

"ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ" ПРИ РАССМОТРЕНИИ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»

УДК 614.841.33:614.83.833.075.5

Авторы: Ю.Н. Шебеко, И.М. Смолин, И.С. Молчадский, Н.Л. Полетаев, С.В. Зотов, В.А. Колосов, В.Л. Малкин, Е.В. Смирнов, Д.М. Гордиенко.

Пособие по применению НПБ 105-95 "Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности" при рассмотрении проектно-сметной документации / *Шебеко Ю.Н., Смолин И.М., Молчадский И.С. и др.* - М.: ВНИИПО, 1998. - 119 с.

Приведены порядок определения и упрощенные методы расчета параметров взрывопожарной опасности и категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, необходимые для них номограммы, сведения о пожаровзрывоопасных свойствах наиболее распространенных горючих веществ и материалов и типовые примеры расчетов категорий помещений и зданий конкретных производственных объектов.

Пособие предназначено для практического использования сотрудниками (работниками) органов государственного пожарного надзора, проектных организаций, преподавателями и слушателями пожарно-технических учебных заведений.

Пособие разработано и утверждено Всероссийским научно-исследовательским институтом противопожарной обороны (ВНИИПО) МВД России и согласовано Главным управлением Государственной противопожарной службы (ГУГПС) МВД России письмом № 20/2.2/1161 от 18 мая 1998 г.

Ил. 39, табл. 5, библиогр.: 6 назв., прил. 7.

Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны, 1998

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения

2. Порядок определения и упрощенные методы расчета параметров взрывопожарной опасности горючих газов

3. Порядок определения и упрощенные методы расчета параметров взрывопожарной опасности легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

4. Порядок определения и упрощенные методы расчета параметров взрывопожарной опасности горючих пылей

5. Порядок определения и упрощенные методы расчета параметров пожарной опасности горючих жидкостей и твердых горючих веществ и материалов

6. Типовые примеры расчетов категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

6.1. Помещения с горючими газами

6.2. Помещения с легковоспламеняющимися жидкостями

6.3. Помещения с горючими пылями

6.4. Помещения с горючими жидкостями

6.5. Помещения с твердыми горючими веществами и материалами

6.6. Помещения с горючими газами, легковоспламеняющимися жидкостями, горючими жидкостями, пылями, твердыми веществами и материалами

6.7. Примеры расчетов категорий зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

6.7.1. Здания категории А

6.7.2. Здания категории Б

6.7.3. Здания категории В

6.7.4. Здания категории Г

6.7.5. Здания категории Д

Приложение 1. Номограммы для определения параметров взрывопожарной и пожарной опасности

Приложение 2. Значения показателей пожарной опасности некоторых индивидуальных веществ

Приложение 3. Значения показателей пожарной опасности некоторых смесей и технических продуктов

Приложение 4. Значения низшей теплоты сгорания твердых горючих веществ и материалов

Приложение 5. Значения критических плотностей падающих лучистых потоков

Приложение 6. Экспресс-информация. О выходе новой редакции норм пожарной безопасности Государственной противопожарной службы МВД России "Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности" - НПБ 105-95

Приложение 7. Основные источники информации

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

С 1 января 1996 г. введены в действие НПБ 105-95 ГУГПС МВД России "Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности" (приказ N 32 от 31.10.95 г.). Этот документ устанавливает методику определения категорий помещений и зданий производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности в зависимости от количества и пожаровзрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещенных в них производств.

При разработке НПБ 105-95 проект документа был разослан в региональные управления ГПС и заинтересованные научно-исследовательские и проектные организации. В результате анализа поступивших предложений и замечаний по проекту документа определен круг вопросов, касающихся практического использования содержащихся в документе методов расчета категорий помещений и зданий.

Значительная часть предложений и замечаний относилась к пожеланиям включить в документ порядок определения упрощенные методы расчета параметров взрывопожарной опасности и категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, необходимые для них номограммы, сведения о пожаровзрывоопасных и физико-химических свойствах наиболее распространенных и широко применяемых легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), горючих жидкостей (ГЖ), горючих газов (ГГ), горючих пылей и твердых горючих веществ и материалов, а также примеры расчетов категорий помещений и зданий конкретных объектов. Вместе с тем такого рода материалы являются предметом методических пособий, разрабатываемых после утверждения нормативных документов, в частности НПБ 105-95.

Как следует из изложенного выше, в связи с введением в действие НПБ 105-95 возникла настоятельная необходимость разработки методического документа (пособия), содержащего подробные разъяснения по практическому использованию расчетных методов определения категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, что и является целью настоящего Пособия. Актуальность работы определялась значительным числом отзывов, поступивших из региональных управлений ГПС, научно-исследовательских и проектных организаций и содержащих многочисленные предложения и заключения по проекту НПБ 105-95.

Настоящее Пособие предназначено для практического использования сотрудниками (работниками) органов государственного пожарного надзора, проектных организаций, а также преподавателями учебных заведений пожарно-технического профиля при рассмотрении проектно-сметной документации.

В Пособии приведены порядок определения и упрощенные методы расчета параметров взрывопожарной опасности и категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, необходимые для них номограммы, сведения о пожаровзрывоопасных свойствах наиболее распространенных горючих веществ и материалов и типовые примеры расчетов категорий помещений и зданий конкретных объектов.

Пособие рассматривает расчетные методы определения категорий помещений и зданий производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности (А, Б, В1 -В4, Г, Д), в которых обращаются горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, горючие пыли и твердые горючие вещества и материалы.

Последовательность и порядок проведения расчетов, определение исходных данных для расчета, выбор и обоснование расчетного варианта с учетом особенностей технологических процессов производства отражены в типовых примерах расчетов категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

2. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРОЩЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ

2.1. В соответствии с положениями разд. 3 НПБ 105-95 [2] определяется масса горючего газа (ГГ) m (кг), вышедшего в результате расчетной аварии в помещении.

2.2. Согласно химической формуле ГГ [5; приложение 2] определяется значение стехиометрического коэффициента кислорода в реакции сгорания β по формуле (3) НПБ 105-95.

2.3. Стехиометрическая концентрация ГГ $C_{СТ}$ (% (об.)) рассчитывается по формуле (3) НПБ 105-95 или определяется исходя из значения коэффициента β по номограмме (рис. 1).

2.4. По нормам [1] определяется абсолютная максимальная температура воздуха для данной климатической зоны, соответствующая расчетной температуре t_p (°С) в рассматриваемом помещении. Рассчитывается параметр $x_t = 1/(1 + 0,00367 \cdot t_p)$ или определяется по номограмме (рис. 2).

2.5. Из справочных данных [5; приложение 2] определяется молярная масса M (кг · кмоль⁻¹) ГГ и удельная теплота сгорания H_T (Дж · кг⁻¹).

2.6. Плотность ГГ ρ_g (кг · м⁻³) рассчитывается по формуле (2) НПБ 105-95 или определяется по номограммам (рис. 3 - 6) для конкретных значений M (кг · кмоль⁻¹) и t_p (°С).

2.7. Согласно п. 3.4 НПБ 105-95 определяется свободный объем помещения $V_{св}$ (м³).

2.8. Избыточное давление взрыва ΔP (кПа) для ГГ, указанных в п. 3.5 НПБ 105-95, кроме водорода, при значении $Z = 0,5$ определяется по номограмме (рис.16) или по формуле

$$\Delta P = 1,322 \cdot 10^4 \cdot \frac{m}{V_{св} \cdot \rho_g \cdot C_{СТ}} \quad (1)$$

2.9. Для водорода, метана, пропана и бутана избыточное давление взрыва ΔP (кПа) согласно п. 3.5 НПБ 105-95 может быть определено по номограмме (рис. 17) или по формулам:

- для водорода ($Z = 1,0$)

$$\Delta P = 717 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_2}; \quad (2)$$

- для метана ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 1,077 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_2}; \quad (3)$$

- для этана ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 1,718 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_2}; \quad (4)$$

- для пропана ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 3,115 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_2}; \quad (5)$$

- для бутана ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 4,015 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_2}; \quad (6)$$

2.10. Избыточное давление взрыва ΔP (кПа) для ГГ, указанных в п. 3.6 НПБ 105-95, кроме водорода, при значении $Z = 0,5$ определяется по номограмме (рис. 18) или по формуле

$$\Delta P = 4,718 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{m \cdot H_T}{V_{\text{св}}}; \quad (7)$$

2.11. Для водорода, метана, этана, пропана и бутана избыточное давление взрыва ΔP (кПа) согласно п. 3.6 НПБ 105-95 может быть определено по номограмме (рис. 19) или по формулам:

- для водорода ($Z = 1,0$)

$$\Delta P = 1,14 \cdot 10^4 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}}}; \quad (8)$$

- для метана ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 2,36 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}}}; \quad (9)$$

- для этана ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 2,47 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}}}; \quad (10)$$

- для пропана ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 2,19 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}}}; \quad (11)$$

- для бутана ($Z = 0,5$)

$$\Delta P = 2,16 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{св}} \quad (12)$$

2.12. Определяется категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности на основании полученного значения величины избыточного давления взрыва ΔP (кПа). Если $\Delta P > 5$ кПа, то помещение относится к взрывопожароопасной категории А. Если $\Delta P \leq 5$ кПа, то помещение не относится к взрывопожароопасной категории А и дальнейшее определение категории помещения в зависимости от пожароопасных свойств и количеств обращающихся в помещении веществ и материалов осуществляется в соответствии с требованиями п. 2.2 НПБ 105-95.

3. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРОЩЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ И ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

3.1. Согласно пп. 2.1 - 2.7 разд. 2 настоящих материалов определяются значения соответствующих параметров для легко воспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ).

3.2. Из справочной литературы [5] находятся значения констант Антуана A , B и C_A и расчетным путем по формуле

$$P_H = 10^{\left(\frac{A - B}{t_p + C_A} \right)}$$

Параметры данной формулы могут быть определены по номограммам (рис. 7 - 10).

3.3. Рассчитывается значение параметра $x_e = B/(t_p + C_A)$ или определяется по номограмме (рис. 7). При значениях B_y , полученных из справочных данных, отличающихся от значений кривых B_x ($x = 1 \div 7$) номограммы (рис. 7), выбирается кривая для меньшего по сравнению с B_y значения B_x и графически определяется значение параметра $X_{вх} = B_x/(t_p + C_A)$. При этом искомое значение будет равно $X_{вх} = (B_y/B_x) \cdot X_{вх}$.

3.4. Из номограммы (рис. 8) определяется значение параметра IgP_H . При значениях A_y , отличающихся от соответствующих прямых для A_x ($x = 1 \div 6$) номограммы (рис. 8), графически проводится прямая, параллельная прямой ($x = 1 \div 6$), через точку $x_e = A_y$ и по этой прямой для определенного значения $X_{вх}$ находится искомое значение параметра IgP_H .

3.5. Исходя из значения IgP_H по номограммам (рис. 9, 10) определяется значение параметра давления насыщенного пара ЛВЖ или ГЖ P_H (кПа).

3.6. Интенсивность испарения ЛВЖ и ГЖ W ($\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$), указанная в п. 3.11 НПБ 105-95, может быть рассчитана по формуле (13) НПБ 105-95 либо определена по номограммам (рис. 11 - 15).

3.7. По номограмме (рис. 11) определяется значение параметра \sqrt{M} .

3.8. Исходя из значения параметра $x_p = \sqrt{M} \cdot P_H$ по номограммам (рис. 12, 13) находится значение параметра $x_{рм} = 10^{-3} \cdot \sqrt{M} \cdot P_H$.

3.9. По табл. 3 НПБ 105-95 выбирается значение коэффициента η . При отсутствии аварийной вентиляции в помещении значение коэффициента η принимается равным 1,0. При наличии в помещении аварийной вентиляции, удовлетворяющей требованиям п. 3.7 НПБ 105-95, определяется скорость движения воздуха в помещении $U = A \cdot L$, где A - кратность воздухообмена аварийной вентиляции (с^{-1}) и L - длина помещения, м. Исходя из значений U и t_p определяется значение коэффициента η .

3.10. Определяется значение параметра $x\eta = 10^{-3} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H$. По номограммам (рис. 14, 15) по значению параметра $x\eta$ определяется значение интенсивности испарения ЛВЖ и ГЖ W ($\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$).

3.11. По п. 3.9 НПБ 105-95 рассчитывается масса паров ЛВЖ и ГЖ m (кг), поступивших в помещение.

3.12. Избыточное давление взрыва ΔP (кПа) для ЛВЖ и ГЖ, указанных в п. 3.5 НПБ 105-95, при значении $Z = 0,3$ определяется по номограмме (рис. 20) или по формуле

$$\Delta P = 7,99 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_n \cdot C_{\text{ст}}} \quad (13)$$

3.13. Для дизельного топлива зимнего, бензина АИ-93 зимнего, гексана, м-ксилола, толуола, диэтилового эфира, ацетона и этилового спирта избыточное давление взрыва ΔP (кПа) согласно п. 3.5 НПБ 105-95 при значении $Z = 0,3$ может быть определено по номограммам (рис. 21, 22) или по следующим формулам:

- для дизельного топлива зимнего

$$\Delta P = 7,144 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_n}; \quad (14)$$

- для бензина АИ-93 зимнего

$$\Delta P = 3,936 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_n}; \quad (15)$$

- для гексана

$$\Delta P = 3,507 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_n}; \quad (16)$$

- для м-ксилола

$$\Delta P = 3,440 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_n}; \quad (17)$$

- для толуола

$$\Delta P = 2,379 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_n}; \quad (18)$$

- для диэтилового эфира (при $t_p < t_{\text{кип}} = 34,5^\circ \text{C}$ - температура кипения диэтилового эфира)

$$\Delta P = 1,859 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_n}; \quad (19)$$

- для ацетона

$$\Delta P = 959,3 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_n}; \quad (20)$$

- для этилового спирта

$$\Delta P = 902,2 \cdot \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_n}; \quad (21)$$

3.14. Избыточное давление взрыва ΔP (кПа) для ЛВЖ и ГЖ, указанных в п. 3.6 НПБ 105-95, при значении $Z = 0,3$ определяется по номограмме (рис. 23) или по формуле

$$\Delta P = 2,831 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{m \cdot H_T}{V_{ce}} \quad (22)$$

3.15. Для м-ксилола, гексана, бензина АИ-93 зимнего, дизельного топлива зимнего, толуола, диэтилового эфира, ацетона и этилового спирта избыточное давление взрыва ΔP (кПа) согласно п. 3.6 НПБ 105-95 при значении $Z = 0,3$ может быть определено по номограммам (рис. 24, 25) или по формулам:

- для м-ксилола

$$\Delta P = 1,496 \cdot 10^3 \cdot (m/V_{ce}); \quad (23)$$

- для гексана

$$\Delta P = 1,277 \cdot 10^3 \cdot (m/V_{ce}); \quad (24)$$

- для бензина АИ-93 зимнего

$$\Delta P = 1,251 \cdot 10^3 \cdot (m/V_{ce}); \quad (25)$$

- для дизельного топлива зимнего

$$\Delta P = 1,234 \cdot 10^3 \cdot (m/V_{ce}); \quad (26)$$

- для толуола

$$\Delta P = 1,159 \cdot 10^3 \cdot (m/V_{ce}); \quad (27)$$

- для диэтилового эфира (при $t_p < t_{кип} = 34,5^\circ \text{C}$ - температура кипения диэтилового эфира)

$$\Delta P = 966,8 \cdot (m/V_{ce}); \quad (28)$$

- для ацетона

$$\Delta P = 887,8 \cdot (m/V_{ce}); \quad (29)$$

- для этилового спирта

$$\Delta P = 865,2 \cdot (m/V_{ce}). \quad (30)$$

3.16 Для ацетона и бензина АИ-93 зимнего избыточное давление взрыва ΔP (кПа) согласно п. 3.5 НПБ 105-95 в зависимости от параметра $m_{ж}/V_{ce}$ ($m_{ж}$ - масса поступившей в помещение ЛВЖ) при значении $Z = 0,3$, при условии полного испарения с поверхности разлива (менее площади помещения), температуре $t_p = 45^\circ \text{C}$ и отсутствии подвижности воздуха в помещении может быть определено по номограмме (рис. 26) или рассчитано при указанных условиях и для различных значений температуры t_p по следующим формулам:

- для ацетона

$$\text{при } t_p = 20^\circ \text{C} \quad \Delta P = 338,4 \cdot (m_{ж}/V_{ce}); \quad (31)$$

$$\text{при } t_p = 25^\circ \text{C} \quad \Delta P = 404,1 \cdot (m_{ж}/V_{ce}); \quad (32)$$

$$\text{при } t_p = 30^\circ \text{C} \quad \Delta P = 410,9 \cdot (m_{ж}/V_{ce}); \quad (33)$$

$$\text{при } t_p = 35^\circ \text{C} \quad \Delta P = 417,7 \cdot (m_{ж}/V_{ce}); \quad (34)$$

$$\text{при } t_p = 40^\circ \text{C} \quad \Delta P = 424,5 \cdot (m_{ж}/V_{ce}); \quad (35)$$

$$\text{при } t_p = 45 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \Delta P = 431,3 \cdot (m_{ж}/V_{св}); \quad (36)$$

- для бензина АИ-93 зимнего

$$\text{при } t_p = 20 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \Delta P = 993,6 \cdot (m_{ж}/V_{св}); \quad (37)$$

$$\text{при } t_p = 25 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \Delta P = 1010,6 \cdot (m_{ж}/V_{св}); \quad (38)$$

$$\text{при } t_p = 30 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \Delta P = 1027,6 \cdot (m_{ж}/V_{св}); \quad (39)$$

$$\text{при } t_p = 35 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \Delta P = 1044,6 \cdot (m_{ж}/V_{св}); \quad (40)$$

$$\text{при } t_p = 40 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \Delta P = 1061,6 \cdot (m_{ж}/V_{св}); \quad (41)$$

$$\text{при } t_p = 45 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \Delta P = 1078,6 \cdot (m_{ж}/V_{св}). \quad (42)$$

3.17. Определяется категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности на основании полученного значения величины избыточного давления взрыва ΔP (кПа). Если $\Delta P > 5$ кПа, то помещение относится к взрывопожароопасной категории А (Б). Если $\Delta P \leq 5$ кПа, то помещение не относится к взрывопожароопасной категории А (Б) и дальнейшее определение категории помещения в зависимости от пожароопасных свойств и количеств обращающихся в помещении веществ и материалов осуществляется в соответствии с требованиями п. 2.2 НПБ 105-95.

4. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРОЩЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ГОРЮЧИХ ПЫЛЕЙ

4.1. В соответствии с положениями разд. 3 НПБ 105-95 [2] определяется масса взвешенной в объеме помещения горючей пыли m (кг), образовавшейся в результате аварийной ситуации.

4.2. Избыточное давление взрыва ΔP (кПа) для горючих пылей согласно п. 3.6 НПБ 105-95 при значении $Z = 0,5$ определяется по номограмме (рис. 27) или по формуле

$$\Delta P = 47,18 \cdot \frac{m \cdot H_T}{V_{св}}, \quad (43)$$

где H_T - теплота сгорания вещества, МДж · кг⁻¹.

4.3. Для горючих пылей полиэтилена, алюминия и пшеничной муки избыточное давление взрыва ΔP (кПа) согласно п. 3.6 НПБ 105-95 в зависимости от параметра $m/V_{св}$ (г · м⁻³) может быть определено по номограмме (рис. 28).

4.4. Определяется категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности на основании полученного значения величины избыточного давления взрыва ΔP (кПа). Если $\Delta P > 5$ кПа, то помещение относится к взрывопожароопасной категории Б. Если $\Delta P \leq 5$ кПа, то помещение не относится к взрывопожароопасной категории Б и дальнейшее определение категории помещения в зависимости от пожароопасных свойств и количеств обращающихся в помещении веществ и материалов осуществляется в соответствии с требованиями п. 2.2 НПБ 105-95.

5. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРОЩЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ И ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

5.1. Если в помещении присутствуют различные горючие вещества и материалы, то оценку пожарной опасности (категории В1 - В4) допускается проводить по веществу, имеющему наибольшую низшую теплоту сгорания $Q_{пн}$, принимая массу этого вещества равной полной массе горючих веществ, присутствующих в помещении, а площадь размещения - полной площади, занятой горючими веществами.

5.2. Для приближенной оценки категории используются номограммы вида $G = f(S)$, где G - количество вещества или материала данного вида, S - площадь, на которой размещено данное вещество или материал (рис. 29). Прямые I, II, III являются графиками следующих функций:

$$I: G = 2200 S/Q_n^p$$

$$II: G = 1400 S/Q_n^p \quad (44)$$

$$III: G = 180 S/Q_n^p,$$

где G выражено в кг, S - в m^2 , Q_n^p - в $MДж \cdot кг^{-1}$.

5.3. На этой номограмме проводится вертикальная линия, отвечающая предельной площади размещения пожарной нагрузки $S_{пред} = 0,64 \cdot H^2$ (H - величина, определенная в п. 1 примечания к табл. 4 НПБ 105-95).

5.4. Если точка, отвечающая реальным для помещения величинам G и S , лежит ниже прямой III (точка 1), то проверяется принадлежность помещения к категории В4 по п. 1 примечания к табл. 4 НПБ 105-95. Если сформулированные там условия выполняются, помещение относится к категории В4, в противном случае - к категории В3.

5.5. Если точка лежит между прямыми II и III (I и II соответственно) - точка 2 (3) и левее прямой $S = S_{пред}$, то помещение относится к категории В3 (В2). Если указанные точки лежат правее прямой $S = S_{пред}$ (точки 2 и 3 соответственно), то помещение относится к категории В2 (В1).

5.6. Если точка лежит выше прямой I (точка 4), помещение относится к категории В1.

5.7. Значения Q_n^p берутся по справочным данным [5; приложения 2 - 4].

5.8. Номограммы вида (1) для конкретных материалов, составляющих пожарную нагрузку помещений, приведены на рис. 29 - 39. Определение по ним пожароопасных категорий производится согласно процедуре, изложенной в пп. 5.1 - 5.6.

6. ТИПОВЫЕ ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

6.1. Помещения с горючими газами

Пример 1

1. Исходные данные.

1.1. Аккумуляторное помещение объемом $V_n = 27,2 m^3$ оборудуется аккумуляторными батареями СК-4 из 12 аккумуляторов и СК-1 из 13 аккумуляторов.

1.2. Максимальная абсолютная температура воздуха согласно СНиП 2.01.01-82 [1] в районе строительства $38^\circ C$ (г. Екатеринбург).

1.3. Обоснование расчетного варианта наиболее неблагоприятного в отношении взрыва периода.

1.3.1. При расчете избыточного давления взрыва в качестве расчетного варианта принимается наиболее неблагоприятный в отношении взрыва период, связанный с формовкой и зарядкой полностью разряженных батарей с напряжением более 2,3 В на элемент и наибольшим значением зарядного тока, превышающим в четыре раза максимальный зарядный ток.

1.3.2. Происходит зарядка аккумуляторных батарей с максимальной номинальной емкостью ($A \cdot ч$). Количество одновременно заряжаемых батарей устанавливается в зависимости от эксплуатационных условий, мощности и напряжения внешнего источника тока. Продолжительность поступления водорода в помещение соответствует конечному периоду зарядки при обильном газовыделении и принимается равным 1 ч ($T = 3600 c$).

1.3.3. За расчетную температуру принимается максимальная абсолютная температура наружного воздуха в населенном пункте (климатической зоне) согласно СНиП 2.01.01-82 [1].

1.4. Расчет поступающего в помещение водорода при зарядке аккумуляторных батарей.

1.4.1. Масса водорода, выделившегося в одном элементе при установившемся динамическом равновесии между силой зарядного тока и количеством выделяемого газа, составляет

$$\frac{M}{IT} = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} = \frac{1}{9,65 \cdot 10^4} \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1} = 1,036 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{А}^{-1} \cdot \text{с}^{-1},$$

где $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ А} \cdot \text{с} \cdot \text{моль}^{-1}$ - постоянная Фарадея; A - атомная единица массы водорода, равная $1 \text{ а.е.м} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}$; $Z = 1$ - валентность водорода; I - сила зарядного тока, A ; T - расчетное время зарядки, с.

1.4.2. Объем водорода, поступающего в помещение при зарядке нескольких батарей, м^3 , можно определить из выражения

$$V_H = \frac{1,036 \cdot 10^{-8}}{\rho} \cdot 4 \cdot [I_1 \cdot n_1 + I_2 \cdot n_2 + \dots + I_i \cdot n_i] \cdot 3600,$$

где ρ - плотность водорода при расчетной температуре воздуха, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$; I_i - максимальный зарядный ток i -й батареи, A ; n_i - количество аккумуляторов i -й батареи.

Плотность водорода определяется по формуле

$$\rho = \frac{M}{V_0 (1 + \alpha \cdot t_p)}, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3},$$

где M - масса одного киломоля водорода, равная $2 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$; V_0 - объем киломоля газа при нормальных условиях, равный $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$; $\alpha = 0,00367 \text{ град}^{-1}$ - коэффициент температурного расширения газа; t_p - расчетная температура воздуха, $^{\circ} \text{C}$.

Максимальная сила зарядного тока принимается по ГОСТ 825-73 "Аккумуляторы свинцовые для стационарных установок".

1.5. Стехиометрическая концентрация водорода $C_{СТ}$ рассчитывается по формуле (3) НПБ 105-95

$$C_{СТ} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0,5} = 29,24 \% (\text{об.});$$

$$\beta = 0 + \frac{2 - 0}{4} - \frac{0}{2} = 0,5.$$

1.6. Плотность водорода при расчетной температуре воздуха будет равна

$$\rho = \frac{2}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 0,0783 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

1.7. Объем водорода, поступающего в аккумуляторное помещение при зарядке двух батарей СК-4 и СК-1, составит

$$V_H = \frac{1,036 \cdot 10^{-8}}{0,0783} \cdot [4 \cdot 9 \cdot 13 + 4 \cdot 36 \cdot 12] \cdot 3600 = 1,046 \text{ м}^3.$$

1.6. Свободный объем аккумуляторного помещения составит

$$V_{св} = 0,8 \cdot V_n = 0,8 \cdot 27,2 = 21,76 \text{ м}^3.$$

2. Избыточное давление взрыва ΔP водорода в аккумуляторном помещении согласно формуле (2) Пособия ($V_H = m/\rho$) будет равно

$$\Delta P = 717 \frac{m}{V_{\text{св}} \cdot A_2} = 717 \cdot \frac{V_n}{V_{\text{св}}} = 717 \frac{1,046}{21,76} = 34,5 \text{ кПа.}$$

Так как расчетное избыточное давление взрыва более 5 кПа, то аккумуляторное помещение следует относить к категории А.

3. Расчет избыточного давления взрыва водорода ΔP в аккумуляторном помещении с учетом работы аварийной вентиляции (по п. 3.7 НПБ 105-95 [2], продолжительность поступления водорода в объем помещения $T = 3600$ с).

3.1. При кратности воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, равной 8 ч^{-1} , объем водорода, поступающего в помещение, составит

$$V_n^* = \frac{V_n}{(A/3600) \cdot T + 1} = \frac{1,046}{8+1} = 0,116 \text{ м}^3.$$

Избыточное давление взрыва ΔP при этом будет равно

$$\Delta P = 717 \frac{0,116}{21,76} = 3,8 \text{ кПа.}$$

3.2. При оборудовании аккумуляторного помещения аварийной вентиляцией с кратностью воздухообмена $A = 8 \text{ ч}^{-1}$, отвечающей требованиям п. 3.7 НПБ 105-95, СНиП 2.04.05-91* [3] и ПУЭ [4], допускается не относить аккумуляторное помещение к категории А.

Согласно п. 2.2 и табл.1 НПБ 105-95 при расчетном давлении взрыва менее 5 кПа аккумуляторное помещение следует относить к категории В4.

Пример 2

1. Исходные данные.

1.1. Пост диагностики автотранспортного предприятия для грузовых автомобилей, работающих на сжатом природном газе. Объем помещения $V_n = 300 \text{ м}^3$. Свободный объем помещения $V_{\text{св}} = 0,8 \cdot V_n = 0,8 \cdot 300 = 240 \text{ м}^3$. Объем баллона со сжатым природным газом $V = 50 \text{ л} = 0,05 \text{ м}^3$. Давление в баллоне $P_1 = 2 \cdot 10^4 \text{ кПа}$.

1.2. Основной компонент сжатого природного газа - метан (98 % (об.)). Молярная масса метана $M = 16,04 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$.

2. Обоснование расчетного варианта аварии.

При определении избыточного давления взрыва ΔP в качестве расчетного варианта аварии принимается разгерметизация одного баллона со сжатым природным газом и поступление его в объем помещения. За расчетную температуру принимается максимальная абсолютная температура воздуха в данном районе (Москва) согласно СНиП 2.01.01-82 $t_p = 37 \text{ }^\circ\text{C}$.

Плотность метана при $t_p = 37 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\rho = \frac{16,04}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 0,6301 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

3. Масса поступившего в помещение при расчетной аварии метана m определяется по формулам (6) и (7) НПБ 105-95:

$$V_a = 0,01 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 0,05 = 10 \text{ м}^3;$$

$$m = 10 \cdot 0,6301 = 6,301 \text{ кг.}$$

4. Избыточное давление взрыва ΔP , определенное по формуле (9) или номограмме (рис. 19) Пособия, составит

$$\Delta P = 2,36 \cdot 10^3 \cdot 6,301/240 = 62 \text{ кПа.}$$

По номограмме при $m/V_{св} \cdot 10^4 = 6,301/240 \cdot 10^4 = 262,5 \Delta P > 12 \text{ кПа.}$

5. Расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа, следовательно, помещение поста диагностики относится к категории А.

Пример 3

1. Исходные данные.

1.1. Помещение участка наращивания кремния. Наращивание поликристалла кремния осуществляется методом восстановления тетрахлорида кремния в атмосфере водорода на двух установках с давлением в их реакторах $P_1 = 200 \text{ кПа}$. Водород подается к установкам от коллектора, расположенного за пределами участка, по трубопроводу из нержавеющей стали диаметром $d = 0,02 \text{ м}$ (радиусом $r = 0,01 \text{ м}$) под давлением $P_2 = 300 \text{ кПа}$. Суммарная длина трубопровода от автоматической задвижки с электроприводом, расположенной за пределами участка, до установок составляет $L_1 = 15 \text{ м}$. Объем реактора $V = 0,09 \text{ м}^3$. Температура раскаленных поверхностей реактора $t = 1200 \text{ }^\circ \text{С}$. Время автоматического отключения по паспортным данным $T_a = 3 \text{ с}$. Расход газа в трубопроводе $q = 0,06 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$. Размеры помещения $L \times S \times H = 15,81 \times 15,81 \times 6 \text{ м}$. Объем помещения $V_n = 1500 \text{ м}^3$. Свободный ободный объем помещения $V_{св} = 0,8 \cdot 1500 = 1200 \text{ м}^3$. Площадь помещения $F = 250 \text{ м}^2$.

1.2. Молярная масса водорода $M = 2,016 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$. Нижний концентрационный предел распространения пламени водорода $C_{НКПР} = 4,1 \text{ \% (об.)}$. Стехиометрическая концентрация водорода $C_{СТ} = 29,24 \text{ \% (об.)}$. Максимальное давление взрыва водорода $P_{max} = 730 \text{ кПа}$. Тетрахлорид кремния - негорючее вещество. Образующиеся в результате химической реакции вещества - негорючие.

2. Обоснование расчетного варианта аварии.

При определении избыточного давления взрыва в качестве расчетного варианта аварии принимается разгерметизация одного реактора и выход из него и подводящего трубопровода водорода в объем помещения. За расчетную температуру принимается максимальная абсолютная температура воздуха в данном районе (г. Воронеж) согласно СНиП 2.01.01-82 $t_p = 41 \text{ }^\circ \text{С}$. Плотность водорода при $t_p = 41 \text{ }^\circ \text{С}$

$$\rho_{\text{в}} = \frac{2,016}{22,413 (1 + 0,00367 \cdot 41)} = 0,0782 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

Расчетное время отключения трубопровода по п. 3.2 в) НПБ 105-95 $T_a = 120 \text{ с}$.

3. Масса поступившего в помещение при расчетной аварии водорода m определяется по формулам (6) - (10) НПБ 105-95:

$$V_a = 0,01 \cdot 200 \cdot 0,09 = 0,18 \text{ м}^3;$$

$$V_{1T} = 0,06 \cdot 120 = 7,2 \text{ м}^3;$$

$$V_{2T} = 0,01 \cdot 3,14 \cdot 300 \cdot 0,01^2 \cdot 15 = 0,014 \text{ м}^3;$$

$$V_T = 7,2 + 0,014 = 7,214 \text{ м}^3;$$

$$m = (0,18 + 7,214) \cdot 0,0782 = 0,5782 \text{ кг.}$$

4. Определение коэффициента участия водорода во взрыве Z проводим в соответствии с приложением НПБ 105-95.

4.1. Средняя концентрация водорода в помещении C_{cp} составит

$$C_{cp} = \frac{100 \cdot 0,5782}{0,0782 \cdot 1200} = 0,62 \% \text{ (об.)}$$

$C_{cp} = 0,62 \% \text{ (об.)} < 0,5 \cdot C_{НКПР} = 0,5 \cdot 4,1 = 2,05 \% \text{ (об.)}$, следовательно, можно определить значение коэффициента участия водорода во взрыве Z расчетным методом.

4.2. Значение предэкспоненциального множителя C_0 составит

$$C_0 = 3,77 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,5782}{0,0782 \cdot 1200} = 23,23 \% \text{ (об.)}$$

4.3. Расстояния $X_{НКПР}$, $Y_{НКПР}$ и $Z_{НКПР}$ составят:

$$X_{НКПР} = Y_{НКПР} = 1,1314 \cdot 15,81 \cdot \left(\ln \frac{1,38 \cdot 23,23}{4,1} \right)^{0,5} = 25,65 \text{ м};$$

$$Z_{НКПР} = 0,0253 \cdot 6 \cdot \left(\ln \frac{1,38 \cdot 23,23}{4,1} \right)^{0,5} = 0,218 \text{ м}$$

4.4. Расчетное значение коэффициента Z будет равно

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,5782} \cdot 0,0782 \cdot (23,23 + 4,1/1,38) \cdot 250 \cdot 0,218 = 0,97$$

5. Избыточное давление взрыва ΔP согласно формуле (1) НПБ 105-95 составит

$$\Delta P = (730 - 101) \cdot \frac{0,5782 \cdot 0,97}{1200 \cdot 0,0782} \cdot \frac{100}{29,24} \cdot \frac{1}{3} = 4,29 \text{ кПа}$$

6. Расчетное избыточное давление взрыва менее 5 кПа. Помещение участка наращивания кремния не относится к категории А. Согласно п. 2.2 и табл. 1 НПБ 105-95 при расчетном давлении взрыва менее 5 кПа данное помещение следует относить к категории В4.

6.2. Помещения с легковоспламеняющимися жидкостями

Пример 4

1. Исходные данные.

1.1. Помещение складирования ацетона. В помещении хранится десять бочек с ацетоном, каждая объемом по $V_a = 80 \text{ л} = 0,08 \text{ м}^3$. Размеры помещения $L \times S \times H = 12 \times 6 \times 6 \text{ м}$. Объем помещения $V_n = 432 \text{ м}^3$. Свободный объем помещения $V_{св} = 0,8 \cdot 432 = 345,6 \text{ м}^3$. Площадь помещения $F = 72 \text{ м}^2$.

1.2. Молярная масса ацетона $M = 58,08 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$. Константы уравнения Антуана: $A = 6,37551$; $B = 1281,721$; $C_A = 237,088$. Химическая формула ацетона C_2H_6O . Плотность ацетона (жидкости) $\rho_{ж} = 790,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Температура вспышки ацетона $t_{всп} = -18 \text{ }^\circ\text{C}$.

2. Обоснование расчетного варианта аварии.

При определении избыточного давления взрыва в качестве расчетного варианта аварии принимается разгерметизация одной бочки и разлив ацетона по полу помещения, исходя из расчета, что 1 л ацетона разливается на 1 м^2 пола помещения. За расчетную температуру принимается абсолютная температура воздуха в данном районе (г. Мурманск) согласно СНиП 2.01.01-82 $t_p = 32 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Определение параметров взрывопожарной опасности проводим с использованием номограмм Пособия.

3.1. В соответствии с рис. 2 Пособия для $t_p = 32^\circ \text{C}$ определяется значение параметра $x_t = 0,896$.

3.2. Рассчитывается значение параметра $M \cdot x_t = 58,08 \cdot 0,896 = 52,0$.

3.3. Согласно рис. 6 Пособия для значения параметра $M \cdot x_t = 52,0$ определяется значение плотности паров ацетона при расчетной температуре $\rho_n = 2,32 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$

$$\text{(расчетное } A_n = \frac{58,08}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 32)} = 2,3190 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}\text{)}.$$

3.4. Рассчитывается значение параметра $t_p + C_A = 32 + 237,088 \approx 270$ (269,088).

3.5. Согласно рис. 7 Пособия для значения параметров $t_p + C_A = 270$ и $B_x = 1000$ определяется значение параметра $x_{вх} = 3,7$. Искомое значение параметра

$$x_e = (1281,721/1000) \cdot 3,7 \approx 4,7 \text{ (4,724)}.$$

3.6. Согласно рис. 8 Пособия для значения параметров $x_e = 4,7$ и $A = 6,4$ (6,37551) определяется значение параметра $lgP_H = 1,68$.

3.7. Согласно рис. 9 Пособия для значения параметра $lgP_H = 1,68$ определяется значение давления насыщенных паров ацетона $P_H = 47$ кПа ($lgP_H = 6,37551 - 1281,721/(32 + 237,088) = 1,612306$, откуда расчетное значение $P_H = 40,95$ кПа). Следовательно, графическое определение при больших значениях давления насыщенных паров ацетона P_H дает довольно завышенные значения с определенным запасом по сравнению с расчетом по формуле Антуана.

3.8. Согласно рис. 11 Пособия для значения молярной массы ацетона $M = 58$ (58,08) определяем значение параметра $\sqrt{M} = 7,62$. Далее рассчитываем значение параметра $x_\eta = 10^{-3} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H = 10^{-3} \cdot \sqrt{M} \cdot P_H$ (при $\eta = 1,0$) $= 10^{-3} \cdot 7,62 \cdot 47 \approx 0,36$ (0,358).

3.9. Согласно рис. 15 Пособия для значения параметра $x_\eta = 0,36$ определяем значение интенсивности испарения ацетона $W = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ (расчетное значение $W = 10^{-6} \cdot \sqrt{58,08} \cdot 40,95 = 3,1208 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$).

4. Расчетная площадь разлива содержимого одной бочки ацетона составляет

$$F_{л} = 1,0 \cdot V_a = 1,0 \cdot 80 = 80 \text{ м}^2.$$

Поскольку площадь помещения $F = 72 \text{ м}^2$ меньше рассчитанной площади разлива ацетона $F_{л} = 80 \text{ м}^2$, то окончательно принимаем $F_{л} = F = 72 \text{ м}^2$.

5. Масса паров ацетона, поступивших в помещение, m рассчитывается по формуле (12) НПБ 105-95

$$m = 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 72 \cdot 3600 = 93,312 \text{ кг}.$$

Масса разлившегося ацетона m_n составляет

$$m_n = V_a \cdot \rho_{ж} = 0,08 \cdot 790,8 = 63,264 \text{ кг}.$$

Поэтому принимаем, что при расчетной аварийной ситуации испаряется вся масса разлившегося из бочки ацетона, т. е. $m = m_n = 63,264 \text{ кг}$.

Для расчетного значения $W = 3,1208 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ масса паров ацетона, поступивших в помещение, составит

$$m = 3,1208 \cdot 10^{-4} \cdot 72 \cdot 3600 = 80,891 \text{ кг.}$$

В этом случае также испарится только масса разлившегося ацетона и $m = m_n = 63,264 \text{ кг.}$

6. Рассчитаем параметр:

$$10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{ос}} \cdot \rho_n} = 1000 \cdot 63,264 / (345,6 \cdot 2,32) = 78,9.$$

7. Избыточное давление взрыва ΔP согласно формуле (20) или номограмме (рис. 21) Пособия будет равно

$$\Delta P = 959,3 \cdot 63,264 / (345,6 \cdot 2,3190) = 75,7 \text{ кПа.}$$

По номограмме при $10^3 \cdot \frac{m}{V_{\text{ос}} \cdot \rho_n} = 78,9 \Delta P > 12 \text{ кПа.}$

8. Расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа, следовательно, помещение складирования ацетона относится к категории А.

Пример 5

1. Исходные данные.

1.1. Помещение промежуточного топливного бака резервной дизельной электростанции унифицированной компоновки. В помещении находится топливный бак с дизельным топливом марки "З" (ГОСТ 305-82) объемом $V_a = 6,3 \text{ м}^3$. Размеры помещения $L \times S \times H = 4,0 \times 4,0 \times 3,6 \text{ м}$. Объем помещения $V_n = 57,6 \text{ м}^3$. Свободный объем помещения $V_{\text{св}} = 0,8 \cdot 57,6 = 46,08 \text{ м}^3$. Площадь помещения $F = 16 \text{ м}^2$. Суммарная длина трубопроводов диаметром $d_1 = 57 \text{ мм} = 0,057 \text{ м}$ ($r_1 = 0,0285 \text{ м}$), ограниченная задвижками (ручными), установленными на подводящем и отводящем участках трубопроводов, составляет $L_1 = 10 \text{ м}$. Расход дизельного топлива в трубопроводах $q = 1,5 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1} = 0,0015 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$.

1.2. Молярная масса дизельного топлива марки "З" $M = 172,3 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$. Брутто-формула $\text{C}_{12,343}\text{H}_{12,889}$. Плотность жидкости при температуре $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho_{\text{ж}} = 804 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Константы уравнения Антуана: $A = 5,07828$; $B = 1255,73$; $C_A = 199,523$. Температура вспышки $t_{\text{всп}} > 40 \text{ }^\circ\text{C}$. Теплота сгорания $H_T = Q_n^p = 4,359 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} = 43,59 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Нижний концентрационный предел распространения пламени $C_{\text{НКПР}} = 0,6 \text{ \%}$ (об.).

2. Обоснование расчетного варианта аварии.

При определении избыточного давления взрыва в качестве расчетного варианта аварии принимается разгерметизация топливного бака и выход из него и подводящих и отводящих трубопроводов дизельного топлива в объем помещения. За расчетную температуру принимается максимальная абсолютная температура воздуха согласно СНиП 2.01.01-82 в данном районе (г. Благовещенск) $t_p = 41 \text{ }^\circ\text{C}$. Плотность паров дизельного топлива при $t_p = 41 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\rho_n = \frac{172,3}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 41)} = 6,6820 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

Расчетное время отключения трубопроводов по п. 3.2 в) НПБ 105-95 $T_a = 300 \text{ с}$, длительность испарения по п. 3.2 е) НПБ 105-95 $T = 3600 \text{ с}$.

3. Объем $V_{\text{ж}}$ и площадь разлива $F_{\text{л}}$ поступившего при расчетной аварии дизельного топлива определяются в соответствии с положениями п. 3.2 НПБ 105-95:

$$V_{\text{ж}} = V_a + q \cdot T_a + \pi \cdot r_1^2 \cdot L_1 = 6,3 + 0,0015 \cdot 300 + 3,14 \cdot 0,0285^2 \cdot 10 = 6,776 \text{ м}^3 = 6776 \text{ л};$$

$$F_{\text{л}} = 1,0 \cdot 6776 = 6776 \text{ м}^2.$$

Поскольку площадь помещения $F = 16 \text{ м}^2$ меньше рассчитанной площади разлива дизельного топлива $F_{И} = 6776 \text{ м}^2$, то окончательно принимаем $F_{И} = F = 16 \text{ м}^2$.

4. Определяем давление насыщенных паров дизельного топлива P_H при расчетной температуре $t_p = 41$ °С:

$$\lg P_H = 5,07828 - 1255,73 / (199,523 + 41) = -0,142551,$$

$$P_H = 0,72 \text{ кПа}.$$

5. Интенсивность испарения дизельного топлива W составит

$$W = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot \sqrt{172,9} \cdot 0,72 = 9,45 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}.$$

6. Масса паров дизельного топлива, поступивших в помещение, будет равна

$$m = 9,45 \cdot 10^{-6} \cdot 16 \cdot 3600 = 0,5443 \text{ кг}.$$

7. Определение коэффициента участия паров дизельного топлива во взрыве Z проводим в соответствии с пп. 1, 2 приложения НПБ 105-95.

7.1. Средняя концентрация паров дизельного топлива C_{cp} в помещении составит

$$C_{cp} = \frac{100 \cdot 0,5443}{6,682 \cdot 46,08} = 0,18 \% \text{ (об.)}.$$

$C_{cp} = 0,18 \% \text{ (об.)} < 0,5 \cdot C_{НКПР} = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3 \% \text{ (об.)}$, следовательно, можно определить значение коэффициента Z расчетным методом.

7.2. Значение C_H будет равно

$$C_H = 100 \cdot 0,72 / 101 = 0,71 \% \text{ (об.)}.$$

7.3. Значение стехиометрической концентрации паров дизельного топлива $C_{СТ}$ согласно формуле (3) НПБ 105-95 исходя из химической брутто-формулы дизельного топлива составит

$$b = 12,343 + 23,889/4 = 18,32;$$

$$C_{СТ} = 100 / (1 + 4,84 \cdot 18,32) = 1,12 \% \text{ (об.)}.$$

7.4. Значение параметра C^* будет равно

$$C^* = 1,19 \cdot 1,12 = 2,13 \% \text{ (об.)}.$$

7.5. Поскольку $C_H = 0,71 \% < C^* = 2,13 \% \text{ (об.)}$, то рассчитываем значение параметра X :

$$X = C_H / C^* = 0,71 / 2,13 = 0,33.$$

7.6. Согласно номограмме чертежа (п. 2) приложения НПБ 105-95 при значении $X = 0,33$ определяем значение коэффициента участия паров дизельного топлива во взрыве ($Z = 0$).

8. Избыточное давление взрыва ΔP согласно формуле (1) НПБ 105-95 составит

$$\Delta P = (900 - 101) \cdot \frac{0,5443 \cdot 0}{46,08 \cdot 6,682} \cdot \frac{100}{1,12} \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ кПа}.$$

9. Расчетное избыточное давление взрыва менее 5 кПа. Помещение промежуточного топливного бака резервной дизельной электростанции унифицированной компоновки не относится к категориям А и Б.

Согласно п. 2.2 и табл. 1 НПБ 105-95 проведем проверку принадлежности помещения к категориям В1 - В4.

10. В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 определим пожарную нагрузку Q и удельную пожарную нагрузку g :

$$G = V_{ж} \cdot \rho_{ж} = 6,776 \cdot 804 = 5448 \text{ кг};$$

$$Q = G \cdot Q^p_{н} = 5448 \cdot 43,59 = 237478 \text{ МДж};$$

$$S = F = 16 \text{ м}^2;$$

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{237478}{16} = 14842 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

11. Удельная пожарная нагрузка более 2200 МДж · м⁻². Помещение промежуточного топливного бака резервной дизельной электростанции унифицированной компоновки согласно табл. 4 НПБ 105-95 относится к категории В1.

Пример 6

1. Исходные данные.

1.1. Помещение сушильно-пропиточного отделения электромашинного цеха. В помещении находится два бака для покрытия лаком БТ-99 полюсных катушек способом окунания с подводными и отводящими трубопроводами. Размеры помещения $L \times S \times H = 32 \times 10 \times 8$ м. Объем помещения $V_n = 2560 \text{ м}^3$. Свободный объем помещения $V_{св} = 0,8 \cdot 2560 = 2048 \text{ м}^3$. Площадь помещения $F = 320 \text{ м}^2$. Объем каждого бака $V_{ап} = 0,5 \text{ м}^3$. Степень заполнения бака лаком $\varepsilon = 0,9$. Объем лака в баке $V_a = \varepsilon \cdot V_{ап} = 0,9 \cdot 0,5 = 0,45 \text{ м}^3$. Длина и диаметр подводного (напорного) трубопровода между баком и насосом $L_1 = 10$ м и $d_1 = 25$ мм = 0,025 м соответственно. Длина и диаметр отводящего трубопровода между задвижкой и баком $L_2 = 10$ м и $d_2 = 40$ мм = 0,04 м соответственно. Производительность насоса $q = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$. Время отключения насоса $T_a = 300$ с. В каждый бак попеременно загружается и выгружается одновременно по 10 шт. полюсных катушек, размещаемых в корзине. Открытое зеркало испарения каждого бака $F_{емк} = 1,54 \text{ м}^2$. Общая поверхность 10 свежеокрашенных полюсных катушек $F_{св.окр} = 6,28 \text{ м}^2$.

1.2. В лаке БТ-99 (ГОСТ 8017-74) в виде растворителей содержится 46 % (масс.) ксилола и 2 % (масс.) уайт-спирита. В общей массе растворителей содержится $\varphi_1 = 95,83$ % (масс.) ксилола и $\varphi_2 = 4,17$ % (масс.) уайт-спирита. Плотность лака БТ-99 $\rho_{ж} = 953 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Молярная масса ксилола $M = 106,17 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$, уайт-спирита $147,3 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$. Химическая формула ксилола C_8H_{10} , уайт-спирита $C_{10,5}H_{21,0}$. Плотность жидкости ксилола $\rho_{ж} = 855 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, уайт-спирита $760 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Температура вспышки ксилола $t_{всп} = 29$ °С, уайт-спирита 33 °С. Нижний концентрационный предел распространения пламени ксилола $S_{НКПР} = 1,1$ % (об.), уайт-спирита $0,7$ % (об.). Теплота сгорания ксилола $H_T = Q^p_{н} = 43154 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} = 43,15 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, уайт-спирита $43966 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} = 43,97 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Константы уравнения Антуана для ксилола $A = 6,17972$; $B = 1478,16$; $C_A = 220,535$; для уайт-спирита $A = 7,13623$; $B = 2218,3$; $C_A = 273,15$.

2. Обоснование расчетного варианта аварии.

При определении избыточного давления взрыва в качестве расчетного варианта аварии принимается разгерметизация одного бака с лаком для покрытия полюсных катушек способом окунания и утечка лака из напорного и отводящего трубопроводов при работающем насосе с последующим разливом лака на пол помещения. Происходит испарение ксилола и уайт-спирита с поверхности разлившегося лака, а также с открытой поверхности второго бака и с поверхности выгружаемых покрытых лаком полюсных катушек (10 шт.). За расчетную температуру принимается максимальная абсолютная температура воздуха в данном районе (Москва) согласно СНиП 2.01.01-82 $t_p = 37$ °С. Плотность паров при $t_p = 37$ °С:

$$\rho_{ж} = \frac{106,17}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 4,1706 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3};$$

$$\text{уайт-спирита } \rho_{\text{н}} = \frac{147,3}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 37)} = 5,7864 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}.$$

Расчетное время отключения трубопроводов и насоса по п. 3.2 в) НПБ 105-95 $T_a = 300$ с, длительность испарения по п. 3.2 е) НПБ 105-95 $T = 3600$ с.

3. Объем $V_{\text{ж}}$, площадь разлива поступившего в помещение при расчетной аварии лака F_p и площадь испарения $F_{\text{И}}$ определяются в соответствии с положениями п. 3.2 НПБ 105-95:

$$V_{\text{ж}} = V_a + q \cdot T_a + \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 \cdot L_1 + d_2^2 \cdot L_2) =$$

$$= 0,45 + 6,5 \cdot 10^{-5} \cdot 300 + 0,785 \cdot (0,025^2 \cdot 10 + 0,04^2 \cdot 10) = 0,487 \text{ м}^3 = 487 \text{ л};$$

$$F_p = 0,5 \cdot 487 = 243,5 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{И}} = F_p + F_{\text{емк}} + F_{\text{св.окр}} = 243,5 + 1,54 + 6,28 = 251,3 \text{ м}^2.$$

4. Определяем давление насыщенных паров ксилола и уайт-спирита $P_{\text{Н}}$ при расчетной температуре $t_p = 37$ °С:

- для ксилола

$$\lg P_{\text{Н}} = 6,17972 - \frac{1478,16}{(220,535 + 37)} = 0,440073;$$

$$P_{\text{Н}} = 2,755 \text{ кПа};$$

- для уайт-спирита

$$\lg P_{\text{Н}} = 7,13623 - \frac{2218,3}{(273,15 + 37)} = -0,016116;$$

$$P_{\text{Н}} = 0,964 \text{ кПа}.$$

5. Интенсивность испарения растворителя W составит:

- по ксилолу

$$W = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot \sqrt{106,17} \cdot 2,755 = 2,8387 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1};$$

- по уайт-спириту

$$W = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot \sqrt{147,3} \cdot 0,964 = 1,1700 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

6. В соответствии с положениями пп.1.4 и 3.1 НПБ 105-95 определяем массу паров, поступивших в помещение, m по наиболее опасному компоненту - ксилолу

$$m = 2,8387 \cdot 10^{-5} \cdot 251,3 \cdot 3600 = 25,6812 \text{ кг}.$$

7. Определение коэффициента участия паров растворителя во взрыве Z проводим в соответствии с пп. 1 и 2 приложения НПБ 105-95, принимая значения расчетных параметров по ксилолу либо уайт-спириту, наиболее опасные в отношении последствий взрыва.

7.1. Средняя концентрация паров растворителя в помещении $C_{\text{ср}}$ составит

$$C_{cp} = \frac{100 \cdot 25,6812}{4,1706 \cdot 2048} = 0,30 \% \text{ (об.)}.$$

$C_{cp} = 0,30 \% \text{ (об.)} < 0,5 \cdot C_{НКПР} = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35 \% \text{ (об.)}$, следовательно, можно определить значение коэффициента Z расчетным методом.

7.2. Значение C_H будет равно

$$C_H = 100 \cdot (2,755/101) = 2,73 \% \text{ (об.)}.$$

7.3. Значение C_0 будет равно

$$C_0 = 2,73 \cdot \left(\frac{25,6812 \cdot 100}{2,73 \cdot 4,1706 \cdot 2048} \right)^{0,47} = 1,105 \% \text{ (об.)}.$$

7.4. Расстояния $X_{НКПР}$, $Y_{НКПР}$, $Z_{НКПР}$ составят:

$$X_{НКПР} = 1,1958 \cdot 32 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,25 \cdot 1,105}{0,7} \right)^{0,5} = 31,55 \text{ м};$$

$$Y_{НКПР} = 1,1958 \cdot 10 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,25 \cdot 1,105}{0,7} \right)^{0,5} = 9,86 \text{ м};$$

$$Z_{НКПР} = 0,04714 \cdot 8 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,25 \cdot 1,105}{0,7} \right)^{0,5} = 0,31 \text{ м}.$$

7.5. Коэффициент Z согласно формуле (2) приложения НПБ 105-95 составит

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{25,6812} \cdot 5,7864 \cdot \left(1,105 + \frac{1,1}{1,25} \right) \cdot 320 \cdot 0,31 = 0,222$$

8. Значение стехиометрической концентрации $C_{СТ}$ согласно формуле (3) НПБ 105-95 составит:

- для ксилола

$$\beta = 8 + \frac{10}{4} = 10,5;$$

$$C_{СТ} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 10,5} = 1,93 \% \text{ (об.)},$$

- для уайт-спирита

$$\beta = 10,5 + \frac{21}{4} = 15,75;$$

$$C_{СТ} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 15,75} = 1,29 \% \text{ (об.)}.$$

9. Избыточное давление взрыва ΔP согласно формуле (1) НПБ 105-95 составит

$$\Delta P = (900 - 101) \cdot \frac{25,6812 \cdot 0,222}{2048 \cdot 4,1706} \cdot \frac{100}{1,29} \cdot \frac{1}{3} = 13,8 \text{ кПа}.$$

10. Расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа, следовательно, помещение сушильно-пропиточного отделения электромашинного цеха относится к категории Б.

11. Расчет избыточного давления взрыва ΔP в помещении сушильно-пропиточного отделения электромашинного цеха с учетом работы аварийной вентиляции (по п. 3.7 НПБ 105-95). Рассматривается случай при кратности обмена аварийной вентиляции $A = 6 \text{ ч}^{-1}$.

11.1. При кратности воздухообмена A , создаваемого аварийной вентиляцией, равной $6 \text{ ч}^{-1} = 1,6667 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, согласно п. 3.9 Пособия скорость движения воздуха в помещении составит

$$U = A \cdot L = 1,6667 \cdot 10^{-3} \cdot 32 = 0,05 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}.$$

11.2. Интенсивность испарения растворителя W (по ксилолу) при скорости воздушного потока в помещении $U = 0,05 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ (с некоторым запасом коэффициент $\eta = 1,6$ в соответствии с табл. 3 НПБ 105-95) будет равна

$$W = 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot \sqrt{106,17} \cdot 2,755 = 4,5420 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

11.3. Масса поступивших в помещение паров растворителя (по ксилолу) $m_{и}$ составит

$$m_{и} = 4,5420 \cdot 10^{-5} \cdot 251,3 \cdot 3600 = 41,0906 \text{ кг}.$$

11.4. Масса находящихся в помещении паров растворителя m при учете работы аварийной вентиляции в соответствии с п. 3.7 НПБ 105-95 будет равна

$$m = \frac{m_{и}}{A \cdot T + 1} = \frac{41,0906}{1,6667 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 + 1} = 5,8700 \text{ кг}.$$

11.5. Средняя концентрация паров растворителя в помещении $C_{ср}$ составит

$$C_{ср} = \frac{100 \cdot 5,8700}{4,1706 \cdot 2048} = 0,07 \% \text{ (об.)}.$$

$C_{ср} = 0,07 \% \text{ (об.)} < 0,5 \cdot C_{НКПР} = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35 \% \text{ (об.)}$, следовательно, можно определить значение коэффициента участия паров растворителя во взрыве Z расчетным методом.

11.6. Значение C_0 будет равно

$$C_0 = 2,73 \left(\frac{5,8700 \cdot 100}{2,73 \cdot 4,1706 \cdot 2048} \right)^{0,46} = 0,502 \% \text{ (об.)}.$$

11.7. Расстояния $X_{НКПР}$, $Y_{НКПР}$, $Z_{НКПР}$ составят:

$$X_{НКПР} = 1,1958 \cdot 32 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,27 \cdot 0,502}{0,7} \right)^{0,5} = 0 \text{ м};$$

$$Y_{НКПР} = 1,1958 \cdot 10 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,27 \cdot 0,502}{0,7} \right)^{0,5} = 0 \text{ м};$$

$$Z_{НКПР} = 0,3536 \cdot 8 \cdot \left(1,0 \cdot \ln \frac{1,27 \cdot 0,502}{0,7} \right)^{0,5} = 0 \text{ м}.$$

$X_{НКПР}$, $Y_{НКПР}$, $Z_{НКПР}$ согласно п. 3 приложения НПБ 105-95 принимаются равными 0, поскольку логарифмы указанных в формулах сомножителей дают отрицательные значения. Следовательно, исходя из формулы (1) приложения НПБ 105-95, коэффициент участия паров растворителя $Z = 0$.

Подставляя в формулу (1) НПБ 105-95 значение коэффициента $Z = 0$ получим избыточное давление взрыва $\Delta P = 0$ кПа.

11.8. Расчетное избыточное давление взрыва меньше 5 кПа, следовательно, помещение сушильно-пропиточного отделения электромашинного цеха при оснащении его аварийной вентиляцией кратностью воздухообмена $A = 6 \text{ ч}^{-1}$ (в соответствии с требованиями п. 3.7 НПБ 105-95) не относится к категориям А и Б. Согласно п. 2.2 и табл. 1 НПБ 105-95 проведем проверку принадлежности помещения к категориям В1 - В4.

11.9. В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 определим пожарную нагрузку Q и удельную пожарную нагрузку g :

$$G = 2 \cdot V_a \cdot \rho_{ж} = 2 \cdot 0,45 \cdot 855 = 769,5 \text{ кг};$$

$$Q = G \cdot Q_{н}^p = 769,5 \cdot 43,97 = 33835 \text{ Мдж};$$

$$S = 2 \cdot F_{емк} = 1,54 \cdot 2 = 3,08 \text{ м}^2 \text{ (согласно п. 3.20 НПБ 105-95 принимаем } S = 10 \text{ м}^2);$$

$$g = Q/S = 33835/10 = 3383,5 \text{ Мдж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

11.10. Удельная пожарная нагрузка более 2200 МДж · м⁻². Помещение сушильно-пропиточного отделения электромашинного цеха при оснащении его аварийной вентиляцией с кратностью воздухообмена $A = 6 \text{ ч}^{-1}$ (в соответствии с требованиями п. 3.7 НПБ 105-95) согласно табл. 4 НПБ 105-95 относится к категории В1.

6.3. Помещения с горючими пылями

Пример 7

1. Исходные данные.

1.1. Производственное помещение, где осуществляется фасовка пакетов с сухим растворимым напитком, имеет следующие габариты: высота - 8 м, длина - 30 м, ширина - 10 м. Свободный объем помещения составляет $V_{ce} = 0,8 \cdot 8 \cdot 30 \cdot 10 = 1920 \text{ м}^3$. В помещении расположен смеситель, представляющий собой цилиндрическую емкость со встроенным шнекообразным устройством равномерного перемешивания порошкообразных компонентов напитка, загружаемых через расположенное сверху входное отверстие. Единовременная загрузка дисперсного материала в смеситель составляет $m_{ан} = m = 300 \text{ кг}$. Основным компонентом порошкообразной смеси является сахар (более 95 % (масс.)), который представляет наибольшую пожаровзрывоопасность. Подготовленная в смесителе порошкообразная смесь подается в аппараты фасовки, где производится дозирование (по 30 г) сухого напитка в полиэтиленовые упаковки. Значительное количество пылеобразного материала в смесителе и частая пылеуборка в помещении позволяет при обосновании расчетного варианта аварии пренебречь пылеотложениями на полу, стенах и других поверхностях.

1.2. Расчет категории помещения производится для сахарной пыли, которая представлена в подавляющем количестве по отношению к другим компонентам сухого напитка. Теплота сгорания пыли $H_T = 16477 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} = 1,65 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Распределение пыли по дисперсности представлено в таблице.

Фракция пыли, мкм	≤ 100 мкм	≤ 200 мкм	≤ 500 мкм	≤ 1000 мкм
Массовая доля, % (масс.)	5	10	40	100

Критический размер частиц взрывоопасной взвеси сахарной пыли $d^* = 200 \text{ мкм}$.

2. Обоснование расчетного варианта аварии.

Аварийная ситуация, которая сопровождается наибольшим выбросом горючего материала в объем помещения, связана с разгерметизацией смесителя, как емкости, содержащей наибольшее количество горючего материала. Процесс разгерметизации может быть связан со взрывом взвеси в смесителе: в процессе перемешивания в объеме смесителя создается взрывоопасная смесь горючего порошка с воздухом, зажигание которой возможно разрядом статического электричества или посторонним

металлическим предметом, попавшим в аппарат при загрузке исходных компонентов; затирание примесного материала между шнеком и корпусом смесителя приводит к его разогреву до температур, достаточных для зажигания пылевоздушной смеси. Взрыв пыли в объеме смесителя вызывает ее выброс в объем помещения и вторичный взрыв. Отнесение помещения к категории Б зависит от величины расчетного избыточного давления взрыва.

3. Расчет избыточного давления взрыва ΔP производится по формуле (4) НПБ 105-95, где коэффициент участия пыли во взрыве Z рассчитывается по формуле (14) НПБ 105-95 (для $d^* \leq 200$ мкм $F = 10\% = 0,1$) и составляет

$$Z = 0,5 \cdot F = 0,5 \cdot 0,1 = 0,05.$$

По формуле (43) Пособия получаем

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{ce} \rho_c \cdot c_p \cdot T_0 \cdot K_m} \cdot \frac{1}{K_m} = \frac{300 \cdot 1,65 \cdot 10^7 \cdot 101 \cdot 0,05}{1920 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot 300 \cdot 3} = 11,9 \text{ кПа.}$$

4. Расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа, следовательно, помещение фасовки пакетов с сухим растворимым напитком относится к категории Б.

Пример 8

1. Исходные данные.

1.1. Складское помещение мукомольного комбината для хранения муки в бумажной таре по 5 кг. Свободный объем помещения $V_{ce} = 500 \text{ м}^3$. Значительное количество мелкодисперсной муки в таре по отношению к объему помещения и ежедневная пылеуборка в помещении позволяют пренебречь пылеотложениями на полу, стенах и других поверхностях.

1.2. Единственным взрывопожароопасным веществом в помещении является мука: мелкодисперсный продукт (дисперсность менее 100 мкм). Теплота сгорания $H_T = 18000 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Критический размер частиц взрывоопасной взвеси мучной пыли $d^* = 250$ мкм.

2. Обоснование расчетного варианта аварии.

Аварийная ситуация с образованием пылевоздушного облака может быть связана с разрывом тары одного из пакетов с мукой, в результате которого его содержимое (5 кг) образует взрывоопасную взвесь.

3. Определение избыточного давления взрыва ΔP по номограмме (рис. 28 Пособия).

Коэффициент участия пыли во взрыве Z согласно п. 3.12 НПБ 105-95 составляет 0,5. Определение избыточного давления взрыва может быть произведено по номограмме (рис. 28 Пособия) с учетом значения теплоты сгорания. Параметр $m/V_{ce} = 5/500 = 0,01 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} = 10 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$. Отсюда по номограмме ($H_T = 18000 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$) получаем $\Delta P > 8,0 \text{ кПа}$.

4. Расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа, следовательно, складское помещение мукомольного комбината относится к категории Б.

6.4. Помещения с горючими жидкостями

При определении категории помещений в нижеприведенных примерах учитываются следующие положения НПБ 105-95:

- в качестве расчетного выбирался наиболее неблагоприятный вариант аварии, при котором участвует аппарат, имеющий наибольшую пожарную нагрузку (п. 3.1);
- в процессе аварии все содержимое аппарата поступает в помещение и образует пожарную нагрузку (п. 3.2);

- площадь пожарной нагрузки определяется с учетом особенностей технологии, под площадью пожарной нагрузки понимается площадь разлива ГЖ из агрегата, ограниченная бортиками, поддонами, сливными емкостями и др.

Пример 9

Цех разделения, компрессии воздуха и компрессии продуктов разделения воздуха. Машинное отделение. В помещении находятся горючие вещества (турбинные, промышленные и другие масла с температурой вспышки выше 61 ° С), которые обращаются в центробежных и поршневых компрессорах. Количество масла в компрессоре составляет 15 кг. Количество компрессоров 5.

Определим категорию помещения для наименее опасного случая, когда количество масла в каждом из компрессоров составляет 15 кг, а другая пожарная нагрузка отсутствует.

В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 пожарная нагрузка определяется из соотношения

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{*i}$$

где G_i - количество i -го материала пожарной нагрузки, кг; Q_{*i} - низшая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки, МДж · кг⁻¹.

Низшая теплота сгорания для турбинного масла составляет 41,87 МДж · кг⁻¹. Пожарная нагрузка будет равна

$$Q = 15 \cdot 41,87 = 628 \text{ МДж.}$$

Согласно технологическим условиям площадь размещения пожарной нагрузки составляет 6 - 8 м². В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 принимаем площадь размещения пожарной нагрузки $S = 10 \text{ м}^2$. Удельная пожарная нагрузка составит

$$g = Q/S = 628/10 = 62,8 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

В соответствии с табл. 4 НПБ 105-95 помещения с данной удельной пожарной нагрузкой могут быть отнесены к категории В4 ($g \leq 180 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$) при условии, что способ ее размещения удовлетворяет необходимым требованиям, изложенным в примечании 1.

Для пожарной нагрузки, состоящей из ЛВЖ и ГЖ, расстояния между участками разлива пожарной нагрузки должны быть больше предельных.

В помещении минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм H составляет около 9 м. При этих условиях ($H < 11 \text{ м}$) предельное расстояние $l_{пр}$ должно удовлетворять неравенству

$$l_{пр} > 26 - H \text{ или при } H = 9 \text{ м } l_{пр} > 17 \text{ м.}$$

Поскольку данное условие для машинных отделений не выполнимо (расстояния между агрегатами не более 6 м), эти помещения следует отнести к категории В3. В соответствии с табл. 4 НПБ 105-95 проведем проверку соответствия этого помещения категории В3 по примечанию 2. Определим, выполняется ли условие

$$Q \geq 0,64 \cdot g \cdot H^2.$$

После подстановки численных значений получим

$$0,64 \cdot g \cdot H^2 = 0,64 \cdot 62,8 \cdot 9^2 = 3255,6 \text{ МДж.}$$

Так как $Q = 628 \text{ МДж}$ и условие $Q \geq 3255,6 \text{ МДж}$ не выполняется, помещение следует отнести к категории В3.

Определим категорию помещения с помощью номограмм. Согласно процедуре определения категории помещения, схематически представленной на номограмме рис. 29 Пособия, воспользуемся номограммой на рис. 30 Пособия для данного конкретного случая. Значение предельной площади размещения пожарной нагрузки вычисляем из соотношения

$$0,64 \cdot H^2 = 0,64 \cdot 9^2 = 51,84 \text{ м}^2.$$

Точка пересечения значений массы горючего материала и $S = 10 \text{ м}^2$ лежит на данной номограмме в области категории В3 левее прямой $S = 51,84 \text{ м}^2$, поэтому данное помещение относится к категории В3.

Пример 10

Определим категорию помещения для другого случая, когда количество масла в одном из компрессоров (имеющем наибольшее количество масла) составляет 1200 кг.

В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 пожарная нагрузка будет равна

$$Q = 1200 \cdot 41,87 = 50244 \text{ МДж.}$$

Согласно технологическим условиям площадь размещения пожарной нагрузки будет составлять 30 м^2 . В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 принимаем площадь размещения пожарной нагрузки $S = 30 \text{ м}^2$. Удельная пожарная нагрузка составит

$$g = Q/S = 50244/30 = 1674,8 \text{ Мдж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

В соответствии с табл. 4 НПБ 105-95 помещения с данной удельной пожарной нагрузкой могут быть отнесены к категории В2 при условии, что способ ее размещения удовлетворяет необходимым требованиям, изложенным в примечании 2.

В данном помещении минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до покрытия H составляет около 6,5 м.

Определим, выполняется ли условие

$$Q \geq 0,64 \cdot g \cdot H^2.$$

После подстановки численных значений получим

$$0,64 \cdot g \cdot H^2 = 0,64 \cdot 1674,8 \cdot 6,5^2 = 45286,6 \text{ МДж.}$$

Так как $Q = 50244 \text{ МДж}$ и условие $Q \geq 45286,6 \text{ МДж}$ выполняется, помещение следует отнести к категории В1.

Пользуясь номограммой рис. 30 Пособия, определим, что точка пересечения значения массы горючего материала и $S = 30 \text{ м}^2$ лежит в области, соответствующей категории В2, правее прямой $S = 0,64 \cdot H^2 = 0,64 \cdot 6,5^2 = 27 \text{ м}^2$, соответствующей предельной площади размещения пожарной нагрузки. Значит, это помещение относится к категории В1.

Пример 11

Определим категорию помещения, приведенного в примере 9, для другого случая, когда количество масла в одном из компрессоров (имеющем наибольшее количество масла) составляет 1200 кг.

В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 пожарная нагрузка будет равна

$$Q = 1200 \cdot 41,87 = 50244 \text{ МДж.}$$

Согласно технологическим условиям площадь размещения пожарной нагрузки составляет 26 м^2 . В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 принимаем площадь размещения пожарной нагрузки $S = 26 \text{ м}^2$. Удельная пожарная нагрузка составит

$$g = Q/S = 50244/26 = 1932,5 \text{ Мдж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

В соответствии с табл. 4 НПБ 105-95 помещения с данной удельной пожарной нагрузкой могут быть отнесены к категории В2 при условии, что способ ее размещения удовлетворяет необходимым требованиям, изложенным в примечании 2.

В данном помещении минимальное расстояние H от поверхности пожарной нагрузки до покрытия составляет около 9 м.

Определим, выполняется ли условие

$$Q \geq 0,64 \cdot g \cdot H^2.$$

После подстановки численных значений получим

$$0,64 \cdot g \cdot H^2 = 0,64 \cdot 1932,5 \cdot 9^2 = 100181 \text{ Мдж}.$$

Так как $Q = 50244$ Мдж и условие $Q \geq 100181$ Мдж не выполняется, помещение следует отнести к категории В2.

Пользуясь номограммой рис. 30 Пособия, определим, что точка пересечения значений массы горючего материала и $S = 26 \text{ м}^2$ лежит в области, соответствующей категории В2, левее прямой $S = 0,64 \cdot H^2 = 0,64 \cdot 9^2 = 51,84 \text{ м}^2$. Значит, это помещение относится к категории В2.

Пример 12

Определим категорию того же помещения (пример 11) для случая, когда количество масла в одном из компрессоров (имеющем наибольшее количество масла) составляет 7000 кг.

В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 пожарная нагрузка будет равна

$$Q = 7000 \cdot 41,87 = 293090 \text{ Мдж}.$$

Согласно технологическим условиям площадь размещения пожарной нагрузки составляет 130 м^2 . В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 принимаем площадь размещения пожарной нагрузки $S = 130 \text{ м}^2$. Удельная пожарная нагрузка составит

$$g = Q/S = 293090/130 = 2254,5 \text{ Мдж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

В соответствии с табл. 4 НПБ 105-95 помещение с данной удельной пожарной нагрузкой следует отнести к категории В1. Этот же результат определяется с помощью номограммы рис. 30 Пособия.

6.5. Помещения с твердыми горючими веществами и материалами

Пример 13

Складское здание. Складское здание представляет собой многостеллажный склад, в котором предусмотрено хранение на металлических стеллажах негорючих материалов в картонных коробках. В каждом из десяти рядов стеллажей содержится десять ярусов, шестнадцать отсеков, в которых хранятся по три картонные коробки весом 1 кг каждая. Верхняя отметка хранения картонной тары на стеллажах составляет 5 м, а высота нижнего пояса до отметки пола 7,2 м. Длина стеллажа составляет 48 м, ширина 1,2 м, расстояние между рядами стеллажей - 2,8 м.

Согласно исходным данным площадь размещения пожарной нагрузки в каждом ряду составляет $57,6 \text{ м}^2$.

Определим полное количество горючего материала (картон) в каждом ряду стеллажей:

$$10 \text{ ярусов} \cdot 16 \text{ отсеков} \cdot 3 \text{ коробки} \cdot 1 \text{ кг} = 480 \text{ кг}.$$

Низшая теплота сгорания для картона составляет $13,4 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Пожарная нагрузка будет равна

$$Q = 480 \cdot 13,4 = 6432 \text{ МДж.}$$

Удельная пожарная нагрузка составит

$$g = Q/S = 6432/57,6 = 111,7 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Это значение соответствует категории В4. Однако площадь размещения пожарной нагрузки превышает 10 м^2 . Поэтому к категории В4 данное помещение отнести нельзя. В соответствии с табл. 4 НПБ 105-95 помещение может быть отнесено к категории В3 при условии, что способ размещения пожарной нагрузки удовлетворяет необходимым требованиям, изложенным в примечании 2.

В данном помещении минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до покрытия H составляет около $2,2 \text{ м}$.

Определим, выполняется ли условие

$$Q \geq 0,64 \cdot g \cdot H^2.$$

После подстановки численных значений получим

$$0,64 \cdot g \cdot H^2 = 0,64 \cdot 111,7 \cdot 2,2^2 = 346 \text{ МДж.}$$

Так как $Q = 6432 \text{ МДж}$ и условие $Q \geq 346 \text{ МДж}$ выполняется, помещение следует отнести к категории В2.

Пользуясь номограммой рис. 38 Пособия, определим, что точка пересечения значений массы горючего материала и $S = 57,6 \text{ м}^2$ лежит в области, соответствующей категории В3, правее прямой $S = 0,64 \cdot H^2 = 0,64 \cdot 2,2^2 = 3,1 \text{ м}^2$ (предельная площадь размещения пожарной нагрузки). Значит, это помещение относится к категории В2.

Пример 14

Производственная лаборатория. В помещении лаборатории находятся: шкаф вытяжной химический, стол для микроаналитических весов, два стула. В лаборатории можно выделить один участок площадью 10 м^2 , на котором расположены стол и два стула, выполненные из дерева. Общая масса древесины на этом участке составляет около 47 кг .

Низшая теплота сгорания для древесины составляет $13,8 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Пожарная нагрузка будет равна

$$Q = 13,8 \cdot 47 = 648,6 \text{ МДж.}$$

Площадь размещения пожарной нагрузки составляет $2,5 \text{ м}^2$. В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 принимаем площадь размещения пожарной нагрузки $S = 10 \text{ м}^2$. Удельная пожарная нагрузка составит

$$g = Q/S = 648,6/10 = 64,9 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

В соответствии с табл. 4 НПБ 105-95 помещения с данной удельной пожарной нагрузкой следует отнести к категории В4.

Поскольку в помещении лаборатории нет других участков с пожарной нагрузкой, помещение относится к категории В4.

Пример 15

Помещение гаража. Основную пожарную нагрузку автомобиля составляет резина, топливо, смазочные масла, искусственные полимерные материалы. Среднее значение количества этих материалов для грузового автомобиля следующее: резина - $118,4 \text{ кг}$, дизельное топливо - 120 кг , смазочные масла - 18 кг , пенополиуретан - 4 кг , полиэтилен - $1,8 \text{ кг}$, полихлорвинил - $2,6 \text{ кг}$, картон - $2,5 \text{ кг}$, искусственная кожа

- 9 кг. Общая масса горючих материалов 276,3 кг. Как показано выше в примере 5, для дизельного топлива $\Delta P = 0$, т. е. помещение не относится к категориям А и Б.

Низшая теплота сгорания составляет: для смазочного масла - $41,87 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, резины - $33,52 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, дизельного топлива - $43,59 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, пенополиуретана - $24,3 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, полиэтилена - $47,14 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, полихлорвинила - $14,31 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, картона - $13,4 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, искусственной кожи - $17,76 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Пожарная нагрузка будет равна

$$Q = 18 \cdot 41,87 + 118,4 \cdot 33,52 + 120 \cdot 43,59 + 4 \cdot 24,3 + 1,8 \cdot 47,14 + 2,5 \cdot 13,4 + 9 \cdot 17,76 + 2,6 \cdot 14,31 = 10365,8 \text{ МДж}.$$

Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до покрытия H составляет 6 м. Площадь размещения пожарной нагрузки $S = 10 \text{ м}^2$. Удельная пожарная нагрузка составит

$$g = Q/S = 10365,8/10 = 1036,6 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

В соответствии с табл. 4 НПБ 105-95 помещения с данной удельной пожарной нагрузкой следует отнести к категории В3.

Определим, выполняется ли условие

$$Q \geq 0,64 \cdot g \cdot H^2.$$

После подстановки численных значений получим

$$0,64 \cdot g \cdot H^2 = 0,64 \cdot 1036,6 \cdot 6^2 = 23883,3 \text{ МДж}.$$

Так как $Q = 10365,8 \text{ МДж}$ и условие $Q \geq 23883,3 \text{ МДж}$ не выполняется, помещение следует отнести к категории В3.

Так как номограммы для смеси горючих материалов нет, для оценки категории данного помещения воспользуемся номограммой рис. 30 Пособия, как номограммой для веществ с наиболее близкой теплотворной способностью к рассматриваемым.

Предельное значение площади размещения пожарной нагрузки составит

$$0,64 \cdot H^2 = 0,64 \cdot 6^2 = 23 \text{ м}^2.$$

Точка пересечения значений массы горючего материала и $S = 10 \text{ м}^2$ лежит в области, соответствующей категории В3, левее прямой $S = 23 \text{ м}^2$. Следовательно, помещение относится к категории В3.

6.6. Помещения с горючими газами, легковоспламеняющимися жидкостями, горючими жидкостями, пылями, твердыми веществами и материалами

Пример 16

1. Исходные данные.

1.1. Помещение малярно-сдаточного цеха тракторосборочного корпуса. В помещении цеха производится окрашивание и сушка окрашенных тракторов на двух конвейерных линиях. В сушильных камерах в качестве топлива используется природный газ. Избыток краски из окрасочных камер смывается водой в коагуляционный бассейн, из которого после отделения от воды краска удаляется по трубопроводу за пределы помещения для дальнейшей ее утилизации.

1.2. Используемые вещества и материалы:

- природный газ метан (содержание 99,2 % (об.));
- грунт ГФ-0119 ГОСТ 23343-78;

- эмаль МЛ-152 ГОСТ 18099-78;

- растворитель ГОСТ 10214-78 или ГОСТ 1928-79 (наиболее опасный компонент в составе растворителей грунта и эмали).

1.3. Физико-химические свойства веществ и материалов [5]:

Молярная масса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$:

- метан $M_{\text{CH}_4} = 16,04$;

- растворитель $M_{\text{C}_{8,5}\text{H}_{11}} = 113,2$

Расчетная температура t_p , °C:

- в помещении $t_n = 39$ [1];

- в сушильной камере $t_k = 80$.

Плотность жидкости, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$:

- растворителя $\rho_{\text{C}_{8,5}\text{H}_{11}} = 850$.

Плотность газов и паров, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$:

- метана $\rho_{\text{CH}_4}^{39^\circ\text{C}} = \frac{M}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 t_p)} = 0,6260$;

- растворителя $\rho_{\text{C}_{8,5}\text{H}_{11}}^{39^\circ\text{C}} = 4,4182 (\rho_6)$; $\rho_6^{80^\circ\text{C}} = 3,9043$.

Парциальное давление насыщенных паров при температуре 39 °C [5], кПа:

- растворителя $lg P_{\text{H.C}_{8,5}\text{H}_{11}} = 6,2276 - \frac{1529,33}{226,679 + t_n}$;

$P_{\text{H.C}_{8,5}\text{H}_{11}} = 3,0$.

Интенсивность испарения при 39 °C, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$:

- растворитель $W_c = 10^{-6} \cdot \sqrt{113,2} \cdot 3,0 = 3,1919 \cdot 10^{-5}$.

1.4. Пожароопасные свойства [5]:

Температура вспышки, °C:

- растворитель $t_{\text{всп}} = 21$.

Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР), % (об.):

- метан $C_{\text{НКПР, CH}_4} = 5,28$;

- растворитель $C_{\text{раств. C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 1,0$.

Стехиометрическая концентрация, % (об.):

- метан $C_{\text{ст. CH}_4} = 9,36$;

- растворитель $C_{\text{ст. C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 1,80$ ($C_{\text{ст. C}_2}$).

1.5. Размеры помещений и параметры технологического процесса.

1.5.1. Общие размеры цеха: $L = 264,7$ м, $S = 30,54$ м, $H = 15,75$ м. Объем помещения $V_n = 264,7 \cdot 30,54 \cdot 15,75 = 127322,0$ м³.

1.5.2. Площадь окрасочного пролета со встроенными помещениями на отметке 0,00: $F_{\text{общ}} = 264,7 \cdot 30,54 = 8083,94$ м².

1.5.3. Площади встроенных помещений:

- тамбур (ось В/1) $F_{1,\text{встр}} = 1,75 \cdot 3,49 = 6,11$ м²;

- ПСУ (оси К-К/1) $F_{2,\text{встр}} = 1,97 \cdot 6,61 = 13,02$ м²;

- помещения (оси Л/3-Р/1) $F_{3,\text{встр}} = 82,76 \cdot 6,55 = 542,08$ м²;

- помещения (оси У-Х1) $F_{4,\text{встр}} = 50,04 \cdot 6,55 = 327,76$ м²;

- суммарная площадь встроенных помещений:

$$F_{\text{встр}} = F_{1,\text{встр}} + F_{2,\text{встр}} + F_{3,\text{встр}} + F_{4,\text{встр}} = 6,11 + 13,02 + 542,08 + 327,76 = 888,97 \text{ м}^2.$$

1.5.4. Площадь окрасочного пролета без встроенных помещений:

$$F_{\text{оп}} = F_{\text{общ}} - F_{\text{встр}} = 8083,94 - 888,97 = 7194,97 \text{ м}^2.$$

1.5.5. Объем окрасочного пролета с площадью $F_{\text{оп}}$ и высотой H :

$$V_{\text{всп}} = 7194,97 \cdot 15,75 = 113320,78 \text{ м}^3.$$

1.5.6. Объемы встроенных помещений на отм. 6,500:

- венткамера (отм. 6,500, ось В/1, консоль):

$$V_{1,\text{встр}} = 1,95 \cdot 27,05 \cdot 9,25 = 487,91 \text{ м}^3;$$

- венткамера (отм. 6,500, оси Х/Х1, консоль):

$$V_{2,\text{встр}} = 5,47 \cdot 23,99 \cdot 9,25 = 1213,83 \text{ м}^3;$$

- венткамера (отм. 6,500, оси И/2-К/2):

$$V_{3,\text{встр}} = 23,92 \cdot 7,27 \cdot 9,25 - 13,02 \cdot 9,25 = 1488,12 \text{ м}^3;$$

- венткамера (отм. 6,500, оси Р/1-У):

$$V_{4,\text{встр}} = 5,43 \cdot 6,55 \cdot 9,25 = 328,99 \text{ м}^3;$$

- венткамера (отм. 6,500, оси П/2-У, консоль):

$$V_{5,встр} = 0,72 \cdot 27,0 \cdot 9,25 = 179,82 \text{ м}^3;$$

- суммарный объем встроенных помещений:

$$V_{1-5,встр} = V_{1,встр} + V_{2,встр} + V_{3,встр} + V_{4,встр} + V_{5,встр} = 3698,67 \text{ м}^3.$$

1.5.7. Объем окрасочного пролета без объема $V_{1-5,встр}$:

$$V_1 = V_{беп} - V_{1-5,встр} = 113320,78 - 3698,67 = 109622,11 \text{ м}^3.$$

1.5.8. Объемы над встроенными помещениями на отм. 12,030:

- венткамеры (отм. 12,030, оси Л/3-М/1):

$$V_{1,пер} = 10,5 \cdot 6,55 \cdot 3,72 = 255,84 \text{ м}^3;$$

- помещения (отм. 6,500, оси М/1-М/3):

$$V_{2,пер} = 6,5 \cdot 6,55 \cdot 9,25 = 393,82 \text{ м}^3;$$

- венткамеры (отм. 12,030, оси М/3-Н/1):

$$V_{3,пер} = 5,08 \cdot 6,55 \cdot 3,72 = 123,78 \text{ м}^3;$$

- помещения (отм. 7,800, оси Ф-Х):

$$V_{4,пер} = 23,1 \cdot 6,55 \cdot 7,95 - 5,82 \cdot 2,72 \cdot 2,82 = 1158,23 \text{ м}^3;$$

- тамбур (отм. 3,74, ось В/1):

$$V_{5,пер} = 1,75 \cdot 3,49 \cdot 2,26 = 13,80 \text{ м}^3;$$

- ПСУ (отм. 3,040, оси К-К/1):

$$V_{6,пер} = 1,97 \cdot 6,61 \cdot 2,96 = 38,54 \text{ м}^3;$$

- общий объем над встроенными помещениями:

$$V_{1-6, пер} = V_{1, пер} + V_{2, пер} + V_{3, пер} + V_{4, пер} + V_{5, пер} + V_{6, пер} = 1984,01 \text{ м}^3.$$

1.5.9. Объем бассейна коагуляции на отм. -2,500 и 0,00 ($L = 80,5 \text{ м}$, $S = 3,60 \cdot 6,40 \text{ м}$, $H = 2,10 \div 2,20 \text{ м}$):

$$V_6 = (1,90 \cdot 6,40 + 2,40 \cdot 5,00 + 1,40 \cdot 4,00 + 6,40 \cdot 3,10 + 66,4 \cdot 2,60 + 2,0 \cdot 2,50) \cdot 2,20 + 76,20 \cdot 1,00 \cdot 2,10 = 659,95 \text{ м}^3.$$

1.5.10. Объем помещения окрасочного участка малярно-сдаточного цеха:

$$V_n = V_1 + V_{1-6,пер} + V_6 = 109622,11 + 1984,01 + 659,95 = 112266,07 \text{ м}^3.$$

1.5.11. Свободный объем помещения окрасочного участка малярно-сдаточного цеха:

$$V_{св} = 0,8 \cdot V_n = 0,8 \cdot 112266,07 = 89812,86 \text{ м}^3 \approx 89813 \text{ м}^3.$$

1.5.12. Толщина слоя лакокрасочных материалов:

- грунт ФЛ-03 $\delta_z = 15 \text{ мкм}$;

- эмаль МЛ-152 $\delta_y = 20 \text{ мкм}$.

1.5.13. Расход лакокрасочных материалов:

- грунт ФЛ-03К $G_{э,фл} = 3,97 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{мкм}^{-1}$;

- эмаль МЛ-152 $G_э = 4,2 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{мкм}^{-1}$.

1.5.14. Содержание горючих растворителей в лакокрасочных материалах:

- грунт ФЛ-03К $\varphi_{э,фл} = 67 \%$ (масс.);

- эмаль МЛ-152 $\varphi_э = 78 \%$ (масс.).

1.5.15. Расход растворителя на единицу площади окрашиваемых поверхностей тракторов:

- сольвент (грунт ФЛ-03К) $G_{рфл} = 2,66 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{мкм}^{-1}$;

- сольвент (эмаль МЛ-152) $G_{рэ} = 3,276 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{мкм}^{-1}$.

1.5.16. Производительность конвейера по площади нанесения лакокрасочных материалов:

- линия окрашивания тракторов в серийном исполнении

$$n_{к,с} = 407,3 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}^{-1} = 6,79 \text{ м}^2 \cdot \text{мин}^{-1} = 0,1131 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1};$$

- линия окрашивания тракторов в экспортном исполнении

$$n_{к,э} = 101,8 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}^{-1} = 1,70 \text{ м}^2 \cdot \text{мин}^{-1} = 0,0283 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}.$$

1.5.17. Производительность конвейера по массе растворителя, содержащегося в нанесенных лакокрасочных материалах:

- нанесение грунта ФЛ-03К (сольвент), окрашивание тракторов в экспортном исполнении

$$n_{р,фл} = 101,8 \cdot 15 \cdot 2,66 \cdot 10^{-3} = 4,0618 \text{ кг} \cdot \text{ч}^{-1} = 0,001128 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1};$$

- нанесение эмали МЛ-152 (сольвент), окрашивание тракторов в экспортном исполнении

$$n_{р,э} = 101,8 \cdot 20 \cdot 3,276 \cdot 10^{-3} = 6,6699 \text{ кг} \cdot \text{ч}^{-1} = 0,001853 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1};$$

- нанесение эмали МЛ-152 (сольвент), окрашивание тракторов в серийном исполнении

$$n_{р,эс} = 407,3 \cdot 20 \cdot 3,276 \cdot 10^{-3} = 26,6863 \text{ кг} \cdot \text{ч}^{-1} = 0,007413 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}.$$

2. Обоснование расчетных вариантов аварии.

2.1. Разгерметизация трубопровода, подающего природный газ в теплогенераторы, при работающем конвейере.

2.1.1. Расход газа метана в подводящем трубопроводе при давлении $P_{снч} = 178,4 \text{ кПа}$:

$$G_{снч} = 714 \text{ кг} \cdot \text{ч}^{-1} = 0,19844 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}.$$

2.1.2. Масса газа $m_{снч}$ поступающего из трубопроводов диаметром $d_э = 0,219 \text{ м}$ и общей длиной участков трубопроводов $L_э = 1152 \text{ м}$ согласно п. 3.2 в) и 3.8 НПБ 105-95 составит

$$m_{\text{CH}_4} = 0,19844 \cdot 300 + 0,01 \cdot 3,14 \cdot 178,4 \cdot \frac{0,219^2}{4} \cdot 1152 \cdot 0,626 = 107,97 \text{ кг.}$$

2.1.3. Масса растворителя, испаряющегося с окрашенных изделий, при работающем конвейере за время аварийной ситуации $T_a = 3600 \text{ с} = 1 \text{ ч}$ [2] с учетом коэффициента избытка лакокрасочных материалов $K_{\text{И}} = 2$ составит:

- линия окрашивания тракторов в серийном исполнении, окрашивание эмалью МЛ-152

$$m_{\text{ЭС}} = 2 \cdot n_{\text{р,ЭС}} \cdot T_a = 2 \cdot 26,6863 \cdot 1 = 53,3726 \text{ кг;}$$

- линия окрашивания тракторов в экспортном исполнении, грунтование грунтом ФЛ-03К

$$m_{\text{ГЭ}} = 2 \cdot n_{\text{р,ФЛ}} \cdot T_a = 2 \cdot 4,0618 \cdot 1 = 8,1236 \text{ кг;}$$

- линия окрашивания тракторов в экспортном исполнении, окрашивание эмалью МЛ-152

$$m_{\text{ЭЭ}} = 2 \cdot n_{\text{р,Э}} \cdot T_a = 2 \cdot 6,6699 \cdot 1 = 13,3398 \text{ кг.}$$

2.1.4. Масса растворителя $m_{\text{рб}}$ (кг), испаряющегося со свободной поверхности бассейна коагуляции $F_{\text{БК}} = 226,84 \text{ м}^2$ за время аварийной ситуации $T_a = 3600 \text{ с}$ [2], составит

$$m_{\text{рб}} = W_c \cdot F_{\text{БК}} \cdot T_a = 3,1919 \cdot 10^{-5} \cdot 226,84 \cdot 3600 = 26,0658 \text{ кг.}$$

2.2. Разгерметизация красконагнетательного бака при работающем конвейере.

2.2.1. Масса растворителя, поступающего в помещение при аварийной ситуации из красконагнетательного бака $V_{\text{БК}} = 60 \text{ л} = 0,06 \text{ м}^3$ и трубопроводов диаметром $d_{\text{БКО}} = d_{\text{БКП}} = 0,04 \text{ м}$ и длиной $(L_{\text{БКО}} + L_{\text{БКП}}) = 312 \text{ м}$, составит

$$m_{\text{БК}} = K_{\text{И}} \cdot n_{\text{рз}} \cdot \tau_a + [V_{\text{БК}} + 0,785 \cdot (d_{\text{БКО}}^2 \cdot L_{\text{БКО}} + d_{\text{БКП}}^2 \cdot L_{\text{БКП}})] \cdot \rho_{\text{э}} \cdot \rho_{\text{С}_{\text{к}}^* \text{H}_{\text{г}}^*} =$$

$$= 2 \cdot 0,007413 \cdot 300 + [0,06 + 0,785 \cdot (0,04^2 \cdot 156 + 0,04^2 \cdot 156)] \cdot 0,78 \cdot 850 = 304,04 \text{ кг.}$$

2.2.2. Площадь испарения $F_{\text{И,БК}} (\text{м}^2)$ с поверхности разлившейся из бака и трубопровода эмали МЛ-152 будет равна

$$F_{\text{И,БК}} = \frac{m_{\text{БК}} \cdot 100}{\rho_{\text{э}} \cdot \rho_{\text{С}_{\text{к}}^* \text{H}_{\text{г}}^*}} = \frac{304,04 \cdot 1000}{0,78 \cdot 850} = 458,6 \text{ м}^2.$$

2.2.3. Масса растворителя $m_{\text{рбб}}$ (кг), испаряющегося со свободной поверхности бассейна коагуляции и с поверхности разлившейся эмали МЛ-152 из красконагнетательного бака, будет равна

$$m_{\text{рбб}} = m_{\text{рб}} + W_c \cdot F_{\text{И,БК}} \cdot T_a = 26,0658 + 3,1919 \cdot 10^{-5} \cdot 458,6 \cdot 3600 = 78,7628 \text{ кг.}$$

2.2.4. Масса растворителя $m_{\text{рк}}$ (кг), испаряющегося с окрашенных изделий при работающем конвейере (п. 2.1.3), составит

$$m_{\text{рк}} = m_{\text{ЭС}} + m_{\text{ГЭ}} + m_{\text{ЭЭ}} = 53,3726 + 8,1236 + 13,3398 = 74,836 \text{ кг.}$$

2.2.5. Масса паров растворителя $m_{\text{п,р}}$ (кг), поступившего в объем помещения при аварийной ситуации, будет равна

$$m_{\text{п,р}} = m_{\text{рбб}} + m_{\text{рк}} = 78,7628 + 74,836 = 153,5988 \text{ кг.}$$

2.3. Разгерметизация красконагнетательного бака, остановка конвейера.

2.3.1. Масса растворителя $m_{рбб}$ (кг), испаряющегося со свободной поверхности бассейна и с поверхности разлившейся эмали МЛ-152 из красконагнетательного бака (п. 2.2.3).

2.3.2. Площадь окрашиваемых поверхностей, находящихся на технологических линиях окраски тракторов в экспортном и серийном исполнении, и масса растворителя, содержащегося в лакокрасочных материалах, нанесенных на эти поверхности, составят:

- участок нанесения грунта ФЛ-03К, линия окрашивания тракторов в экспортном исполнении

$$F_{ГО} = 260 \text{ м}^2;$$

$$m_{ГЭО} = K_{И} \cdot G_{рфл} \cdot F_{ГО} \cdot \delta_{э} = 2 \cdot 2,66 \cdot 10^{-3} \cdot 260 \cdot 15 = 20,7480 \text{ кг};$$

- участок сушки грунта ФЛ-03К, линия окрашивания тракторов в экспортном исполнении

$$F_{ГС} = 227,5 \text{ м}^2;$$

$$m_{ГЭС} = G_{рфл} \cdot F_{ГС} \cdot \delta_{э} = 2,66 \cdot 10^{-3} \cdot 227,5 \cdot 15 = 9,0772 \text{ кг};$$

- участок нанесения эмали МЛ-152, линия окрашивания тракторов в экспортном исполнении

$$F_{ЭО} = 305,5 \text{ м}^2;$$

$$m_{ЭОЭ} = K_{И} \cdot G_{рэ} \cdot F_{ЭО} \cdot \delta_{э} = 2 \cdot 3,276 \cdot 10^{-3} \cdot 305,5 \cdot 20 = 40,0327 \text{ кг};$$

- участок сушки эмали МЛ-152, линия окрашивания тракторов в экспортном исполнении

$$F_{ЭСЭ} = 500,5 \text{ м}^2;$$

$$m_{ЭСЭ} = G_{рэ} \cdot F_{ЭСЭ} \cdot \delta_{э} = 3,276 \cdot 10^{-3} \cdot 500,5 \cdot 20 = 32,7928 \text{ кг};$$

- участок нанесения эмали МЛ-152, линия окрашивания тракторов в серийном исполнении

$$F_{ЭОС} = 533 \text{ м}^2;$$

$$m_{ЭОС} = K_{И} \cdot G_{рэ} \cdot F_{ЭОС} \cdot \delta_{э} = 2 \cdot 3,276 \cdot 10^{-3} \cdot 533 \cdot 20 = 69,8443 \text{ кг};$$

- участок сушки эмали МЛ-152, линия окрашивания тракторов в серийном исполнении

$$F_{ЭСС} = 1092 \text{ м}^2;$$

$$m_{ЭСС} = G_{рэ} \cdot F_{ЭСС} \cdot \delta_{э} = 3,276 \cdot 10^{-3} \cdot 1092 \cdot 20 = 71,5478 \text{ кг}.$$

2.4. Разгерметизация трубопровода, подающего природный газ в теплогенераторы, остановка конвейера.

2.4.1. Масса газа $m_{сн4}$, поступающего из трубопровода (п. 2.1.2).

2.4.2. Масса растворителя, испаряющегося с окрашенных поверхностей и со свободной поверхности (пп. 2.3.2 и 2.1.4).

3. Расчет избыточного давления взрыва ΔP для различных вариантов аварийных ситуаций проводится согласно формуле (1) НПБ 105-95.

3.1. Разгерметизация трубопровода, подающего природный газ в теплогенераторы, при работающем конвейере:

$$\Delta P = \frac{(P_{max} - P_0) \cdot 100}{V_{ce} \cdot K_H} \cdot \left[\frac{m_{CH_4} \cdot Z_2}{A_{CH_4} \cdot C_{ст, CH_4}} + \frac{m_{pb} \cdot Z_n}{A_{C^{20}C} \cdot C_{ст, C}} + \frac{(m_{эс} + m_{гэ} + m_{эсг}) \cdot Z_n}{A_{C^{20}C} \cdot C_{ст, C}} \right] =$$

$$= \frac{799 \cdot 100}{89813 \cdot 3} \cdot \left[\frac{107,97 \cdot 0,5}{0,626 \cdot 9,36} + \frac{26,0558 \cdot 0,3}{4,4182 \cdot 1,8} + \frac{(53,3726 + 8,1236 + 13,3398) \cdot 0,3}{3,9043 \cdot 1,8} \right] =$$

$$= 0,2965 \cdot (9,2135 + 0,9833 + 3,1946) = 3,97 \text{ кПа.}$$

Расчетное избыточное давление взрыва менее 5 кПа, следовательно, при данном варианте аварийной ситуации помещение малярно-сдаточного цеха не относится к категориям А и Б.

3.2. Разгерметизация краскопультного бака при работающем конвейере:

$$\Delta P = \frac{(P_{max} - P_0) \cdot Z_n \cdot 100}{V_{ce} \cdot K_H \cdot C_{ст, C}} \cdot \left[\frac{m_{pbb}}{A_{C^{20}C}} + \frac{m_{pk}}{A_{C^{20}C}} \right] =$$

$$= \frac{799 \cdot 0,3 \cdot 100}{89813 \cdot 3 \cdot 1,8} \cdot \left[\frac{78,7628}{4,4182} + \frac{74,836}{3,9043} \right] = 0,04942 \cdot (17,8269 + 19,1676) = 1,83 \text{ кПа.}$$

Расчетное избыточное давление взрыва менее 5 кПа, следовательно, при данном варианте аварийной ситуации помещение малярно-сдаточного цеха не относится к категориям А и Б.

3.3. Разгерметизация краскопультного бака, остановка конвейера:

$$\Delta P = \frac{(P_{max} - P_0) \cdot Z_n \cdot 100}{V_{ce} \cdot K_H \cdot C_{ст, C}} \cdot \left[\frac{m_{pbb}}{A_{C^{20}C}} + \frac{(m_{гэс} + m_{гэсг} + m_{эсг} + m_{эсгг} + m_{эсгс} + m_{эсгсг})}{A_{C^{20}C}} \right] =$$

$$= \frac{799 \cdot 0,3 \cdot 100}{89813 \cdot 3 \cdot 1,8} \cdot \left[\frac{78,7628}{4,4182} + \frac{(20,7480 + 9,077 + 40,0327 + 32,7928 + 69,8443 + 71,5478)}{3,9043} \right] =$$

$$= 0,04942 \cdot (17,8269 + 62,5062) = 3,97 \text{ кПа.}$$

Расчетное избыточное давление взрыва менее 5 кПа, следовательно при данном варианте аварийной ситуации помещение малярно-сдаточного цеха не относится к категориям А и Б.

3.4. Разгерметизация трубопровода, подающего природный газ в теплогенераторы, остановка конвейера:

$$\Delta P = \frac{(P_{max} - P_0) \cdot 100}{V_{ce} \cdot K_H} \cdot \left[\frac{m_{CH_4} \cdot Z_r}{A_{CH_4} \cdot C_{ст, CH_4}} + \frac{m_{pb} \cdot Z_n}{A_{C^{20}C} \cdot C_{ст, C}} \right]$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{(m_{\text{до}} + m_{\text{газ}} + m_{\text{дог}} + m_{\text{вс}} + m_{\text{дог}} + m_{\text{вс}}) Z_{\text{п}}}{k_{\text{г}}^{\text{до}} \cdot C_{\text{ст.с}}} = \frac{799 \cdot 100}{89813 \cdot 3} \times \\
& \times \left[\frac{107,97 \cdot 0,5}{0,626 \cdot 9,36} + \frac{26,0658 \cdot 0,3}{4,4182 \cdot 1,8} + \right. \\
& \left. + \frac{(20,7480 + 9,0772 + 40,0327 + 32,7928 + 69,8443 + 71,5478) \cdot 0,3}{3,9043 \cdot 1,8} \right] = \\
& = 0,2965 (9,2135 + 0,9833 + 10,4177) = 6,11 \text{ кПа}.
\end{aligned}$$

Расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа, следовательно, при данном варианте аварийной ситуации помещение малярно-сдаточного цеха относится к категории А.

Пример 17

1. Исходные данные.

1.1. Помещение отделения консервации и упаковки станков. В помещении производится обезжиривание поверхностей станков в водном растворе тринатрийфосфата с синтанолом ДС-10, обезжиривание отдельных деталей станков уайт-спиритом и обработка поверхностей станков (промасливание) индустриальным маслом И-50. Размеры помещения $L \times S \times H = 54,0 \times 12,0 \times 12,7$ м. Объем помещения $V_{\text{п}} = 8229,6 \text{ м}^3$. Свободный объем помещения $V_{\text{св}} = 0,8 \cdot 8229,6 = 6583,7 \text{ м}^3 \approx 6584 \text{ м}^3$. Площадь помещения $F = 648 \text{ м}^2$. Обезжиривание станков раствором тринатрийфосфата ($m_1 = 20,7$ кг) с синтанолом ДС-10 ($m_2 = 2,36$ кг) осуществляется в ванне размером $L_1 \times S_1 \times H_1 = 1,5 \times 1,0 \times 1,0$ м ($F_1 = 1,5 \text{ м}^2$). Отдельные детали станков обезжириваются в вытяжном шкафу размером $L_2 \times S_2 \times H_2 = 1,2 \times 0,8 \times 2,85$ м ($F_2 = 0,96 \text{ м}^2$) уайт-спиритом, который хранится в шкафу в емкости объемом $V_a = 3 \text{ л} = 0,003 \text{ м}^3$ (суточная норма). Обработка поверхностей станков производится в ванне с индустриальным маслом И-50 размером $L_3 \times S_3 \times H_3 = 1,15 \times 0,9 \times 0,72$ м ($F_3 = 1,035 \text{ м}^2$, $V_3 = 0,7452 \text{ м}^3$) при температуре $t = 140 \text{ }^\circ\text{C}$. Масса индустриального масла И-50 в ванне $m_3 = 538$ кг. Рядом с ванной для промасливания станков расположено место для упаковки станков размером $L_4 \times S_4 = 6,0 \times 4,0$ м ($F_4 = 24,0 \text{ м}^2$), на котором находится упаковочная бумага массой $m_4 = 24$ кг и обшивочные доски массой $m_5 = 1650$ кг.

1.2. Тринатрийфосфат - негорючее вещество. Брутто-формула уайт-спирита $\text{C}_{10,5}\text{H}_{21,0}$. Молярная масса уайт-спирита $M = 147,3 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$. Константы уравнения Антуана для уайт-спирита: $A = 7,13623$; $B = 2218,3$; $C_A = 273,15$. Температура вспышки уайт-спирита $t_{\text{всп}} > 33 \text{ }^\circ\text{C}$, индустриального масла И-50 $t_{\text{всп}} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$, синтанолом ДС-10 $t_{\text{всп}} = 247 \text{ }^\circ\text{C}$. Плотность жидкости при температуре $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ уайт-спирита $\rho_{\text{ж}} = 790 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, индустриального масла И-50 $\rho_{\text{ж}} = 903 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, синтанолом ДС-10 $\rho_{\text{ж}} = 980 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Теплота сгорания уайт-спирита $H_T = Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 43,966 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1} = 4,397 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$, индустриального масла И-50 по формуле Басса $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 50460 - 8,545 \cdot \rho_{\text{ж}} = 50460 - 8,545 \cdot 903 = 42744 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} = 42,744 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, упаковочной бумаги $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 13,272 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, древесины обшивочных досок $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 20,853 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

2. Обоснование расчетного варианта аварии.

При определении избыточного давления взрыва в качестве расчетного варианта аварии принимается разгерметизация емкости с уайт-спиритом. За расчетную температуру принимается максимальная абсолютная температура воздуха в данном районе (г. Вологда) согласно СНиП 2.01.01-82 $t_p = 35 \text{ }^\circ\text{C}$. Плотность паров уайт-спирита при $t_p = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho_{\text{п}} = 147,3 / (22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 35)) = 5,8240 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Длительность испарения по п. 3.2 е) НПБ 105-95 $T = 3600 \text{ с}$.

3. Объем $V_{\text{ж}}$ и площадь разлива $F_{\text{л}}$ поступившего в помещение при расчетной аварии уайт-спирита согласно п. 3.2 НПБ 105-95 составят:

$$V_{\text{ж}} = V_a = 0,003 \text{ м}^3 = 3 \text{ л};$$

$$F_{\text{л}} = 1,0 \cdot 3 = 3 \text{ м}^2.$$

4. Определяем давление $P_{\text{н}}$ насыщенных паров уайт-спирита при расчетной температуре $t_p = 35 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$\lg P_{\text{н}} = 7,13623 - \frac{2218,3}{273,15 + 35} = -0,062537;$$

$$P_H = 0,87 \text{ кПа.}$$

5. Интенсивность испарения W уайт-спирита составит

$$W = 10^{-6} \cdot 1,0 \cdot \sqrt{147,3} \cdot 0,87 = 1,056 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

6. Масса паров уайт-спирита m , поступивших в помещение, будет равна

$$m = 1,056 \cdot 10^{-5} \cdot 3 \cdot 3600 = 0,114 \text{ кг.}$$

7. Избыточное давление взрыва ΔP согласно формуле (22) Пособия составит

$$\Delta P = 2,831 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,114 \cdot 4,397 \cdot 10^7}{6584} = 0,02 \text{ кПа.}$$

8. Расчетное избыточное давление взрыва менее 5 кПа. Помещение отделения консервации и упаковки станков не относится к категории Б. Согласно п. 2.2 и табл. 1 НПБ 105-95 проведем проверку принадлежности помещения к категориям В1 - В4.

9. В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 определим пожарную нагрузку Q и удельную пожарную нагрузку g :

$$G_3 = m_3 = 538 \text{ кг}; G_4 = m_4 = 24 \text{ кг}; G_5 = m_5 = 1650 \text{ кг};$$

$$Q = 538 \cdot 42,744 + 24 \cdot 13,272 + 1650 \cdot 20,583 = 57277 \text{ МДж};$$

$$S = F_3 + F_4 = 1,035 + 24,0 = 25,035 \text{ м}^2;$$

$$g = Q/S = 57277/25,035 = 2288 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

10. Удельная пожарная нагрузка более 2200 МДж \cdot м⁻². Помещение отделения консервации и упаковки станков согласно табл. 4 НПБ 105-95 относится к категории В1.

Пример 18

1. Исходные данные.

1.1. Помещение первичных и вторичных смесителей, насосов и фильтров. В этом помещении осуществляется приготовление смеси для пропитки гидроизоляционных материалов и производится ее подача насосами в пропиточные ванны производственных линий, находящиеся в другом помещении. В качестве компонентов смеси используются битум БНК 45/190, полипропилен и наполнитель (тальк). Всего в помещении находится 8 смесителей: 6 смесителей объемом $V_a = 10 \text{ м}^3$ каждый, из которых каждые два заполнены битумом, а один пустой; 2 смесителя объемом $V_a = 15 \text{ м}^3$ каждый. Все смесители обогреваются диатермическим маслом (аллотерм-1), подаваемым из помещения котельной и имеющим температуру $t = 210 \text{ }^\circ\text{C}$. Температура битума и смеси в смесителях $t = 190 \text{ }^\circ\text{C}$. Смесь состоит из битума БНК 45/190 - 8 тонн, полипропилена - 1 тонна, тальк - 1 тонна. Полипропилен подается в единичной таре в виде гранул массой $m_1 = 250 \text{ кг}$. В 1 тонне гранулированного полипропилена содержится до 0,3 кг пыли. Полипропилен загружается из тары в бункер смесителя объемом $V_a = 1 \text{ м}^3$. Количество полипропилена в бункере $m_2 = 400 \text{ кг}$, следовательно, пыли в этом бункере в грануляте содержится $m_3 = 0,12 \text{ кг}$.

Полипропилен и его сополимеры в процессе переработки при его нагревании выше температуры $t = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ могут выделять в воздух летучие продукты термоокислительной деструкции, содержащие органические кислоты, карбонильные соединения, оксид углерода. При этом на 1 тонну сырья выделяется 1,7 кг газообразных продуктов (в пересчете на уксусную кислоту).

Размеры помещения $L \times S \times H = 24 \times 36 \times 12 \text{ м}$. Объем помещения $V_n = 10368 \text{ м}^3$. Свободный объем помещения $V_{\text{св}} = 0,8 \cdot 10368 = 8294,4 \text{ м}^3$. Площадь помещения $F = 864 \text{ м}^2$.

Производительность насоса с диатермическим маслом (аллотерм-1) $n_1 = 170 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}^{-1} = 0,0472 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1} = 71,5 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$. Всего в системе циркуляции диатермического масла находится $m_4 = 15 \text{ т}$ масла. Максимальная длина подводящих и отводящих трубопроводов с диатермическим маслом между ручными задвижками и смесителями $L_1 = 19 \text{ м}$, диаметр $d_1 = 150 \text{ мм}$. Производительность насоса, подающего смесь в пропиточную ванну, $n_2 = 10 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}^{-1} = 0,00278 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1} = 2,78 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$ (по битуму с полипропиленом $2,5 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$), а отводящего смесь в смесители из ванн $n_3 = 5 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}^{-1} = 0,00139 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1} = 1,39 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$ (по битуму с полипропиленом $1,25 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$). Максимальная длина подводящих и отводящих трубопроводов со смесью между ручными задвижками и смесителями $L_2 = 15 \text{ м}$, диаметр $d_2 = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$. Производительность насоса, перекачивающего битум из резервуара, расположенного в другом помещении, в смесители, $n_4 = 25 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}^{-1} = 0,007 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1} = 7 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$. Максимальная длина подводящего трубопровода между ручной задвижкой и смесителем $L_3 = 20 \text{ м}$, диаметр $d_3 = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$.

По данным технологического регламента с 1 тонны гранулированного полипропилена при загрузке в смеситель в помещение поступает 30 г (0,03 кг) содержащейся в грануляте пыли. Текущая влажная пылеуборка производится не реже 1 раза в смену, генеральная влажная пылеуборка не реже 1 раза в месяц. Производительность по перерабатываемому полипропилену $n_5 = 1,65 \text{ т} \cdot \text{ч}^{-1}$. Доли выделяющейся в объем помещения пыли, оседающей на труднодоступных и доступных для уборки поверхностях, соответственно $\beta_1 = 0,2$ и $\beta_2 = 0,8$.

1.2. Тальк - негорючее вещество. Температура вспышки битума БНК 45/190 $t_{всп} = 212 \text{ }^\circ\text{C}$, аллотерма-1 $t_{всп} = 214 \text{ }^\circ\text{C}$. Плотность жидкости битума $\rho_{ж} = 1000 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, аллотерма-1 $\rho_{ж} = 1514 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Теплота сгорания битума по формуле Басса $H_T = Q_H^p = 50460 - 8,545 \cdot \rho_{ж} = 41915 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} = 41,92 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, аллотерма-1 $H_T = Q_H^p = 50460 - 8,545 \cdot 1514 = 37523 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} = 37,52 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, полипропилена $H_T = Q_H^p = 44000 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} = 44,0 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

2. Обоснование расчетного варианта аварии.

При определении избыточного давления взрыва в качестве расчетного принимается наиболее неблагоприятный по последствиям взрыва из двух вариантов аварии. За первый вариант аварии принимается разгерметизация бункера при загрузке полипропилена в смеситель. За второй вариант принимается разгерметизация трубопровода на участке между смесителем и задвижкой перед насосом, перекачивающим смесь из ванны в смеситель.

2.1. Разгерметизация бункера при загрузке полипропилена в смеситель. Расчет проводим в соответствии с пп. 3.13 - 3.17 НПБ 105-95.

2.1.1. Интенсивность пылеотложений n_6 в помещении при загрузке в бункера смесителей полипропилена из тары по исходным данным составит

$$n_6 = 0,03 \cdot 1,65 = 0,0495 \text{ кг} \cdot \text{ч}^{-1}.$$

2.1.2. Масса пыли M_1 , выделяющейся в объем помещения за время (30 дней = 720 ч) между генеральными пылеуборками ($\beta_1 = 0,2$; $\alpha = 0$), будет равна

$$M_1 = 0,0495 \cdot 720 \cdot 0,2 = 7,128 \text{ кг}.$$

2.1.3. Масса пыли M_2 , выделяющейся в объем помещения за время (8 ч) между текущими пылеуборками ($\beta_2 = 0,8$; $\alpha = 0$), будет равна

$$M_2 = 0,0495 \cdot 8 \cdot 0,8 = 0,317 \text{ кг}.$$

2.1.4. Масса отложившейся в помещении к моменту аварии пыли m_n ($K_x = 1,0$; $K_y = 0,7$) и масса взвихрившейся пыли $m_{вз}$ ($K_{вз} = 0,9$) составят:

$$m_n = (1/0,7) \cdot (7,128 + 0,317) = 10,636 \text{ кг};$$

$$m_{вз} = 10,636 \cdot 0,9 = 9,572 \text{ кг}.$$

2.1.5. Масса пыли $m_{ав}$, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, будет равна

$$m_{ав} = m_3 = 0,12 \text{ кг}.$$

2.1.6. Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли m , образовавшейся в результате аварийной ситуации, составит

$$m = 9,572 + 0,12 = 9,692 \text{ кг.}$$

2.2. Разгерметизация трубопровода на участке между смесителем и задвижкой перед насосом, перекачивающим смесь из ванны в смеситель. Расчет проводим в соответствии с п. 3.2 НПБ 105-95 и исходными данными.

2.2.1. Масса вышедшей из смесителя ($V_a = 15 \text{ м}^3$) и трубопровода смеси при работающем насосе $m_{см}$ будет равна ($q = n_3; T_a = 300 \text{ с}$)

$$m_{см} = \left(V_a + q \cdot T_a + \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \cdot L_2 \right) \cdot \rho_x = (15 + 0,00139 \cdot 300 + \pi/4 \cdot 0,15^2 \cdot 15) \cdot 1000 = 15682 \text{ кг.}$$

2.2.2. Масса полипропилена $m_{пр}$ в массе $m_{см}$ составит, исходя из соотношения битума, полипропилена и талька, как 8:1:1:

$$m_{пр} = (1/10) \cdot m_{см} = (1/10) \cdot 15682 = 1568,2 \text{ кг.}$$

2.2.3. Масса летучих углеводородов m , выделяющихся при термоокислительной деструкции из полипропилена, входящего в состав разлившейся смеси (из 1 тонны полипропилена выделяется 1,7 кг газообразных продуктов), будет равна

$$m = 0,0017 \cdot m_{пр} = 0,0017 \cdot 1568,2 = 2,7 \text{ кг.}$$

3. Избыточное давление взрыва ΔP для двух расчетных вариантов аварии определяем по формулам (22) и (43) Пособия.

3.1. Избыточное давление взрыва ΔP при аварийной ситуации, связанной с разгерметизацией бункера при загрузке полипропилена в смеситель, составит

$$\Delta P = 47,18 \cdot \frac{9,692 \cdot 44,0}{8294,4} = 2,42 \text{ кПа.}$$

3.2. Избыточное давление взрыва ΔP при аварийной ситуации, связанной с разгерметизацией трубопровода на участке между смесителем и задвижкой перед насосом, перекачивающим смесь из ванны в смеситель, составит

$$\Delta P = 2,831 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{2,7 \cdot 44,0 \cdot 10^6}{8294,4} = 0,4 \text{ кПа.}$$

4. Расчетное избыточное давление взрыва для каждого из вариантов аварии менее 5 кПа. Помещение первичных и вторичных смесителей, насосов и фильтров не относится к категории А или Б. Согласно п. 2.2 и табл. 1 НПБ 105-95 проведем проверку принадлежности помещения к категориям В1 - В4.

5. Учитывая, что в помещении находится достаточно большое количество горючих веществ, проведем для упрощения расчет только по битуму и смеси, находящихся в 4 смесителях объемом $V_a = 10 \text{ м}^3$ каждый и в 2 смесителях объемом $V_a = 15 \text{ м}^3$ каждый. При этом количество циркулирующего диатермического масла не принимается во внимание. Также для упрощения расчет проведем с использованием единой теплоты сгорания для всех компонентов и веществ по битуму, равной $Q_{н}^p = 41,92 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

6. В соответствии с п. 3.20 НПБ 105-95 определим пожарную нагрузку Q и удельную пожарную нагрузку g :

$$G = 4 \cdot 10 \cdot 1000 + 2 \cdot 15 \cdot 0,9 \cdot 1000 = 67000 \text{ кг;}$$

$$Q = 67000 \cdot 41,92 = 2808640 \text{ МДж;}$$

$$S = F = 864 \text{ м}^2;$$

$$g = 2808640/864 = 3251 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

7. Удельная пожарная нагрузка более $2200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$. Помещение первичных и вторичных смесителей, насосов и фильтров согласно табл. 4 НПБ 105-95 относится к категории В1.

6.7. Примеры расчетов категорий зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

6.7.1. Здания категории А

Пример 19

1. Исходные данные. Производственное шестиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 9000 \text{ м}^2$. В здании находятся помещения категории А суммарной площадью $F_A = 400 \text{ м}^2$.

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категории А составляет 4,44 % и не превышает 5 % площади всех помещений здания, но более 200 м^2 . Согласно п. 4.1 НПБ 105-95 здание относится к категории А.

Пример 20

1. Исходные данные. Производственное трехэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 20000 \text{ м}^2$. В здании находятся помещения категории А суммарной площадью $F_A = 2000 \text{ м}^2$. Эти помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения.

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категории А, оборудованных установками автоматического пожаротушения, составляет 10 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания, но более 1000 м^2 . Согласно п. 4.1 НПБ 105-95 здание относится к категории А.

6.7.2. Здания категории Б

Пример 21

1. Исходные данные.

Производственное шестиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 32000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категории А составляет $F_A = 150 \text{ м}^2$, категории Б - $F_B = 400 \text{ м}^2$, суммарная категорий А и Б - $F_{А,Б} = 550 \text{ м}^2$.

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категории А составляет 0,47 % и не превышает 5 % площади всех помещений здания и 200 м^2 . Согласно п. 4.1 НПБ 105-95 здание не относится к категории А. Суммарная площадь помещений категорий А и Б составляет 1,72 % и не превышает 5 % площади всех помещений здания, но более 200 м^2 . Согласно п. 4.2 НПБ 105-95 здание относится к категории Б.

Пример 22

1. Исходные данные.

Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 15000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категории А составляет $F_A = 800 \text{ м}^2$, категории Б - $F_B = 600 \text{ м}^2$, суммарная категорий А и Б - $F_{А,Б} = 1400 \text{ м}^2$. Помещения категорий А и Б оборудованы установками автоматического пожаротушения.

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категории А, оборудованных установками автоматического пожаротушения, составляет 5,33 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания и 1000 м². Согласно п. 4.1 НПБ 105-95 здание не относится к категории А. Суммарная площадь помещений категорий А и Б, оборудованных установками автоматического пожаротушения, составляет 9,33 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания, но более 1000 м². Согласно п. 4.2 НПБ 105-95 здание относится к категории Б.

6.7.3. Здания категории В

Пример 23

1. Исходные данные.

Производственное восьмиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 40000$ м². В здании отсутствуют помещения категорий А и Б. Площадь помещений категорий В1 - В3 составляет $F_B = 8000$ м².

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категорий В1 - В3 составляет 20 % площади всех помещений здания, что более 10 %. Согласно п. 4.3 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание относится к категории В.

Пример 24

1. Исходные данные.

Производственное трехэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 12000$ м². Площадь помещений категорий А и Б составляет $F_{А,Б} = 180$ м², категорий В1 - В3 - $F_B = 5000$ м², суммарная категорий А, Б, В1 - В3 - $F_{А,Б,В} = 5180$ м².

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категорий А и Б составляет 1,5 % площади всех помещений здания и не превышает 200 м². Согласно пп. 4.1 и 4.2 НПБ 105-95 здание не относится к категории А или Б. Суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1 - В3 составляет 43,17 % площади всех помещений здания, что более 5 %. Согласно п. 4.3 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание относится к категории В.

Пример 25

1. Исходные данные.

Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 20000$ м². Площадь помещений категорий А и Б составляет $F_{А,Б} = 900$ м², категорий В1 - В3 - $F_B = 4000$ м², суммарная категорий А, Б, В1 - В3 - $F_{А,Б,В} = 4900$ м². Помещения категорий А, Б, В1 - В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения.

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категорий А и Б, оборудованных установками автоматического пожаротушения, составляет 4,5 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания и 1000 м². Согласно пп. 4.1 и 4.2 НПБ 105-95 здание не относится к категории А или Б. Суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1 - В3 составляет 24,5 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания, но более 3500 м². Согласно п. 4.3 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание относится к категории В.

6.7.4. Здания категории Г

Пример 26

1. Исходные данные.

Производственное шестиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 30000 \text{ м}^2$. Помещения категорий А и Б в здании отсутствуют. Площадь помещений категорий В1 - В3 составляет $F_B = 1800 \text{ м}^2$, категории Г - $F_G = 2000 \text{ м}^2$, суммарная площадь помещений категорий В1 - В3, Г - $F_{B,G} = 3800 \text{ м}^2$.

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категорий В1 - В3 составляет 6 % и не превышает 10 % площади всех помещений здания. Согласно п. 4.3 НПБ 105-95 здание не относится к категории В. Суммарная площадь помещений категорий В1 - В3, Г составляет 12,67 % площади всех помещений здания, что более 5 %. Согласно пп. 4.3 и 4.4 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание относится к категории Г.

Пример 27

1. Исходные данные.

Производственное четырехэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 16000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категорий А и Б составляет $F_{A,B} = 800 \text{ м}^2$, помещений категорий В1 - В3 - $F_B = 1500 \text{ м}^2$, помещений категории Г - $F_G = 3000 \text{ м}^2$, суммарная категорий А, Б, В1 - В3 - $F_{A,B,B} = 2300 \text{ м}^2$, суммарная категорий А, Б, В1 - В3, Г - $F_{A,B,B,G} = 5300 \text{ м}^2$. Помещения категорий А, Б, В1 - В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения.

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категорий А и Б, оборудованных установками автоматического пожаротушения, составляет 5 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания и 1000 м^2 . Согласно пп. 4.1 и 4.2 НПБ 105-95 здание не относится к категории А или Б. Суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1 - В3, оборудованных установками автоматического пожаротушения, составляет 14,38 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания и 3500 м^2 . Согласно п. 4.3 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание не относится к категории В. Суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1 - В3, Г, где помещения категорий А, Б, В1 -В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения, составляет 31,12 % площади всех помещений здания, что более 25 % и 5000 м^2 . Согласно пп. 4.2 - 4.4 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание относится к категории Г.

6.7.5. Здания категории Д

Пример 28

1. Исходные данные.

Производственное одноэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 8000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категорий А и Б составляет $F_{A,B} = 600 \text{ м}^2$, категорий В1 - В3 - $F_B = 1000 \text{ м}^2$, категории Г - $F_G = 200 \text{ м}^2$, категорий В4 и Д - $F_{B4,D} = 6200 \text{ м}^2$, суммарная категорий А, Б, В1 - В3 - $F_{A,B,B} = 1600 \text{ м}^2$, суммарная категорий А, Б, В1 - В3, Г - $F_{A,B,B,G} = 1800 \text{ м}^2$. Помещения категорий А, Б, В1 - В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения.

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категорий А и Б, оборудованных установками автоматического пожаротушения, составляет 7,5 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания и 1000 м^2 . Согласно пп. 4.1 и 4.2 НПБ 105-95 здание не относится к категории А или Б. Суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1 - В3, оборудованных установками автоматического пожаротушения, составляет 20 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания и 3500 м^2 . Согласно п. 4.3 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание не относится к категории В. Суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1 - В3, Г, где помещения категорий А, Б, В1 -В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения, составляет 22,5 % и не превышает 25 % площади всех помещений здания и 5000 м^2 . Согласно пп. 4.4 и 4.5 НПБ 105-95 и экспресс-

информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание не относится к категориям А, Б, В и Г. Следовательно, оно относится к категории Д.

Пример 29

1. Исходные данные.

Производственное пятиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $F = 25000 \text{ м}^2$. Помещения категорий А и Б в здании отсутствуют. Площадь помещений категорий В1 - В3 составляет $F_{В} = 1000 \text{ м}^2$, категории Г - $F_{Г} = 200 \text{ м}^2$, категорий В4 и Д - $F_{В4, Д} = 23800 \text{ м}^2$, суммарная категорий В1 - В3, Г - $F_{В, Г} = 1200 \text{ м}^2$.

2. Определение категории здания.

Суммарная площадь помещений категорий В1 - В3 составляет 4 % и не превышает 10 % площади всех помещений здания. Согласно п. 4.3 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание не относится к категории В. Суммарная площадь помещений категорий В1 - В3, Г составляет 4,8 % и не превышает 5 % площади всех помещений здания. Согласно пп. 4.4 и 4.5 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание не относится к категориям А, Б, В и Г. Следовательно, оно относится к категории Д.

Пример 30

1. Исходные данные.

Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений $F = 10000 \text{ м}^2$. Помещения категорий А, Б, В1 - В3 и Г отсутствуют. Площадь помещений категории В4 составляет $F_{В4} = 2000 \text{ м}^2$, категории Д - $F_{Д} = 8000 \text{ м}^2$.

2. Определение категории здания.

Согласно п. 4.5 НПБ 105-95 и экспресс-информации Минстроя России и ГУГПС МВД России [6] здание относится к категории Д.