

*Справочное*

**РАСЧЁТ  
ПОЖАРНОЙ НАГРУЗКИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ПО  
ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ,  
УСТАНОВЛЕНИЕ КЛАССА ЗОНЫ ПО «ПУЭ»  
ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЯ УЧАСТКА ПКМ  
Здание № 64М/2 (помещение №124)**

Новоуральск 2022

## Содержание.

- 1 Содержание. Ведомость ссылочных документов.
- 2 Методика расчёта критериев взрывопожарной опасности помещений.
- 3 Методика расчёта критериев пожарной опасности помещений.
- 4 Методика расчёта категорий взрывопожарной и пожарной опасности зданий (сооружений).
- 5 Методика расчёта критериев классов зон в помещениях по «Правилам устройства электроустановок».
- 6 Расчёт пожарной нагрузки и категорий по взрывопожарной и пожарной опасности помещений, установление класса зоны по ПУЭ.

### 1. Ведомость ссылочных документов.

Обозначение	Наименование	Примечания
	Ссылочные документы	
Федеральный закон № 123-ФЗ	«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»	
Свод правил СП 12.13130-2009	«Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»	
НПБ 105-03	«Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»	[1]
«ПУЭ»	«Правила устройства электроустановок»	[2]
	Пособие по применению СП 12.13130-2009 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности». Пособие по применению НПБ 105-95 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности».	[3]
ГОСТ 12.1.004 – 91* ССБТ	«Пожарная безопасность. Общие требования».	[4]

Настоящий расчет произведен в соответствии с действующими нормами и правилами и предусматривает мероприятия, обеспечивающие взрывопожарную и пожарную безопасность при эксплуатации зданий и сооружений.

## 2. МЕТОДИКА РАСЧЁТА КРИТЕРИЕВ ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ

### 2.1. Выбор и обоснование расчётного варианта

2.1.1. При расчете значений критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором во взрыве участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва – в расчётном случае принимается утечка бензина из топливного бака автомобиля.

2.1.2. Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать взрывоопасные газовоздушные или паровоздушные смеси, определяется исходя из следующих предпосылок:

- а) происходит расчетная авария одного из аппаратов согласно п. 6 [1];
- б) все содержимое аппарата поступает в помещение;
- в) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, по прямому и обратному потокам в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов – в расчётном варианте не рассматривается.

Расчетное время отключения трубопроводов определяется в каждом конкретном случае исходя из реальной обстановки и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:



- времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов;

- 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;

- 300 с при ручном отключении.

Не допускается использование технических средств для отключения трубопроводов, для которых время отключения превышает приведенные выше значения.

Под “временем срабатывания” и “временем отключения” следует понимать промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (перфорация, разрыв, изменение номинального давления и т. п.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в помещение.

Быстродействующие клапаны-отсекатели должны автоматически перекрывать подачу газа или жидкости при нарушении электроснабжения.

В исключительных случаях в установленном порядке допускается превышение приведенных выше значений времени отключения трубопроводов специальным решением соответствующих федеральных министерств и других федеральных органов исполнительной власти по согласованию с Госгортехнадзором России на подконтрольных ему производствах и предприятиях и МЧС России;

г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных) исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м<sup>2</sup>, а остальных жидкостей – на 1 м<sup>2</sup> пола помещения;

д) происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеокрашенных поверхностей;

е) длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

## 2.2. Расчёт избыточного давления взрыва для паров легковоспламеняющихся жидкостей

2.2.1. Избыточное давление взрыва  $\Delta P$  для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов C, H, O, N, Cl, Br, I, F, определяется по формуле

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,ж}} C_{\text{ст}} K_{\text{ж}}} \quad (1) - [1]$$

где  $P_{\max}$  – максимальное давление взрыва стехиометрической газовоздушной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным в соответствии с требованиями п. 3 [1]. 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 (6) [1], а для паров ЛВЖ и ГЖ по формуле (11) – [1], кг;  $Z$  – коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения согласно приложению [1]. Допускается принимать значение  $Z$  по табл. 3 [1];  $V_{\text{св}}$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{г,ж}}$  – плотность газа или пара при расчетной температуре  $t_p$ , кг × м<sup>-3</sup>, вычисляемая по формуле

$$\rho_{\text{г,ж}} = \frac{M}{V_0 (1 + 0,00367 t_p)}, \quad (2) - [1]$$

где  $M$  – молярная масса, кг × 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, % (об.), вычисляемая по формуле

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \phi} \quad (3) - [1]$$

где  $\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}$  – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания;  $n_C$ ,  $n_H$ ,  $n_O$ ,  $n_X$  – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего;  
 $K_n$  коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения.  
 Допускается принимать  $K_n$  равным 3.

Таблица 3

Вид горючего вещества	Значение Z
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

2.2.2. Масса  $m_n$  (кг), вышедшей в помещение жидкости определяется в соответствии с п. 7 - [1].

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

$$W = 10^{-6} h \sqrt{M} P_n \quad (13) - [1]$$

где  $h$  – коэффициент, принимаемый по табл. 4 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;  $P_n$  давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости  $t_p$ , определяемое по справочным данным в соответствии с требованиями п. 3, кПа или по формуле Пособия к НПБ 105-95

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

где:  $A$ ,  $B$  и  $C_A$  – константы Антуана для бензина, определяются по приложению 2 Пособия к НПБ 105-95.

Таблица 4

Скорость воздушного потока в помещении, м× с <sup>-1</sup>	Значение коэффициента h 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



### 3. МЕТОДИКА РАСЧЁТА КРИТЕРИЕВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ

3.1. Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее по тексту — пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка $g$ на участке, МДж $\times$ м <sup>-2</sup>	Способ размещения
B1	Более 2200	Не нормируется
B2	1401 - 2200	См. п. 25
B3	181 - 1400	То же
B4	1 - 180	На любом участке пола помещения площадью 10 м <sup>2</sup> . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно п. 25

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

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{ni}^p, \quad (21) - [1]$$

где  $G_i$  – количество  $i$ -го материала пожарной нагрузки, кг;  $Q_{ni}^p$  – низшая теплота сгорания  $i$ -го материала пожарной нагрузки, МДж $\times$  кг<sup>-1</sup>.

3.3. Удельная пожарная нагрузка  $g$ , МДж $\times$  м<sup>-2</sup>, определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (22) - [1]$$

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

3.4. В помещениях категорий В1–В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в табл. 4. В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных. В табл. 5 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний  $l_{np}$  в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков  $q_{кр}$ , кВт $\times$  м<sup>-2</sup>, для пожарной нагрузки, состоящей из твердых горючих и труднгорючих материалов. Значения  $l_{np}$ , приведенные в табл. 5, рекомендуются при условии, если  $H > 11$  м; если  $H < 11$  м, то предельное расстояние определяется как  $l = l + (11 - H)$ , где  $l_{np}$  – определяется из таблицы 5,  $H$  – минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

Т а б л и ц а 5

$q_{кр}$ , кВт $\times$ м <sup>-2</sup>	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{np}$ , м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то значение  $q_{кр}$  определяется по материалу с минимальным значением  $q_{кр}$ .

Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями  $q_{кр}$  значения предельных расстояний принимаются  $l_{np} \geq 12$  м.

Для пожарной нагрузки, состоящей из ЛВЖ или ГЖ, рекомендуемое расстояние  $l_{np}$  между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки рассчитывается по формулам

$$l_{np} \geq 15 \text{ м} \quad \text{при } H \geq 11, \quad (23) - [1]$$

$$l_{np} \geq 26 - H \quad \text{при } H < 11. \quad (24) - [1]$$

Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки  $Q$ , определенное по формуле 21, отвечает неравенству

$$Q \geq 0,64 g_{\tau} H^2,$$

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно.

**Здесь:**

$$g_{\tau}=2200 \text{ МДж/м}^{-2} \quad \text{при} \quad 1401 \text{ МДж/м}^{-2} \leq g \leq 2200 \text{ МДж/м}^{-2}$$

и

$$g_{\tau}=1400 \text{ МДж/м}^{-2} \quad \text{при} \quad 181 \text{ МДж/м}^{-2} \leq g \leq 1400 \text{ МДж/м}^{-2}.$$

#### **4. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАТЕГОРИИ ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЗДАНИЯ (СООРУЖЕНИЯ)**

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

Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

4.2. Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категории А;
- суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>.

Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

4.3. Здание относится к категории В, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А или Б;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м<sup>2</sup>) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

4.4. Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А, Б или В;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м<sup>2</sup>) и помещения категорий А, Б, В оборудуются установками автоматического пожаротушения.

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



## 5. МЕТОДИКА РАСЧЁТА КЛАССОВ ЗОН В ПОМЕЩЕНИЯХ ПО «ПРАВИЛАМ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК»

5.1. Определение класса зоны осуществляется путём последовательной проверки принадлежности помещения к классам, приведённым в главах 7.3. и 7.4. «ПУЭ».

5.2. При определении класса зоны в помещении за исходные принимается следующее требование «ПУЭ»:

**Зоны класса В-I** (п. 7.3.40 ПУЭ) — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. п.

**Зоны класса В-Ia** (п. 7.3.41 ПУЭ) — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

**Зоны класса В-Iб** (п. 7.3.42 ПУЭ) — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1. Горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях по ГОСТ 12.1.005-88 (например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок).

2. Помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона условно принимается от отметки 0,75 общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути, если таковой имеется (например, помещения электролиза воды, зарядные станции тяговых и статерных аккумуляторных батарей).

Пункт 2 не распространяется на электромашинные помещения с турбогенераторами с водородным охлаждением при условии обеспечения электромашинного помещения вытяжной вентиляцией с естественным побуждением; эти электромашинные помещения имеют нормальную среду.

К классу В-Iб относятся также зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

**Зоны класса В-Iг** (п. 7.3.43 ПУЭ) — пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок, выбор электрооборудования для которых производится согласно 7.3.64), надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т.п.

К зонам класса В-Iг также относятся: пространства у проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia и В-II (исключение - проемы окон с заполнением стеклоблоками); пространства у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений со взрывоопасными зонами любого класса или если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны; пространства у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

Для наружных взрывоопасных установок взрывоопасная зона класса В-Iг считается в пределах до:

а) 0,5 м по горизонтали и вертикали от проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia, В-II;

б) 3 м по горизонтали и вертикали от закрытого технологического аппарата, содержащего горючие газы или ЛВЖ; от вытяжного вентилятора, установленного снаружи (на улице) и обслуживающего помещения со взрывоопасными зонами любого класса;

в) 5 м по горизонтали и вертикали от устройств для выброса из предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами или ЛВЖ, от расположенных на



ограждающих конструкциях зданий устройств для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений с взрывоопасными зонами любого класса;

г) 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры); при наличии обвалования - в пределах всей площади внутри обвалования;

д) 20 м по горизонтали и вертикали от места открытого слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом ЛВЖ.

Эстакады с закрытыми сливно-наливными устройствами, эстакады и опоры под трубопроводы для горючих газов и ЛВЖ не относятся к взрывоопасным, за исключением зон в пределах до 3 м по горизонтали и вертикали от запорной арматуры и фланцевых соединений трубопроводов, в пределах которых электрооборудование должно быть взрывозащищенным для соответствующих категорий и группы взрывоопасной смеси.

**Зоны класса В-II** (п. 7.3.45 ПУЭ) — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

Зоны в помещениях и зоны наружных установок в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от аппарата, в котором присутствуют или могут возникнуть взрывоопасные смеси, но технологический процесс ведется с применением открытого огня, раскаленных частей либо технологические аппараты имеют поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пылей или волокон, не относятся в части их электрооборудования к взрывоопасным. Классификацию среды в помещениях или среды наружных установок за пределами указанной 5-метровой зоны следует определять в зависимости от технологических процессов, применяемых в этой среде.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок, в которых твердые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, не относятся в части их электрооборудования к взрывоопасным.

**Зоны класса II-I** (п. 7.4.3. ПУЭ) — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C (см. 7.3.12).

**Зоны класса II-II** (п. 7.4.4. ПУЭ) — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м<sup>3</sup> к объему воздуха.

**Зоны класса II-Па** (п. 7.4.5. ПУЭ) — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

**Зоны класса II-III** (п. 7.4.6. ПУЭ) — расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C или твердые горючие вещества.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от аппарата, в которых постоянно или периодически обращаются горючие вещества, но технологический процесс ведется с применением открытого огня, раскаленных частей либо технологические аппараты имеют поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих паров, пылей или волокон не относятся в части их электрооборудования к пожароопасным. Класс среды в помещениях или среды наружных установок за пределами указанной 5-метровой зоны следует определять в зависимости от технологических процессов, применяемых в этой среде.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок, в которых твердые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, не относятся в части их электрооборудования к пожароопасным.

#### **Помещение № 124 и 125 (помещения размещения оборудования для производства ПКМ)**

*В связи с производственной необходимостью использования в помещении № 124 и 125 (помещения размещения оборудования для производства ПКМ) подтверждаются проведенным расчетом.*

1.1. Краткая характеристика помещения.

1.1.1. Назначение объекта – производственное.

1.1.2. Площадь помещения – 648 м<sup>2</sup>.

1.1.3. Помещение на общей площади имеет - Н=7м.

1.1.4. Минимальное расстояние от поверхности рабочего стола, на котором осуществляются операции технологического процесса, составляет – 6,2 м.

1.2. Работы в помещении ведутся в одну смену. В помещении выполняют работы по изготовлению изделий ПКМ.



По тех процессу, детали при склеивании обезжириваются. При обезжиривании используется ЛВЖ (ацетон). Для этих целей в помещении предусмотрено два рабочих места. Необходимое количество ЛВЖ в помещении находится только в течении рабочей смены.

При выполнении технологических операций на рабочем месте имеется специальная закрывающаяся тара для ЛВЖ и ГЖ (28.1565), изготовленная по чертежу СТП 56-82. Тара 28.1565 имеет цилиндрическую форму: 28.1565  $V=1\text{л}$  ( $B=124\text{ мм}$ ,  $D=102\text{ мм}$ ,  $H=178\text{ мм}$ ). В тару заливают этиловый спирт в соответствии с максимально допустимым количеством ЛВЖ, одновременно находящимся на рабочих местах. Конструкция тары исключает испарение ЛВЖ на рабочем месте. Помещение оборудовано общеобменной вытяжной вентиляцией. В помещении оборудовано принудительными системами приточной вентиляции. Технологические операции с использованием ЛВЖ проводятся только при работающей вытяжной вентиляции.

1.3. Работы проводить при наличии в помещении автоматической пожарной сигнализацией (АПС), системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ), потиводымной вентиляции.

1.4. Характеристика пожарной нагрузки.

1.4.1. Хранение сменного запаса ЛВЖ (ацетона) на одну рабочую смену осуществляется в таре, изготовленной по СТП 56-82 и предназначенной для хранения и переноски ЛВЖ и ГЖ:  $V=1\text{л}$  (28.1565), в герметичном металлическом поддоне. Сменная норма ЛВЖ (в соответствии с нормами хранения) составляет: ацетон – 0,2 литр.

- для хранения ацетона применяется тара 28.1565 ( $V=1\text{л}$ )

1.4.2. Режим сменного запаса ЛВЖ хранения – постоянный (сменная норма потребности).

1.4.3. При расчете категории используются справочные данные НПА:

- Нормы пожарной безопасности НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

- Пособие по применению НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

- СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

- Пособие по применению СП 12.13130.2009 «Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

- СП 131.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*) «Строительная климатология».

## РАСЧЕТ

### избыточного давления взрыва для паров ЛВЖ (по категории А) в п. 124 и 125

#### по ацетону

Молекулярная масса ацетона  $M=58,08\text{ кг/кмоль}$ . Константы уравнения Антуана:  $A=8,68665$ ;  $B=1918,508$ ;  $C_A=252,125$ . Химическая формула ацетона  $C_2H_6O$ . Плотность ацетона  $\rho_{ж}=790\text{ кг/м}^3$ . Температура вспышки ацетона  $t_{всп}=+13^\circ\text{C}$ . Низшая теплота сгорания ацетона равна  $30,562\text{ МДж/кг}$ .

Параметры помещения: площадь –  $648\text{ м}^2$ , высота –  $7\text{ м}$ .

При определении избыточного давления взрыва в качестве расчетного варианта аварии принимается испарение паров ЛВЖ (ацетона), с площадью зеркала испарения –  $1,0\text{ м}^2$  (из расчета  $1,0\text{ л}$  на  $1,0\text{ м}^2$ ). В соответствии с требованиями «Пособия по применению СП 12.13130.2009 «Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности») за расчетную температуру принимается  $t_p=+38^\circ\text{C}$ .

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

$P_{\text{max}} = 900\text{ кПа}$  – максимальное давление взрыва стехиометрической паровоздушной смеси в замкнутом объеме;

$P_0 = 101,3\text{ кПа}$  – начальное давление;

$m$  – масса паров ЛВЖ (кг);

$Z$  – коэффициент участия горючего во взрыве (по таблице 2 НПБ 105-03);

$V_{\text{св}}$  – свободный объем помещения,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{г}}$  – плотность пара при расчетной температуре,  $t_p$ ,  $\text{кг/м}^3$ ;



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

$M$  – молярная масса, кг/кмоль;

$V_0$  – мольный объем, равный 22,413 м<sup>3</sup>/кмоль;

$t_p$  – расчетная температура, °C;

$C_{cm}$  – стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ, %;

$$C_{г,н} = \frac{100}{1 + 4,84 \beta}$$

где  $\beta = n_c + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}$  – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания;  $n_c$ ,  $n_H$ ,  $n_O$ ,  $n_X$  – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего;  $K_n$  коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать  $K_n$  равным 3.

$$\beta = n_c + (n_H - n_X)/4 - n_O/2$$

$$\beta = 2 + (6 - 0)/4 - 1/2 = 2 + 6/4 - 1/2 = 2 + 1,5 - 0,5 = 3,0;$$

$$C_{cm} = 100 / (1 + 4,48 \times \beta)$$

$$C_{cm} = 100 / (1 + 4,48 \times 3,0) = 100 / (1 + 13,44) = 100 / 14,44 = 6,925$$

$m$  – масса паров ЛВЖ (кг.), по формуле - ( $m = m_p + m_{емк} + m_{св. окр.}$ );

$$m_p = W F_u T, \text{ где:}$$

$W$  – интенсивность испарения, кг/схм<sup>2</sup>;

$F_u$  – площадь испарения, м<sup>2</sup>;

$T$  – длительность испарения, с;

$$P_{max} = 900 \text{ кПа};$$

$$P_0 = 101,3 \text{ кПа};$$

$$Z = 0,3;$$

$$V_{св} = 0,8 \times (648 \times 7) = 0,8 \times 4536 = 3628,8 \text{ м}^3;$$

$$t_p = +38, \text{ °C};$$

$$M = 46,07 \text{ кг/кмоль};$$

$$V_0 = 22,413 \text{ м}^3/\text{кмоль};$$

$$K_n = 3;$$

$$T = 3600 \text{ с};$$

$$m = m_p,$$

$$m_p = W F_u T$$

$$W = 10^{-6} h \sqrt{M} P_n$$

$$h = 1 \text{ (по табл. 3 НПБ 105-03)}$$

$$M = 46,07 \text{ кг/кмоль};$$

$$P_n - \text{давление насыщенного пара, кПа } (P_n = 10^{\lg P_n})$$

$$P_n = 10^{\lg P_n}$$

$$\lg P_n = A - B / (t_p + C)$$

$$\lg P_n = 8,68655 - 1918,508 / (38 + 252,125) = 8,68655 - 1918,508 / 290,125 = 8,68655 - 6,612694528 = 2,073855 \approx 2,07 \approx 2,1;$$

$$P_n = 10^{2,1} = 125,8925 \text{ кПа};$$

$$W = 0,000001 \times 1 \times \sqrt{46,07 \times 125,8925} = 0,000001 \times 1 \times 6,7874885 \times 125,8925 = 0,000854494 \text{ кг/м}^2\text{с}$$

$$F_u = 1,0 \text{ м}^2;$$

$$T = 3600 \text{ с};$$

$$m_p = W F_u T = 0,000854494 \times 1,0 \times 3600 = 3,076178 \text{ кг.};$$

$$m = m_p = 3,076178 \text{ кг} \approx 3,0762 \text{ кг}$$

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

$$\rho_n = 46,07 / (22,413 \times (1 + 0,00367 \times 38)) = 46,07 / (22,413 \times 1,13946) = 46,07 / 25,538717 = 1,80391$$

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}}} \frac{100}{\rho_{\text{г.з}}} \frac{1}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_{\text{к}}}$$

$$\Delta P = (900 - 101,3) \times (3,0762 \times 0,3 \times 100) / (3628,8 \times 1,80391 \times 6,925 \times 3) = 798,7 \times 92,286 / 153560,05875 = 73708,8282 / 153560,05875 = 0,48 \text{ кПа}$$

$$\Delta P = 0,48 \text{ кПа} < 5,0 \text{ кПа}$$

$$\Delta P < 5,0 \text{ кПа}$$

В связи с тем, что избыточное давление взрыва не превышает 5 кПа и температура вспышки применяемых ЛВЖ менее 28°C, то в соответствии с таб.1 НПБ 105 – 2003 помещение не относится к категориям А и Б.

Проведем проверку принадлежности помещения № 124 к категориям В1 – В4.

№ п/п	Наименование расчётного параметра	Площадь размещения пожарной нагрузки, м²	Среднее значение пожарной нагрузки (вес горючих материалов), кг	Низшая теплота сгорания – Q, (МДж/кг)	Расчётное значение, МДж
1.	Пожарная нагрузка в помещении $Q = G_1 \times Q_{\text{нр}}^p$ ,				
1.1.	Пожарная нагрузка: - ацетон (ЛВЖ) – 1 л = 0,78 кг - салфетки (обтир) – ТГМ – 2 кг - европоддон (дерево) ТГМ- 4 шт. (4х22 кг=88кг) - полиэтилен – 200 кг - смола искусственная	648	0,78 2 88 200 1500	31,36 18,84 13,8 46,62 16,8	24,46 37,68 1214,4 9328 25200
2.	ИТОГО пожарная нагрузка $Q = \sum_{i=1}^n G_i \times Q_{\text{нр}}^p$ ,	Q = 35762,8608 МДж			
3.	Удельная пожарная нагрузка, g = Q/S	g = 35762,8608 : 648 = 55,2 МДж/м²			
4.	Условие отнесения помещения к категориям В1 – В4	55,2 < 180			
5.	Категория помещения по расчёту (табл. 4, [1])	Расчётное значение соответствует категории – «В4».			

Так как выполняется условие, что пожарная нагрузка располагается на 10 м², можно принять категорию по взрывопожарной и пожарной опасности В4. Проверка подтвердила данную категорию.

**Вывод: Категория пожарной опасности помещения – «В4».**

Для помещения № 124 в здании № 64М/2 зона класса установлена в соответствии с ПУЭ. При определении класса зоны принимаются следующие исходные данные - в помещении обращаются и хранятся ЛВЖ (ацетон, этиловый) в небольших количествах, хранение и применение которых осуществляется в специальной таре и при наличии общеобменной вентиляции. Зона не относится к взрывоопасным (основание: п.7.3.42. часть 2 абзац 3 ПУЭ).

#### Зона класса по ПУЭ

№ п/п	Наименование помещения (строения)	Зона класса
1.	Помещение исследовательского отдела № 124 (здание № 64М/2)	П-Иа