

Заказчик –

## Техническое заключение

Определение категорий помещений, зданий по взрывопожарной  
и пожарной опасности

Главный инженер

Главный инженер проекта

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

2022



# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1—В4, Г и Д, а здания — на категории А, Б, В, Г и Д.

По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории АН, БН, ВН, ГН и ДН.

Категории помещений и зданий определяются, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

Категории наружных установок определяются, исходя из пожароопасных свойств находящихся в установках горючих веществ и материалов, их количества и особенностей технологических процессов.

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и т. д.).

Допускается использование официально опубликованных справочных данных по пожароопасным свойствам веществ и материалов.

Допускается использование показателей пожарной опасности для смесей веществ и материалов по наиболее опасному компоненту.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
									3
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

## 2 КАТЕГОРИИ ПОМЕЩЕНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 1.

Т а б л и ц а 1 — Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А Повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1—В4 пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б
Г умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии
Примечания	
1 Методы определения категорий помещений А и Б устанавливаются в соответствии с приложением А.	
2 Отнесение помещения к категории В1, В2, В3 или В4 осуществляется в зависимости от количества и способа размещения пожарной нагрузки в указанном помещении и его объемно-планировочных характеристик, а также от пожароопасных свойств веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Разделение помещений на категории В1—В4 регламентируется положениями в соответствии с приложением Б.	

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

### 3 КАТЕГОРИИ ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются, исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

Здание относится к категории А, если в нем суммированная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>.

Здание не относится к категории А, если суммированная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммированной площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>.

Здание не относится к категории Б, если суммированная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммированной площади всех помещений.

Здание не относится к категории В, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А, Б или В и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г превышает 5 % суммированной площади всех помещений.

Здание не относится к категории Г, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м<sup>2</sup>) и помещения категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Д, если оно не относится к категории А, Б, В или Г.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
									5
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата				



определить невозможно, то его допускается принимать условно, равным 80 % геометрического объема помещения.

Расчет избыточного давления для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

Избыточное давление  $\Delta P$  для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F, определяется по формуле

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

где,

- $P_{\max}$  — максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газозооушной или парозооушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным в соответствии с требованиями 4.3. При отсутствии данных допускается принимать  $P_{\max}$  равным 900 кПа;
- $P_0$  — начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);
- $m$  — масса горючего газа (ГГ) или паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, вычисляемая для ГГ по формуле (А.6), а для паров ЛВЖ и ГЖ по формуле (А.11), кг;
- $Z$  — коэффициент участия горючих газов и паров в горении, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения согласно приложению Д. Допускается принимать значение  $Z$  по таблице А.1;
- $V_{\text{св}}$  — свободный объем помещения, м<sup>3</sup>;
- $\rho_{\text{г,п}}$  — плотность газа или пара при расчетной температуре  $t_p$ , кг · м<sup>-3</sup>, вычисляемая по формуле А.2

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367t_p)}, \quad (\text{A.2})$$

где,

- $M$  — молярная масса, м<sup>3</sup> · кмоль<sup>-1</sup>;
- $V_0$  — мольный объем, равный 22,413 м<sup>3</sup> · кмоль<sup>-1</sup>;
- $t_p$  — расчетная температура, °С.

В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры  $t_p$  по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61 °С;

- $C_{\text{ст}}$  — стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (объемных), вычисляемая по формуле

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84\beta}, \quad (\text{A.3})$$

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





включающимися автоматически при остановке основных. Электроснабжение указанной вентиляции должно осуществляться не ниже чем по первой категории надежности по ПУЭ.

При этом массу  $m$  горючих газов или паров легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, нагретых до температуры вспышки и выше, поступивших в объем помещения, следует разделить на коэффициент  $K$ , определяемый по формуле

$$K = AT + 1, \quad (A.5)$$

где  $A$  — кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией,  $c^{-1}$ ;

$T$  — продолжительность поступления горючих газов и паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в объем помещения, с (принимается по А.1.2).

Масса  $m$ , кг, поступившего в помещение при расчетной аварии газа определяется по формуле

$$m = (V_a + V_T)\rho_r, \quad (A.6)$$

где  $V_a$  — объем газа, вышедшего из аппарата,  $m^3$ ;

$V_T$  — объем газа, вышедшего из трубопроводов,  $m^3$ .

При этом

$$V_a = 0,01 \cdot P_1 V, \quad (A.7)$$

где  $P_1$  — давление в аппарате, кПа;

$V$  — объем аппарата,  $m^3$ ;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad (A.8)$$

где  $V_{1T}$  — объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения,  $m^3$ ;

$V_{2T}$  — объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения,  $m^3$ ;

$$V_{1T} = qT, \quad (A.9)$$

где  $q$  — расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т. д.,  $m^3 \cdot c^{-1}$ ;

$T$  — время, определяемое по А.1.2, с;

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n), \quad (A.10)$$

где  $P_2$  — максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;

$r_{1,2,\dots,n}$  — внутренний радиус трубопроводов, м;

$L_{1,2,\dots,n}$  — длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

А.2.5 Масса паров жидкости  $m$ , поступивших в помещение при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свеженанесенным составом, открытые емкости и т. п.), определяется из выражения:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}}, \quad (A.11)$$

где  $m_p$  — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;

$m_{\text{емк}}$  — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;

Взам. инв. №	Подл. и дата	Инв. № подл.					Лист
							9
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

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

При этом каждое из слагаемых в формуле (А.11) определяется по формуле

$$m = WF_{\text{и}}T, \quad (\text{A.12})$$

где  $W$  — интенсивность испарения,  $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ ;

$F_{\text{и}}$  — площадь испарения,  $\text{м}^2$ , определяемая в соответствии с А.1.2 в зависимости от массы жидкости  $m_{\text{п}}$ , вышедшей в помещение.

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена в формуле (А.11) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работ.

Массу  $m_{\text{п}}$ , кг, вышедшей в помещение жидкости, определяют в соответствии с А.1.2.

Интенсивность испарения  $W$  определяется по справочным и экспериментальным данным. Для ненагретых выше расчетной температуры (окружающей среды) ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать  $W$  по формуле

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}}, \quad (\text{A.13})$$

где  $\eta$  — коэффициент, принимаемый по таблице А.2 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;

$P_{\text{н}}$  — давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости  $t_{\text{р}}$ , определяемое по справочным данным, кПа.

Т а б л и ц а А.2 — Значение коэффициента  $\eta$  в зависимости от скорости и температуры воздушного потока

Скорость воздушного потока в помещении, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	Значение коэффициента $\eta$ при температуре $t$ , °С, воздуха в помещении				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

Масса паров  $m$ , кг, при испарении жидкости, нагретой выше расчетной температуры, но не выше температуры кипения жидкости, определяется по соотношению

$$m = 0,02 \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}} \frac{C_{\text{ж}} m_{\text{п}}}{L_{\text{исп}}}, \quad (\text{A.14})$$

где  $C_{\text{ж}}$  — удельная теплоемкость жидкости при начальной температуре испарения,  $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ ;

$L_{\text{исп}}$  — удельная теплота испарения жидкости при начальной температуре испарения, определяемая по справочным данным,  $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

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

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



Расчетную массу пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации,  $m_{ав}$ , определяют по формуле

$$m_{ав} = (m_{ап} + qT)K_{п}, \quad (A.20)$$

где,

- $m_{ап}$  — масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата, кг;
- $q$  — производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения,  $кг \cdot с^{-1}$ ;
- $T$  — время отключения, определяемое по А.1.2 (в), с;
- $K_{п}$  — коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение. При отсутствии экспериментальных данных о величине  $K_{п}$  допускается принимать:
  - $K_{п} = 0,5$  — для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм;
  - $K_{п} = 1,0$  — для пылей с дисперсностью менее 350 мкм.

Величину  $m_{ап}$  принимают в соответствии с А.1.1 и А.1.3.

Массу отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяют по формуле

$$m_{п} = \frac{K_{г}}{K_{у}} (m_1 + m_2), \quad (A.21)$$

- $K_{г}$  — доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;
- $K_{у}$  — коэффициент эффективности пылеуборки. Принимают равным 0,6 при сухой и 0,7 — при влажной пылеуборке (ручной). При механизированной вакуумной пылеуборке для ровного пола  $K_{у}$  принимают равным 0,9; для пола с выбоинами (до 5 % площади) — 0,7;
- $m_1$  — масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;
- $m_2$  — масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг.

Под труднодоступными для уборки площадями подразумевают такие поверхности в производственных помещениях, очистка которых осуществляется только при генеральных пылеуборках. Доступными для уборки местами являются поверхности, пыль с которых удаляется в процессе текущих пылеуборок (ежесменно, ежесуточно и т. п.).

Масса пыли  $m_i$  ( $i = 1; 2$ ), оседающей на различных поверхностях в помещении за междууборочный период, определяется по формуле

$$m_i = M_i(1 - \alpha)\beta_i, \quad (i = 1; 2), \quad (A.22)$$

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
									12
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

где,

$$M_1 = \sum_j M_{1j} \quad \text{—}$$

масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между генеральными пылеуборками, кг;

$M_{1j}$  —

масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;

$$M_2 = \sum_j M_{2j} \quad \text{—}$$

масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между текущими пылеуборками, кг;

$M_{2j}$  —

масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;

$\alpha$  —

доля выделяющейся в объем помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами. При отсутствии экспериментальных данных о величине  $\alpha$  полагают  $\alpha = 0$ ;

$\beta_1, \beta_2$  —

доли выделяющейся в объем помещения пыли, оседающей соответственно на труднодоступных и доступных для уборки поверхностях помещения ( $\beta_1 + \beta_2 = 1$ ).

При отсутствии сведений о коэффициентах  $\beta_1$  и  $\beta_2$  допускается принимать  $\beta_1 = 1, \beta_2 = 0$ .

$M_i (i = 1; 2)$  могут быть также определены экспериментально (или по аналогии с действующими образцами производств) в период максимальной загрузки оборудования по формуле

$$M_i = \sum_j (G_{ij} F_{ij}) \tau_i, \quad (i = 1; 2) \quad (\text{A.23})$$

где,

$G_{1j}, G_{2j}$  — интенсивность пылеотложений соответственно на труднодоступных  $F_{1j}(\text{м}^2)$  и доступных  $F_{2j}(\text{м}^2)$  площадях,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$\tau_1, \tau_2$  — промежуток времени соответственно между генеральными и текущими пылеуборками, с.

### с. Определение избыточного давления для смесей, содержащих горючие газы (пары) и пыли

Расчетное избыточное давление  $\Delta P$  для гибридных смесей, содержащих горючие газы (пары) и пыли, определяется по формуле

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2, \quad (\text{A.24})$$

где  $\Delta P_1$  — избыточное давление, вычисленное для горючего газа (пара);

$\Delta P_2$  — избыточное давление, вычисленное для горючей пыли.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	13

**d. Определение избыточного давления для веществ и материалов, способных сгорать при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом с образованием волн давления**

Расчетное избыточное давление  $\Delta P$  для веществ и материалов, способных сгорать при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, определяют по А.2.2 [8], полагая  $Z = 1$  и принимая в качестве  $H_T$  энергию, выделяющуюся при взаимодействии (с учетом сгорания продуктов взаимодействия до конечных соединений), или экспериментально в натуральных испытаниях. В случае, когда определить величину  $\Delta P$  не представляется возможным, следует принимать ее превышающей 5 кПа.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
									14
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

## 5 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ В1—В4

Определение категорий помещений В1—В4 осуществляют путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее — пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1 — Удельная пожарная нагрузка и способы размещения для категорий В1—В4

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка $g$ на участке, МДж · м <sup>-2</sup>	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401–2200	В соответствии с Б.2
В3	181–1400	В соответствии с Б.2
В4	1–180	На любом участке пола помещения площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м <sup>2</sup> . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно Б.2

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) легковоспламеняющихся, горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка пожарная нагрузка  $Q$ , МДж, определяется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{ni}^p, \quad (\text{Б.1})$$

где  $G_i$  — количество  $i$ -того материала пожарной нагрузки, кг;

$Q_{ni}^p$  — низшая теплота сгорания  $i$ -того материала пожарной нагрузки, МДж · кг<sup>-1</sup>.

Удельная пожарная нагрузка  $g$ , МДж · м<sup>-2</sup>, определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (\text{Б.2})$$

где  $S$  — площадь размещения пожарной нагрузки, м<sup>2</sup> (но не менее 10 м<sup>2</sup>).

В помещениях категорий В1—В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в таблице Б.1. В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных. В таблице Б.2 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний  $l_{пр}$  в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков  $q_{кр}$ , кВт · м<sup>-2</sup>, для пожарной нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов. Значения  $l_{пр}$ , приведенные в таблице Б.2, рекомендуются при условии, если  $H > 11$  м; если  $H < 11$  м, то предельное расстояние определяется как  $l = l_{пр} + (11 - H)$ , где  $l_{пр}$  — определяется из таблицы Б.2;  $H$  — минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

Т а б л и ц а Б.2 — Значения предельных расстояний  $l_{пр}$  в зависимости от критической плотности падающих лучистых потоков  $q_{кр}$

$q_{кр}$ , кВт · м <sup>-2</sup>	5	10	15	20	25	30	40	50
----------------------------------	---	----	----	----	----	----	----	----

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
						15





1. Помещение «Помещение 1»

1.1. Параметры помещения

Параметр	Значение	Единица измерения
Назначение	Складское помещение	
Длина $L$	3.688*	м
Ширина $S$	3.688*	м
Высота $H$	2	м
Площадь $F$	13.6	м <sup>2</sup>
Объем $V$	27.2	м <sup>3</sup>
Доля свободного объема	80	%
Свободный объем $V_{св}$	21.76	м <sup>3</sup>
Коэффициент негерметичности $K_H$	3	
Температура $t$	38	°С
Начальное давление $P_0$	101	кПа
Кратность воздухообмена в помещении $A$	0	ч <sup>-1</sup>
Скорость потока воздуха в помещении $U$	0	м · с <sup>-1</sup>
Система автоматического пожаротушения	Нет	

\* - значение рассчитано из площади

1.2. Параметры участков в помещении

Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Площадь размещения пожарной нагрузки, м <sup>2</sup>	Длина, м	Ширина, м	Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия/покрытия, м
Участок 1	13.6	13.6	3.688*	3.688*	0

\* - значение рассчитано из площади

1.3. Пожарная нагрузка на участках

Участок 1

Наименование	Общее количество	Авария	Ед. изм.	Примечание
Водород	1.046	1.046	м <sup>3</sup>	Базовый материал (Газ)

1.4. Определение категории помещения

1.4.1. Проверка на принадлежность категории А

Так как в помещении «Помещение 1» присутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С, необходимо проверить помещение на принадлежность к категории А.

1.4.1.1. Расчет избыточного давления для материала «Водород»

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Так как материал «Водород» является горючим газом, то избыточное давление  $\Delta P$  определяется по формуле А.1:

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

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

$$P_{max} = 730 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{св} = 21.76 \text{ м}^3$$

$$K_H = 3$$

Масса газа или пара  $m$  вычисляется по формуле А.6:

$$m = V \cdot \rho_{г,п}$$

- где  $V$  — объем газа или пара при аварии
- $\rho_{г,п}$  — плотность газа или пара

$$V = 1.05 \text{ м}^3$$

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

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

- где  $M$  — молярная масса
- $V_0$  — мольный объем
- $t_p$  — расчетная температура, °С

$$M = 2.016 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

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

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

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

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{г,п} = \frac{2.016}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 0.0789 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.6, получаем:

$$m = 1.05 \cdot 0.0789 = 0.083 \text{ кг}$$

#### 1.4.1.2. Определение коэффициента Z

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

$$Z = 1$$

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

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

где  $\beta$  — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания  
 $\beta = 0.5$ .

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0.5} = 29 \text{ \% (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (730 - 101) \frac{0.083 \cdot 1}{21.76 \cdot 0.0789} \cdot \frac{100}{29} \cdot \frac{1}{3} = 34 \text{ кПа}$$

В помещении присутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С и избыточным давлением более 5 кПа:

- «Водород» — 34 кПа

Категория помещения «Помещение 1» — А

## 2. Помещение «Помещение 2»

### 2.1. Параметры помещения

Параметр	Значение	Единица измерения
Назначение	Складское помещение	
Длина $L$	3.688*	м
Ширина $S$	3.688*	м
Высота $H$	2	м
Площадь $F$	13.6	м <sup>2</sup>
Объем $V$	27.2	м <sup>3</sup>
Доля свободного объема	80	%
Свободный объем $V_{св}$	21.76	м <sup>3</sup>

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Коэффициент негерметичности $K_H$	3	
Температура $t$	38	°С
Начальное давление $P_0$	101	кПа
Кратность воздухообмена в помещении $A$	8	ч <sup>-1</sup>
Скорость потока воздуха в помещении $U$	0.0082	м · с <sup>-1</sup>
Система автоматического пожаротушения	Нет	

\* - значение рассчитано из площади

## 2.2. Параметры участков в помещении

Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Площадь размещения пожарной нагрузки, м <sup>2</sup>	Длина, м	Ширина, м	Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия/ покрытия, м
Участок 2	13.6	13.6	3.688*	3.688*	0

\* - значение рассчитано из площади

## 2.3. Пожарная нагрузка на участках

Участок 2

Наименование	Общее количество	Авария	Ед. изм.	Примечание
Водород	1.046	1.046	м <sup>3</sup>	Базовый материал (Газ)

## 2.4. Определение категории помещения

### 2.4.1. Проверка на принадлежность категории А

Так как в помещении «Помещение 2» присутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С, необходимо проверить помещение на принадлежность к категории А.

#### 2.4.1.1. Расчет избыточного давления для материала «Водород»

Так как материал «Водород» является горючим газом, то избыточное давление  $\Delta P$  определяется по формуле А.1:

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

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

$P_0$  — начальное давление

$V_{св}$  — свободный объем помещения

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Лист

20

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

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

$$P_{max} = 730 \text{ кПа}$$

$$P_0 = 101 \text{ кПа}$$

$$V_{св} = 21.76 \text{ м}^3$$

$$K_H = 3$$

Масса газа или пара  $m$  вычисляется по формуле А.6:

$$m = V \cdot \rho_{г,п}$$

где  $V$  — объем газа или пара при аварии

$\rho_{г,п}$  — плотность газа или пара

$$V = 1.05 \text{ м}^3$$

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

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

где  $M$  — молярная масса

$V_0$  — мольный объем

$t_p$  — расчетная температура, °С

$$M = 2.016 \text{ кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$$

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

$$t_p = 38 \text{ °С}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.2, получаем:

$$\rho_{г,п} = \frac{2.016}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 38)} = 0.0789 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.6, получаем:

$$m = 1.05 \cdot 0.0789 = 0.0826 \text{ кг}$$

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Массу  $m$  горючих газов или паров легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, нагретых до температуры вспышки и выше, поступивших в объем помещения, делим на коэффициент  $K$ , определяемый по формуле:

$$K = AT + 1$$

где  $A$  — кратность воздухообмена

$T$  — продолжительность поступления газов и паров в объем помещения

$$A = 8 \text{ ч}^{-1} = 0.0022 \text{ с}^{-1}$$

$$T = 3600 \text{ с}$$

$$K = 0.0022 \cdot 3600 + 1 = 9$$

$$m = \frac{0.0826}{9} = 0.0092 \text{ кг}$$

#### 2.4.1.2. Определение коэффициента $Z$

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

$$Z = 1$$

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

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

где  $\beta$  — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания

$$\beta = 0.5.$$

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 0.5} = 29 \% \text{ (объемных)}$$

Подставляя числовые значения в формулу А.1, получаем:

$$\Delta P = (730 - 101) \frac{0.0092 \cdot 1}{21.76 \cdot 0.0789} \cdot \frac{100}{29} \cdot \frac{1}{3} = 3.8 \text{ кПа}$$

В помещении отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С и избыточным давлением более 5 кПа. Поэтому категория помещения не А.

#### 2.4.2. Проверка на принадлежность категории Б

В помещении «Помещение 2» отсутствуют горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С. Поэтому категория помещения не Б.

#### 2.4.3. Проверка на принадлежность категории В

В помещении отсутствуют горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть. Поэтому категория помещения не В1-В4.

#### 2.4.4. Проверка на принадлежность категории Г

В помещении присутствуют горючие газы. Поэтому категория помещения Г.

### 3. Приложения

#### 3.1. Приложение 1. Свойства базовых материалов.

##### 3.1.1. Водород

Агрегатное состояние	Газ
Горючесть	Горючий
Молекулярная формула	H <sub>2</sub>
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	0.09
Молярная масса, кг/кмоль	2.016
Температура вспышки, °С	0
НКПР, об. %	4.12
Коэффициент бетта	0.5
Максимальное давление взрыва, кПа	730
Теплота сгорания, МДж/кг	119.84
qКр, кВт/м <sup>2</sup>	-

#### 3.2. Приложение 2. Определение массы вещества, поступившего в объем помещения, при аварии аппарата

Объем газа или жидкости  $V_{г,ж}$ , поступившей в помещение в результате аварийной ситуации нескольких аппаратов, определяется по формуле:

$$V_{г,ж} = \sum_{j=1}^{N_{ав}} V_{г,ж,j}$$

где  $V_{г,ж,j}$  — объем газа или жидкости, поступившей в помещение из j-го аппарата и питающих его трубопроводов, в результате аварийной ситуации

$N_{ав}$  — количество аппаратов в аварийной ситуации

$$V_{г,ж,j} = V_{а,j} + V_{т,j}$$

где  $V_{а,j}$  — объем газа или жидкости, вышедшей из j-го аппарата

$V_{т,j}$  — объем газа или жидкости, вышедшей из трубопроводов, питающих j-й аппарат

Объем газа или жидкости  $V_{а,j}$ , вышедшей из j-го аппарата, определяется по формулам:

— для газа:

$$V_{а,j} = 0.01 \cdot P_{1j} V_j$$

где  $P_{1j}$  — давление в j-м аппарате, кПа

$V_j$  — объем j-го аппарата

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

— для жидкости:

$$V_{a,j} = V_j$$

Объем газа или жидкости  $V_{т,j}$ , вышедшей из трубопроводов, питающих j-й аппарат, определяется по формуле А.8:

$$V_{т,j} = V_{1т,j} + V_{2т,j}$$

где  $V_{1т,j}$  — объем газа или жидкости, вышедшей из трубопроводов, питающих j-й аппарат, до отключения

$V_{2т,j}$  — объем газа или жидкости, вышедшей из трубопроводов, питающих j-й аппарат, после отключения

$V_{1т,j}$  определяется по формуле А.9:

$$V_{1т,j} = \sum_{i=1}^{N_{тр,j}} q_{ij} T_{ij}$$

где  $q_{ij}$  — расход газа или жидкости i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

$T_{ij}$  — время отключения i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

$N_{тр,j}$  — количество трубопроводов, питающих j-й аппарат

$V_{2т,j}$  определяется по следующим формулам:

— для газа:

$$V_{2т,j} = 0.01 \cdot \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^{N_{тр,j}} d_{ij}^2 L_{ij} P_{2ij}$$

где  $d_{ij}$  — внутренний диаметр i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

$L_{ij}$  — длина i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

$P_{2ij}$  — максимальное давление в i-м трубопроводе, питающего j-й аппарат, кПа

$N_{тр,j}$  — количество трубопроводов, питающих j-й аппарат

— для жидкости:

$$V_{2т,j} = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^{N_{тр,j}} d_{ij}^2 L_{ij}$$

где  $d_{ij}$  — внутренний диаметр i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

$L_{ij}$  — длина i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата



$N_{тр,j}$  — количество трубопроводов, питающих j-й аппарат

Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли  $m$ , образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяется по формуле А.18:

$$m = m_{ав} + m_{вз}$$

где  $m_{ав}$  — расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации

$m_{вз}$  — расчетная масса взвихрившейся пыли

Расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации,  $m_{ав}$ , определяется по формуле:

$$m_{ав} = \sum_{j=1}^{N_{ав}} m_{ав,j}$$

где  $m_{ав,j}$  — расчетная масса пыли, поступившей в помещение из j-го аппарата и питающих его трубопроводов, в результате аварийной ситуации

$N_{ав}$  — количество аппаратов в аварийной ситуации

$m_{ав,j}$  определяется по формуле А.20:

$$m_{ав,j} = (m_{ап,j} + m_{тр,j})K_{п,j}$$

где  $m_{ап,j}$  — масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из j-го аппарата

$m_{тр,j}$  — масса пыли, поступившей из трубопроводов, питающих j-й аппарат, до их отключения

$K_{п,j}$  — коэффициент пыления j-го аппарата (отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение)

$$m_{тр,j} = \sum_{i=1}^{N_{тр,j}} q_{ij}T_{ij}$$

где  $q_{ij}$  — производительность i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

$T_{ij}$  — время отключения i-го трубопровода, питающего j-й аппарат

$N_{тр,j}$  — количество трубопроводов, питающих j-й аппарат

Расчетная масса взвихрившейся пыли  $m_{вз}$  определяется по формуле:

$$m_{вз} = \sum_{j=1}^{N_{ап}} m_{вз,j}$$

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. №подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

где  $m_{вз,j}$  — расчетная масса взвихрившейся пыли, из отложившейся в помещении в результате работы j-го аппарата

$N_{ап}$  — общее количество аппаратов в помещении

$m_{вз,j}$  определяется по формуле А.19:

$$m_{вз,j} = K_{вз} m_{п,j}$$

где  $K_{вз}$  — доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации

$m_{п,j}$  — масса отложившейся в помещении горючей пыли к моменту аварии в результате работы j-го аппарата

$m_{п,j}$  определяется по формуле А.21:

$$m_{п,j} = \frac{K_{г}}{K_{у}} (m_{1,j} + m_{2,j})$$

где  $K_{г}$  — доля горючей пыли в общей массе отложений пыли в помещении

$K_{у}$  — коэффициент эффективности пылеуборки в помещении

$m_{1,j}$  — масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками в результате работы j-го аппарата

$m_{2,j}$  — масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками в результате работы j-го аппарата

Масса пыли, оседающей на труднодоступных  $m_{1,j}$  и доступных  $m_{2,j}$  поверхностях в помещении за межуборочный период, определяется по формуле А.22:

$$m_{1,j} = M_{1,j}(1 - \alpha)\beta_1$$

$$m_{2,j} = M_{2,j}(1 - \alpha)\beta_2$$

где  $M_{1,j}$  — масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между генеральными пылеуборками в результате работы j-го аппарата

$M_{2,j}$  — масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени между текущими пылеуборками в результате работы j-го аппарата

$\alpha$  — доля выделяющейся в объем помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами

$\beta_1$  — доля выделяющейся в объем помещения пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях помещения

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

$\beta_2$  — доля выделяющейся в объем помещения пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях помещения

Количество материала пожарной нагрузки j-го аппарата определяется по формуле:

$$G_j = m_{ап,j} + m_{тр,j} + m_{п,j}$$

где  $m_{ап,j}$  — масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата

$m_{тр,j}$  — масса пыли, поступившей из трубопроводов, питающих j-й аппарат, до их отключения

$m_{п,j}$  — масса отложившейся в помещении горючей пыли к моменту аварии в результате работы j-го аппарата

Инд. Неподдл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Список литературы

1. В. Т. Монахов. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и жидкости. Приложение. Пакет анализа пожарной опасности веществ. Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007, - 104 с.
2. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1). Дата введения 2009-05-01.
3. СП 131.13330.2020 Строительная климатология. Дата введения 2021-06-25.
4. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями на 29 июля 2017 года) (редакция, действующая с 31 июля 2018 года).
5. Пособие по применению СП 12.13130.2009 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" Москва: ВНИИПО, 2014, 147 с.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	28	