помещении

$m_{1,j}$ — масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками в результате работы j-го аппарата

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

$m_{2,j}$ — масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками в результате работы j-го аппарата

Масса пыли, оседающей на труднодоступных $m_{1,j}$ и доступных $m_{2,j}$ поверхностях в помещении за межуборочный период, определяется по формуле А.22:

$$m_{1,j} = M_{1,j}(1 - \alpha)\beta_1$$

$$m_{2,j} = M_{2,j}(1 - \alpha)\beta_2$$

где $M_{1,j}$ — масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между генеральными пылеуборками в результате работы j-го аппарата

$M_{2,j}$ — масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между текущими пылеуборками в результате работы j-го аппарата

α — доля выделяющейся в объем помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами

β_1 — доля выделяющейся в объем помещения пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях помещения

β_2 — доля выделяющейся в объем помещения пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях помещения

Количество материала пожарной нагрузки j-го аппарата определяется по формуле:

$$G_j = m_{ap,j} + m_{tr,j} + m_{n,j}$$

где $m_{ap,j}$ — масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата

$m_{tr,j}$ — масса пыли, поступившей из трубопроводов, питающих j-й аппарат, до их отключения

$m_{n,j}$ — масса отложившейся в помещении горючей пыли к моменту аварии в результате работы j-го аппарата

10.4. Приложение 4. Свойства аппаратов.

10.4.1. Расчет общего количества материалов и количества материалов при аварии установки «Наружная установка»

Материал в аппарате: «Бензин АИ-93»

Объем аппарата $V = 1 \text{ м}^3$

Коэффициент заполнения аппарата $\alpha = 1$

Объем вещества в аппарате $V_a = 1 \text{ м}^3$

Подводящие и отводящие трубопроводы:

Наименование	Материал	Диаметр d_{ij} , м	Длина L_{ij} , м	Расход q_{ij} , $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$	Давление P_{2ij} , кПа	Время отключения T_{ij} , с	$V_{1T,ij}$, м^3	$V_{2T,ij}$, м^3
Трубопровод 1	Бензин АИ-93	0.01	10	0.015	0	5	0.075	0.00079
Трубопровод 2	Метан	0.2	12	0.015	101	120	1.8	0.38

Материал	$V_{1T,j}$, м^3	$V_{2T,j}$, м^3	$V_{T,j}$, м^3	$V_{a,j}$, м^3	$V_{\Gamma,j}$, м^3
Бензин АИ-93	0.075	0.000785398163397448	0.076	1	1.076
Метан	1.8	0.380761029615083	2.2	0	2.2

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
------	--------	------	--------	-------	------	------

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

Лист

135

11. Результаты определения категорий помещений

Результаты определения категорий помещений, с указанием класса зоны по ПУЭ и ФЗ №123, сведены в таблицу.

11.1. Здание «Производственный комплекс»

Наименование помещения	Площадь, кв. м	Категория по СП 12.13130.2009	Класс зоны по ФЗ №123
Склад готовой продукции	1001	В1	П-IIa
Модельный цех	188	В3	П-I
Склад материалов	169.27	В1	П-I
Слесарный участок	182	В3	П-IIa
Компрессорная	19.38	В1	П-IIa
Котельная твердотопливная	113.61	Б	20
Склад картона	254.4	В2	П-IIa

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист

12. Список литературы

1. В. Т. Монахов. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и жидкости. Приложение. Пакет анализа пожарной опасности веществ. Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007, - 104 с.
2. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
3. СП 131.13330.2020 Строительная климатология.
4. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
5. Пособие по применению СП 12.13130.2009 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" Москва: ВНИИПО, 2014, 147 с.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Лист