



**«УТВЕРЖДАЮ»  
Генеральный директор  
ООО «Центр ПБ»**

\_\_\_\_\_

**«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020г.**

**Расчет**

**категории по взрывопожарной и пожарной опасности по**

**СП 12.13130.2009**

**и класса взрыво-пожароопасной зоны**

**по ФЗ Технический регламент**

**«О требованиях пожарной безопасности»**

**для пиковой котельной**

**ООО «Заказчик»**

**расположенной по адресу:**

**АДРЕС**

2020  
год



## Общие принципы определения категорий

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. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Общие принципы определения категорий производства	Лист
												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.

Инд. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности				Лист
										4



## Методы определения категорий помещений А и Б.

### Выбор и обоснование расчетного варианта.

При расчете критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газозвоздушных, паровоздушных, пылевоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, пылей, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей.

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать горючие газозвоздушные, паровоздушные, пылевоздушные смеси, определяется, исходя из следующих предпосылок:

а) происходит расчетная авария одного из аппаратов;  
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.

Расчетное время отключения трубопроводов определяют 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;

г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных), исходя из расчета, что 1 литр 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 свежеекрашенных поверхностей;

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

Количество пыли, которое может образовать пылевоздушную смесь, определяется из следующих предпосылок:

а) расчетной аварии предшествовало пыле накопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыведения из негерметичного производственного оборудования);

б) в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно, равным 80 % геометрического объема помещения.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Методы определения категорий помещений А и Б	Лист
												6

## 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:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad \text{А.1}$$

где  $P_{max}$  – максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газозоудушной или парозоудушной 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;

$V_{св}$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность газа или пара при расчетной температуре  $t_p$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляемая по формуле:

$$\rho = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0.00367 \cdot t_p)}, \quad \text{А.2}$$

где  $M$  – молярная масса, м<sup>3</sup>/кмоль;

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

$t_p$  – 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;

$C_{ст}$  – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (объемных), вычисляемая по формуле:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4.84 \cdot \beta}, \quad \text{А.3}$$

где  $\beta$  – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания, определяемый по формуле:

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}, \quad \text{А.3.1}$$

где  $n_C$ ,  $n_H$ ,  $n_O$ ,  $n_X$  – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего вещества;

$K_H$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать  $K_H$  равным 3.

Инд. № подл.		Подп. и дата	
Взам. инв. №		Инд. № дубл.	
Подп. и дата		Изм.	
Инд. № подл.		Кол.уч.	
Инд. № подл.		Лист	
Инд. № подл.		№ док.	
Инд. № подл.		Подпись	
Инд. № подл.		Дата	

Таблица А.1 – Значение коэффициента Z участия горючих газов и паров в горении

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

Расчет  $\Delta P$  для индивидуальных веществ, кроме Z упомянутых в А.2.1, а также для смесей может быть выполнен по формуле:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{CB} \cdot \rho_B \cdot C_P \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad \text{A.4}$$

где  $H_T$  – теплота сгорания, Дж/кг;

$\rho_B$  – плотность воздуха при начальной температуре  $T_0$ , кг/м<sup>3</sup>;

$C_P$  – теплоемкость воздуха, Дж/кг\*К (допускается принимать равной  $1,01 \cdot 10^3$ , Дж/кг\*К);

$T_0$  – начальная температура воздуха, К.

В случае обращения в помещении горючих газов, легковоспламеняющихся или горючих жидкостей при определении массы  $m$ , входящей в формулы (А.1) и (А.4), допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

Допускается учитывать постоянно работающую общеобменную вентиляцию, обеспечивающую концентрацию горючих газов и паров в помещении, не превышающую предельно допустимую взрывобезопасную концентрацию, рассчитанную для аварийной вентиляции. Указанная общеобменная вентиляция должна быть оборудована резервными вентиляторами, 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:

$$K = A \cdot T + 1, \quad \text{A.5}$$

где  $A$  – кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, 1/с;

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



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

$$m = (V_A + V_T) \cdot \rho, \quad \text{A.6}$$

где  $V_A$  – объем газа, вышедшего из аппарата,  $\text{м}^3$ ;  
 $V_T$  – объем газа, вышедшего из трубопроводов,  $\text{м}^3$ ;  
 $\rho$  – плотность газа,  $\text{м}^3$ ;

$$V_A = 0.01 \cdot P_1 \cdot V, \quad \text{A.7}$$

где  $P_1$  – давление в аппарате, кПа;  
 $V$  – объем аппарата,  $\text{м}^3$ ;

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

где  $V_{1T}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения,  $\text{м}^3$ ;  
 $V_{2T}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения,  $\text{м}^3$ ;

$$V_{1T} = q \cdot T, \quad \text{A.9}$$

где  $q$  – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т. д.,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

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

$$V_{2T} = 0.01 \cdot \pi \cdot P_2 \cdot (r_1^2 \cdot L_1 + r_2^2 \cdot L_2 + r \dots + r_n^2 \cdot L_n), \quad \text{A.10}$$

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.  
 Масса паров жидкости  $m$ , поступивших в помещение, определяется из выражения:

$$m = W \cdot F \cdot T, \quad \text{A.11}$$

где  $W$  – интенсивность испарения,  $\text{кг}/\text{с} \cdot \text{м}^2$ ;  
 $F$  – площадь испарения,  $\text{м}^2$ , определяемая в соответствии с А.1.2 в зависимости от массы жидкости  $m$ , вышедшей в помещение.

Массу  $m$ , 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:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H, \quad \text{A.12}$$

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

$P_H$  – давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости  $t_p$ , определяемое по справочным данным, кПа.

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

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

Таблица А.2 – Значение коэффициента  $n$  в зависимости от скорости и температуры воздушного потока

Скорость воздушного потока в помещении, м/с	Значение коэффициента $n$ при температуре $t$ , С, воздуха в помещении				
	10	15	20	30	35
0	1	1	1	1	1
0.1	3	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	10	8.7	7.7	5.6	4.6

### Расчет избыточного давления взрыва для горючих пылей

Расчет избыточного давления  $\Delta P$ , кПа, производится по формуле (А.4), где коэффициент  $Z$  участия взвешенной пыли в горении рассчитывают по формуле:

$$Z = 0.5 \cdot F, \quad \text{А.13}$$

где  $F$  – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэрозоль становится неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для оценки величины  $F$  допускается принимать  $F = 1$ .

Расчетную массу взвешенной в объеме помещения пыли  $m$ , кг, образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяют по формуле:

$$m = \min \left\{ \begin{array}{l} m_{B3} + m_{AB} \\ \rho_{CT} \cdot V_{AB} / Z \end{array} \right., \quad \text{А.14}$$

где,  $m_{B3}$  – расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;  
 $m_{AB}$  – расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг;

$\rho_{CT}$  – стехиометрическая концентрация горючей пыли в аэрозвеси, кг/м<sup>3</sup>;  
 $V_{AB}$  – расчетный объем пылевоздушного облака, образованного при аварийной ситуации в объеме помещения, м<sup>3</sup>. В отсутствие возможности получения сведений для расчета  $V_{AB}$  допускается принимать:

$$m = m_{B3} + m_{AB}, \quad \text{А.15}$$

Расчетную массу взвихрившейся пыли  $m_{B3}$  определяют по формуле:

$$m_{B3} = K_{B3} \cdot m_{П}, \quad \text{А.16}$$

где  $K_{B3}$  – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспериментальных сведений о величине  $K_{B3}$  допускается принимать  $K_{B3} = 0,9$ ;

$m_{П}$  – масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.  
 Расчетную массу пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации,  $m_{AB}$ , определяют по формуле:

$$m_{AB} = (m_{АП} + q \cdot T) \cdot K_{П}, \quad \text{А.17}$$

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/с;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Методы определения категорий помещений А и Б	Лист
												10

T – время отключения, определяемое по А.1.2 (в), с;

$K_{\Pi}$  – коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение. При отсутствии экспериментальных данных о величине  $K_{\Pi}$  допускается принимать:

- $K_{\Pi} = 0,5$  – для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм;
- $K_{\Pi} = 1,0$  – для пылей с дисперсностью менее 350 мкм.

Величину  $m_{\Delta\Pi}$  принимают в соответствии с А.1.1 и А.1.3.

Массу отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяют по формуле:

$$m_{\Pi} = \frac{K_{\Gamma}}{K_{\Upsilon}} \cdot (m_1 + m_2), \quad \text{A.18}$$

$K_{\Gamma}$  – доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

$K_{\Upsilon}$  – коэффициент эффективности пылеуборки.

Принимают равным 0,6 при сухой и 0,7 – при влажной пылеуборке (ручной).

При механизированной вакуумной пылеуборке для ровного пола  $K_{\Upsilon}$  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.).

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 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.

Таблица Б.1–Удельная пожарная нагрузка и способы размещения для категорий В

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 Б.2
В3	181-1400	В соответствии 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:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{Hi}^P, \quad \text{Б.1}$$

где  $G_i$  – количество  $i$ -того материала пожарной нагрузки, кг;  
 $Q_{Hi}^P$  – низшая теплота сгорания  $i$ -того материала пожарной нагрузки, МДж/кг.  
 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.

Таблица 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
$l_{пр}$ , м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Инд. № подл.	Взам. инв.№	Инв. № дубл.	Подп. и дата
------	---------	------	--------	---------	------	--------------	-------------	--------------	--------------

Таблица Б.3 – Значения  $q_{кр}$  для некоторых материалов пожарной нагрузки

Материал	$q_{кр}$ , кВт/м <sup>2</sup>
Древесина (сосна влажностью 12 %)	13,9
Древесно-стружечные плиты (плотностью 417 кг/м <sup>3</sup> )	8,3
Торф брикетный	13,2
Торф кусковой	9,8
Хлопок-волокно	7,5
Слоистый пластик	15,4
Стеклопластик	15,3
Пергамин	17,4
Резина	14,8
Уголь	35
Рулонная кровля	17,4
Сено, солома (при минимальной влажности до 8 %)	7

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то  $q_{кр}$  определяется по материалу с минимальным значением  $q_{кр}$ . Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями  $q_{кр}$  предельные расстояния принимаются  $l_{пр} \geq 12$  м. Для пожарной нагрузки, состоящей из ЛВЖ или ГЖ, расстояние  $l_{пр}$  между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки допускается рассчитывать по формулам:

$$l_{пр} \geq 15 \text{ м при } H \geq 11 \text{ м, (Б.3)}$$

$$l_{пр} \geq 26 - H \text{ при } H < 11 \text{ м. (Б.4)}$$

Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки  $Q$ , определенное по формуле (Б.2), отвечает неравенству:

$$Q \geq 0.64 \cdot g_T \cdot H^2, \quad \text{Б.5}$$

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно.

Здесь  $g_T = 2200$  МДж/м<sup>2</sup> при  $1401 \text{ МДж/м}^2 \leq g \leq 2200 \text{ МДж/м}^2$ ,  $g_T = 1400$  МДж/м<sup>2</sup> при  $181 \text{ МДж/м}^2 \leq g \leq 1400 \text{ МДж/м}^2$

Инд. № подл.	Подп. и дата				
Взам. инв. №	Инв. № дубл.				
Подп. и дата					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Методы определения категорий помещений В1-В4

Лист

13

## Расчетное определение коэффициента Z участия в горении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей

Приведенные в приложении Д СП 12.13130.2009 расчетные формулы применяются для случая  $100m/(\rho_{г,п}V_{св}) < 0,5C_{НКПР}$

$C_{НКПР}$  – нижний концентрационный предел распространения пламени газа или пара, % (объемных) и помещений в форме прямоугольного параллелепипеда с отношением длины к ширине не более пяти.

Коэффициент Z участия горючих газов и паров ненагретых выше температуры окружающей среды легковоспламеняющихся жидкостей при заданном уровне значимости рассчитывают по формулам:

При  $X_{НКПР} \leq 1/2L$  и  $Y_{НКПР} \leq 1/2S$

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot \pi}{m} \cdot \rho_{г,п} \cdot \left( C_0 + \frac{C_{НКПР}}{\delta} \right) \cdot X_{НКПР} \cdot Y_{НКПР} \cdot Z_{НКПР}, \quad \text{Д.1}$$

При  $X_{НКПР} > 1/2L$  и  $Y_{НКПР} > 1/2S$

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot \pi}{m} \cdot \rho_{г,п} \cdot \left( C_0 + \frac{C_{НКПР}}{\delta} \right) \cdot F \cdot Z_{НКПР}, \quad \text{Д.2}$$

где  $C_0$  – предэкспоненциальный множитель, % (объемных), равный:  
- при отсутствии подвижности воздушной среды для горючих газов

$$C_0 = 3.77 \cdot 10^3 \cdot \frac{m}{\rho_{г,п} \cdot V_{св}}, \quad \text{Д.3}$$

- при подвижности воздушной среды для горючих газов

$$C_0 = 3 \cdot 10^2 \cdot \frac{m}{\rho_{г,п} \cdot V_{св} \cdot U}, \quad \text{Д.4}$$

- при отсутствии подвижности воздушной среды для паров легковоспламеняющихся жидкостей

$$C_0 = C_H \cdot \left( \frac{m \cdot 100}{C_H \cdot \rho_{п} \cdot V_{св}} \right)^{0.41}, \quad \text{Д.5}$$

при подвижности воздушной среды для паров легковоспламеняющихся жидкостей

$$C_0 = C_H \cdot \left( \frac{m \cdot 100}{C_H \cdot \rho_{п} \cdot V_{св}} \right)^{0.46}, \quad \text{Д.6}$$

где  $m$  – масса газа или паров ЛВЖ, поступающих в объем помещения, кг;  
 $\delta$  – допустимые отклонения концентрации при задаваемом уровне значимости  $Q(C > C)$ , приведенные в таблице Д.1;

$X_{НКПР}$ ,  $Y_{НКПР}$ ,  $Z_{НКПР}$  – расстояния по осям X, Y и Z от источника поступления газа или пара, ограниченные нижним концентрационным пределом распространения пламени соответственно, м (рассчитываются по формулам (Д.10)–(Д.12));

L, S – длина и ширина помещения соответственно, м;

F – площадь пола помещения, м<sup>2</sup>

U – подвижность воздушной среды, м/с

$C_H$  – концентрация насыщенных паров при расчетной температуре  $t_p$ , °C, воздуха в помещении, % (объемных).

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

Расчетное определение коэффициента Z участия в горении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей

Лист

14

Таблица Д.1 – Допустимые отклонения концентрации  $\delta$  при заданном уровне значимости  $Q(C > C)$

Характер распределения концентраций	$Q(C > C)$	$\delta$
Для горючих газов при отсутствии подвижности воздушной среды	0.1	1.29
	0.05	1.38
	0.01	1.53
	0.003	1.63
	0.001	1.70
	0.000001	2.04
Для горючих газов при подвижности воздушной среды	0.1	1.29
	0.05	1.37
	0.01	1.52
	0.003	1.62
	0.001	1.70
	0.000001	2.03
Для паров легковоспламеняющихся жидкостей при отсутствии подвижности воздушной среды	0.1	1.19
	0.05	1.25
	0.01	1.35
	0.003	1.41
	0.001	1.46
	0.000001	1.68
Для паров легковоспламеняющихся жидкостей при подвижности воздушной среды	0.1	1.21
	0.05	1.27
	0.01	1.38
	0.003	1.45
	0.001	1.51
	0.000001	1.75

Концентрация  $C_H$  может быть найдена по формуле

$$C_H = 100 \cdot \frac{P_H}{P_0}, \quad \text{Д.7}$$

где  $P_H$  – давление насыщенных паров при расчетной температуре (находят из справочной литературы), кПа;

$P_0$  – атмосферное давление, равное 101 кПа.

Уровень значимости  $Q(C > C)$  выбирают, исходя из особенностей технологического процесса. Допускается принимать  $Q(C > C)$  равным 0,05.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Расчетное определение коэффициента $Z$ участия в горении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей	Лист
							15

Коэффициент Z участия паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей при сгорании паровоздушной смеси может быть определен по графику, приведенному на рисунке Д.1.

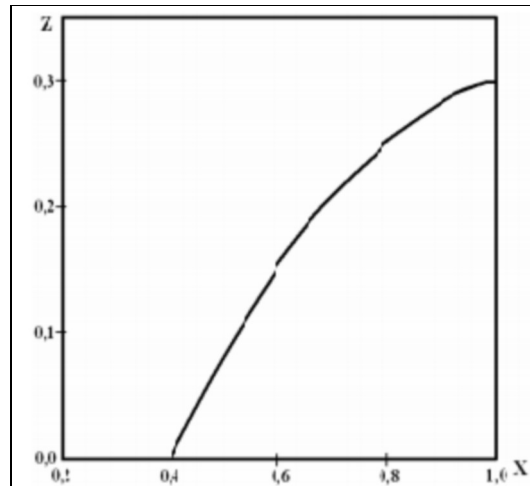


Рисунок Д.1 – Зависимость Z от X

Значения X рассчитывают по формуле

$$X = \begin{cases} C_H/C^*, & C_H \leq C^* \\ 1, & C_H > C^* \end{cases}, \quad \text{Д.8}$$

где  $C^*$  – величина, задаваемая соотношением

$$C^* = \phi \cdot C_{СТ}, \quad \text{Д.9}$$

где  $\phi$  – эффективный коэффициент избытка горючего, принимаемый равным 1,9. Расстояния  $X_{НКПР}$ ,  $Y_{НКПР}$  и  $Z_{НКПР}$  рассчитывают по формулам:

$$X_{НКПР} = K_1 \cdot L \left( K_2 \cdot \ln \frac{\delta \cdot C_0}{C_{НКПР}} \right)^{0.5} \quad \text{Д.10}$$

$$Y_{НКПР} = K_1 \cdot S \left( K_2 \cdot \ln \frac{\delta \cdot C_0}{C_{НКПР}} \right)^{0.5} \quad \text{Д.11}$$

$$Z_{НКПР} = K_3 \cdot H \left( K_2 \cdot \ln \frac{\delta \cdot C_0}{C_{НКПР}} \right)^{0.5}, \quad \text{Д.12}$$

где  $K_1$  – коэффициент, принимаемый равным 1,1314 для горючих газов и 1,1958 – для легковоспламеняющихся жидкостей;

$K_2$  – коэффициент, принимаемый равным 1 для горючих газов и  $K_2 = T/3600$  – для легковоспламеняющихся жидкостей;

$K_3$  – коэффициент, принимаемый равным 0,0253 для горючих газов при отсутствии подвижности воздушной среды;

0,02828 – для горючих газов при подвижности воздушной среды;

0,04714 – для легковоспламеняющихся жидкостей при отсутствии подвижности воздушной среды и

0,3536 – для легковоспламеняющихся жидкостей при подвижности воздушной среды;

$H$  – высота помещения, м.

При отрицательных значениях логарифмов расстояния  $X_{НКПР}$ ,  $Y_{НКПР}$  и  $Z_{НКПР}$  принимаются равными 0.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<p>Расчетное определение коэффициента Z участия в горении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей</p>	Лист



## Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок

### Категории наружных установок по пожарной опасности

Категории наружных установок по пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 2

Таблица 2 – Категории наружных установок по пожарной опасности

Категория наружной установки	Критерии отнесения наружной установки к той или иной категории по пожарной опасности
АН повышенная взрывопожароопасность	Установка относится к категории АН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С, вещества и (или) материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)
БН взрывопожароопасность	Установка относится к категории БН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие пыли и (или) волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании пыли (или) паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)
ВН пожароопасность	Установка относится к категории ВН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие и (или) трудногорючие жидкости, твердые горючие и (или) трудногорючие вещества и (или) материалы (в том числе пыли и (или) волокна), вещества и (или) материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом гореть, и если не реализуются критерии, позволяющие отнести установку к категории АН или БН (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ и (или) материалов превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)
ГН умеренная пожароопасность	Установка относится к категории ГН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) негорючие вещества и (или) материалы в горячем, раскаленном и (или) расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и (или) пламени, а также горючие газы, жидкости и (или) твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
ДН пониженная пожароопасность	Установка относится к категории ДН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и (или) материалы в холодном состоянии и если по перечисленным выше критериям она не относится к категории АН, БН, ВН или ГН

Определение категорий наружных установок следует осуществлять путем последовательной проверки их принадлежности к категориям, приведенным в таблице 2, от наиболее опасной (АН) к наименее опасной (ДН).

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Инд. № подл.	Взам. инв.№	Инв. № дубл.	Подп. и дата		

В случае, если из-за отсутствия данных представляется невозможным оценить величину пожарного риска, допускается использование вместо нее следующих критериев.

Для категорий АН и БН:

- горизонтальный размер зоны, ограничивающей газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) по ГОСТ 12.1.044, превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров) и (или) расчетное избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 5 кПа.

Для категории ВН:

- интенсивность теплового излучения от очага пожара веществ и (или) материалов, указанных для категории ВН, на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 4 кВт/м<sup>2</sup>.

Горизонтальные размеры зон, ограничивающих газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, определяются в соответствии с приложением В СП 12.13130.2009.

Интенсивность теплового излучения от очага пожара определяется в соответствии с приложением В СП 12.13130.2009.

### Методы расчета критериев пожарной опасности для горючих газов и паров

1.1 При невозможности расчета пожарного риска выбор расчетного варианта следует осуществлять с учетом годовой частоты реализации и последствий тех или иных аварий. В качестве расчетного для вычисления критериев пожарной опасности наружных установок, в которых находятся (обращаются) горючие газы, пары, следует принимать вариант аварии, для которого произведение годовой частоты реализации этого варианта  $Q_w$  и расчетного избыточного давления  $\Delta P$  при сгорании газо-, паровоздушных смесей в случае реализации указанного варианта максимально, то есть:

$$G = Q_w \cdot \Delta P = MAX$$

**В.1**

Расчет величины  $G$  производится в следующей последовательности:

а) рассматриваются различные варианты аварий и из статистических данных или на основе годовой частоты аварий со сгоранием газо-, паровоздушных смесей определяются  $Q_{wi}$  для этих вариантов;

б) для каждого из рассматриваемых вариантов определяются по изложенной ниже методике значения расчетного избыточного давления  $\Delta P_i$ ;

в) вычисляются величины  $G_i = Q_{wi} \Delta P_i$  для каждого из рассматриваемых вариантов аварии, среди которых выбирается вариант с наибольшим значением  $G_i$ ;

г) в качестве расчетного для определения критериев пожарной опасности принимается вариант, в котором величина  $G_i$  максимальна. При этом количество горючих газов, паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается, исходя из рассматриваемого сценария аварии с учетом 1.3–1.9.

1.2 При невозможности реализации метода по 1.1 в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газо-, паровоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей. В этом случае количество газов, паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается в соответствии с 1.3–1.9.

В случае, если использование расчетных методов не представляется возможным, допускается определение значений критериев пожарной опасности на основании результатов соответствующих научноисследовательских работ, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

1.3 Количество поступивших веществ, которые могут образовывать горючие газозооушные, паровоздушные смеси определяется, исходя из следующих предпосылок:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок						Лист
											18
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата						

а) происходит расчетная авария одного из аппаратов согласно 1.1 или 1.2 (в зависимости от того, какой из подходов к определению расчетного варианта аварии принят за основу);

б) все содержимое аппарата поступает в окружающее пространство;

в) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потоку в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

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 систем автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов (но не более 120 с);

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

- 300 с при ручном отключении;

г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на горизонтальную поверхность определяется (при отсутствии справочных или иных экспериментальных данных), исходя из расчета, что 1 литр смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,10 м<sup>2</sup>, а остальных жидкостей – на 0,15 м<sup>2</sup>;

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

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

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

$$m = (V_A + V_T) \cdot \rho, \quad \text{B.2}$$

где  $V_A$  – объем газа, вышедшего из аппарата, м<sup>3</sup>;  
 $V_T$  – объем газа, вышедшего из трубопроводов, м<sup>3</sup>;  
 $\rho$  – плотность газа, м<sup>3</sup>;

$$V_A = 0.01 \cdot P_1 \cdot V, \quad \text{B.3}$$

где  $P_1$  – давление в аппарате, кПа;  
 $V$  – объем аппарата, м<sup>3</sup>;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad \text{B.4}$$

где  $V_{1T}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м<sup>3</sup>;  
 $V_{2T}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м<sup>3</sup>;

$$V_{1T} = q \cdot T, \quad \text{B.5}$$

где  $q$  – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т. д., м<sup>3</sup>/с;

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок	Лист
						19
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

$$V_{2T} = 0.01 \cdot \pi \cdot P_2 \cdot (r_1^2 \cdot L_1 + r_2^2 \cdot L_2 + r_{...} + r_n^2 \cdot L_n), \quad \text{В.6}$$

где  $P_2$  – максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;  
 $r_{1,2,...,n}$  – внутренний радиус трубопроводов, м;  
 $L_{1,2,...,n}$  – длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.  
 Масса вышедших паров жидкости  $m$ , определяется из выражения:

$$m = W \cdot F \cdot T, \quad \text{В.8}$$

где  $W$  – интенсивность испарения, кг/с\*м<sup>2</sup>;  
 $F$  – площадь испарения, м<sup>2</sup>, определяемая в соответствии с 1.3 в зависимости от массы жидкости  $m$ , вышедшей в окружающее пространство.

$T$  – продолжительность поступления паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в окружающее пространство согласно 1.3, с.

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:

$$W = 10^{-6} \cdot \sqrt{M} \cdot P_H, \quad \text{В.10}$$

где  $M$  – молярная масса, кг/моль;  
 $P_H$  – давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости  $t_p$ , определяемое по справочным данным, кПа.

### **Расчет горизонтальных размеров зон, ограничивающих газо- и паровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, при аварийном поступлении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей в открытое пространство**

2.1 Горизонтальные размеры зоны  $R_{НКПР}$ , м, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (СНКПР) по ГОСТ 12.1.044, вычисляются по формулам:

- для горючих газов (ГГ):

$$R_{НКПР} = 14.5632 \cdot \left( \frac{m_{ГГ}}{\rho_{ГГ} \cdot C_{НКПР}} \right)^{0.333}, \quad \text{В.12}$$

- для паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ):

$$R_{НКПР} = 3.1501 \sqrt{K} \cdot \left( \frac{P_H}{C_{НКПР}} \right)^{0.813} \cdot \left( \frac{m_{ЛВЖ}}{\rho_{ЛВЖ} \cdot P_H} \right)^{0.333}, \quad \text{В.13}$$

$$\rho = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0.00367 \cdot t_p)},$$

где  $m_{ГГ}$  – масса поступивших в открытое пространство ГГ при аварийной ситуации, кг;  
 $\rho_{ГГ}$  – плотность ГГ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м<sup>3</sup>;  
 $C_{НКПР}$  – нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ или паров ЛВЖ, % (объемных);

$K$  – коэффициент, принимаемый равным  $K = T/3600$  для ЛВЖ;

$m_{ЛВЖ}$  – масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, кг;

$\rho_{ЛВЖ}$  – плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м<sup>3</sup>;

Инв. № подл.		Подп. и дата				Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок	Лист
							20
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$P_n$  – давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре, кПа;  
 $T$  – продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство, с;  
 $M$  – молярная масса, кг/кмоль;  
 $V_0$  – мольный объем, равный 22,413 м<sup>3</sup>/кмоль;  
 $t_p$  – расчетная температура, °С. В качестве расчетной температуры следует принимать

максимально возможную температуру воздуха в соответствующей климатической зоне или максимальную 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.

2.2 За начало отсчета горизонтального размера зоны принимают внешние габаритные размеры аппаратов, установок, трубопроводов и т. п. Во всех случаях значение  $R_{НКПР}$  должно быть не менее 0,3 м для ГГ и ЛВЖ.

### Расчет избыточного давления и импульса волны давления при сгорании смесей горючих газов и паров с воздухом в открытом пространстве

3.1 Исходя из рассматриваемого сценария аварии, определяют массу  $m$ , кг, горючих газов и (или) паров, вышедших в атмосферу из технологического аппарата в соответствии с В.1.3–В.1.9.

3.2 Избыточное давления  $\Delta P$ , кПа, развиваемое при сгорании газопаровоздушных смесей, рассчитывают по формуле:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left( \frac{0.8 \cdot m_{ПР}^{0.33}}{r} + \frac{3 \cdot m_{ПР}^{0.66}}{r^2} + \frac{5 \cdot m_{ПР}}{r^3} \right), \quad \text{В.14}$$

где  $P_0$  – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);  
 $r$  – расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака, м;  
 $m_{пр}$  – приведенная масса газа или пара, кг, рассчитанная по формуле:

$$m_{ПР} = \frac{Q_{СТ}}{Q_0} \cdot m \cdot Z, \quad \text{В.15}$$

где  $Q_{СТ}$  – удельная теплота сгорания газа или пара, Дж/кг;  
 $Z$  – коэффициент участия горючих газов и паров в горении, который допускается принимать равным 0,1;

$Q_0$  – константа, равная  $4,52 \cdot 10^6$  Дж/кг;  
 $m$  – масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

### Метод расчета критериев пожарной опасности для горючих пылей

4.1 В качестве расчетного варианта аварии для определения критериев пожарной опасности для горючих пылей следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в горении пылевоздушной смеси участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий такого горения.

4.2 Количество поступивших веществ, которые могут образовывать горючие пылевоздушные смеси, определяют, исходя из предпосылки о том, что в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в окружающее пространство находившейся в аппарате пыли.

4.3 Расчетная масса пыли, поступившей в окружающее пространство при расчетной аварии, определяется по формуле:

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		Лист
						Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок	21

$$m = \min \left\{ \begin{array}{l} m_{B3} + m_{AB} \\ \rho_{CT} \cdot V_{AB} / Z \end{array} \right.$$

**B.17**

где,  $m_{B3}$  – расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;  
 $m_{AB}$  – расчетная масса пыли, поступившая в результате аварийной ситуации, кг;  
 $\rho_{CT}$  – стехиометрическая концентрация горючей пыли в аэровзвеси, кг/м<sup>3</sup>;  
 $V_{AB}$  – расчетный объем пылевоздушного облака, образованного при аварийной ситуации, м<sup>3</sup>. В отсутствие возможности получения сведений для расчета  $V_{AB}$  допускается принимать:

$$m = m_{B3} + m_{AB},$$

**B.18**

4.4 Расчетную массу взвихрившейся пыли  $m_{B3}$  определяют по формуле:

$$m_{B3} = K_{\Gamma} \cdot K_{B3} \cdot m_{\Pi},$$

**B.19**

где  $K_{\Gamma}$  – доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;  
 $K_{B3}$  – доля отложившейся вблизи аппарата пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспериментальных сведений о величине  $K_{B3}$  допускается принимать  $K_{B3} = 0,9$ ;

$m_{\Pi}$  – масса отложившейся вблизи аппарата пыли к моменту аварии, кг.

4.5 Расчетную массу пыли, поступившей в результате аварийной ситуации,  $m_{AB}$ , определяют по формуле:

$$m_{AB} = (m_{АП} + q \cdot T) \cdot K_{\Pi},$$

**B.20**

где,  $m_{АП}$  – масса горючей пыли, выбрасываемой в окружающее пространство при разгерметизации технологического аппарата, кг;

при отсутствии ограничивающих выброс пыли инженерных устройств следует принимать, что в момент расчетной аварии происходит аварийный выброс в окружающее пространство всей находившейся в аппарате пыли;

$q$  – производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения, кг/с;

$T$  – время отключения, определяемое по В.1.3 (в), с;

$K_{\Pi}$  – коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в окружающее пространство. При отсутствии экспериментальных данных о величине  $K_{\Pi}$  допускается принимать:

-  $K_{\Pi} = 0,5$  – для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм;

-  $K_{\Pi} = 1,0$  – для пылей с дисперсностью менее 350 мкм.

4.6 Исходя из рассматриваемого сценария аварии, определяют массу  $m$ , кг, горючей пыли, поступившей в результате аварии в окружающее пространство в соответствии с 4.1 - 4.5.

В.4.7 Избыточное давление  $\Delta P$  для горючих пылей рассчитывают в следующей последовательности:

а) определяют приведенную массу горючей пыли  $m_{\Pi P}$ , кг, по формуле:

$$m_{\Pi P} = m \cdot Z \cdot \frac{H_T}{H_{T0}},$$

**B.21**

где  $m$  – масса горючей пыли, поступившей в результате аварии в окружающее пространство, кг;

$Z$  – коэффициент участия пыли в горении, значение которого допускается принимать равным 0,1. В отдельных обоснованных случаях величина  $Z$  может быть снижена, но не менее чем до 0,02;

$H_T$  – теплота сгорания пыли, Дж /кг;

Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок

Лист

22



$H_{T0}$  – константа, принимаемая равной  $4,52 \cdot 10^6$  Дж/кг;

б) вычисляют расчетное избыточное давление  $\Delta P$ , кПа, по формуле:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left( \frac{0.8 \cdot m_{\text{ПР}}^{0.33}}{r} + \frac{3 \cdot m_{\text{ПР}}^{0.66}}{r^2} + \frac{5 \cdot m_{\text{ПР}}}{r^3} \right), \quad \text{B.22}$$

где  $P_0$  – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);  
 $r$  – расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака, м;

### Метод расчета интенсивности теплового излучения

5.1 Интенсивность теплового излучения рассчитывают для двух случаев пожара (или для того из них, который может быть реализован в данной технологической установке):

- пожар проливов ЛВЖ, ГЖ, СУГ, СПГ (сжиженный природный газ) или горение твердых горючих материалов (включая горение пыли);
- «огненный шар».

Если возможна реализация обоих случаев, то при оценке значений критерия пожарной опасности учитывается наибольшая из двух величин интенсивности теплового излучения.

5.2 Интенсивность теплового излучения  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>, для пожара пролива жидкости или при горении твердых материалов рассчитывают по формуле:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \quad \text{B.24}$$

где  $E_f$  – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м<sup>2</sup>;

$F_q$  – угловой коэффициент облученности;

$\tau$  – коэффициент пропускания атмосферы.

$E_f$  принимают на основе имеющихся экспериментальных данных. Для некоторых жидких углеводородных топлив указанные данные приведены в таблице В.1.

Таблица В.1 – Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени в зависимости от диаметра очага и удельная массовая скорость выгорания для некоторых жидких углеводородов

Углеводороды	$E_f$ , кВт/м <sup>2</sup>					M, кг/м <sup>2</sup> с
	d=10 м	d=20 м	d=30 м	d=40 м	d=50 м	
СПГ (метан)	220	180	150	130	120	0,08
СУГ (пропан-бутан)	80	63	50	43	40	0,10
Бензин	60	47	35	28	25	0,06
Дизельное топливо	40	32	25	21	18	0,04
Нефть	25	19	15	12	10	0,04

Примечание – Для диаметров очагов менее 10 м или более 50 м следует принимать  $E_f$  такой же, как и для очагов диаметром 10 м и 50 м соответственно.

При отсутствии данных допускается принимать величину  $E_f$  равной:

100 кВт/м<sup>2</sup> для СУГ,

40 кВт/м<sup>2</sup> для нефтепродуктов,

40 кВт/м<sup>2</sup> для твердых материалов.

5.3 Рассчитывают эффективный диаметр пролива  $d$ , м, по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\Pi}}, \quad \text{B.25}$$

где  $F$  – площадь пролива, м<sup>2</sup>;

5.4 Вычисляют высоту пламени Н, м, по формуле:

$$H = 42 \cdot d \cdot \left( \frac{M}{\rho_B \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0.61}, \quad \text{B.26}$$

где М – удельная массовая скорость выгорания жидкости, кг/м<sup>2</sup>с;

ρ<sub>В</sub> – плотность окружающего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

g – ускорение свободного падения, g = 9,81 м/с<sup>2</sup>;

5.5 Определяют угловой коэффициент облученности F<sub>q</sub> по формулам:

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2}, \quad \text{B.27}$$

где F<sub>V</sub>, F<sub>H</sub> – факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно, которые определяют с помощью выражений:

$$F_V = \frac{1}{\Pi} \cdot \left( \frac{1}{S} \cdot \arctg\left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}}\right) - \frac{h}{S} \cdot \left( \arctg\left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}}\right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}}\right) \right) \right) \quad \text{B.28}$$

$$F_H = \frac{1}{\Pi} \cdot \left( \frac{B-1/S}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}}\right) - \frac{(A-1/S)}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}}\right) \right) \quad \text{B.29}$$

$$A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2 \cdot S}, \quad \text{B.30}$$

$$B = \frac{1 + S^2}{2 \cdot S}, \quad \text{B.31}$$

$$S = \frac{2 \cdot r}{d}, \quad \text{B.32}$$

$$h = \frac{2 \cdot H}{d}, \quad \text{B.33}$$

где r – расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, м. Определяют коэффициент пропускания атмосферы по формуле:

$$\tau = \exp(-7.0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0.5 \cdot d)), \quad \text{B.34}$$

5.6 Интенсивность теплового излучения q, кВт/м<sup>2</sup>, для «огненного шара» рассчитывают по формуле B.24.

E<sub>f</sub> определяют на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать E<sub>f</sub> равным 450 кВт/м<sup>2</sup>.

5.7 F<sub>q</sub> вычисляют по формуле:

$$F_q = \frac{H/D_S + 0.5}{4 \cdot ((H/D_S + 0.5)^2 + (r/D_S)^2)^{1.5}}, \quad \text{B.35}$$

где Н – высота центра «огненного шара», м;

D<sub>S</sub> – эффективный диаметр «огненного шара», м;

r – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<p>Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок</p>						Лист					
											24					
											Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



5.8 Эффективный диаметр «огненного шара»  $D_S$  рассчитывают по формуле:

$$D_S = 5.33 \cdot m^{0.327}, \quad \text{В.36}$$

где  $m$  – масса горючего вещества, кг.

5.9  $H$  определяют в ходе специальных исследований.

Допускается принимать  $H$  равной  $D_S/2$ .

В.5.10 Время существования «огненного шара»  $t_s$ , с, рассчитывают по формуле:

$$t_s = 0.92 \cdot m^{0.303}, \quad \text{В.37}$$

5.11 Коэффициент пропускания атмосферы  $\tau$  рассчитывают по формуле:

$$\tau = \exp\left(-7.0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_S}{2}\right)\right), \quad \text{В.38}$$

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

						Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		25

## Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ

Зоны класса В-I - 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 - 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 - 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:

-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).

-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).

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 - пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок), 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.

Зоны класса В-II - 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 класса В-IIa - зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные в В-II, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Зоны класса П-I - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C.

Зоны класса П-II- 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 П-IIa - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

Зоны класса П-III -расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C или твердые горючие вещества.

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

						Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		26

## Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по ФЗ №123

В зависимости от частоты и длительности присутствия взрывоопасной смеси взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

0-й класс - зоны, в которых взрывоопасная смесь газов или паров жидкостей с воздухом присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа;

1-й класс - зоны, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легко воспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;

2-й класс - зоны, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси газов или паров жидкостей с воздухом, но возможно образование такой взрывоопасной смеси газов или паров жидкостей с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования;

20-й класс - зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел распространения пламени менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют постоянно;

21-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр;

22-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:

П-I - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия;

П-II - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;

П-IIa - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр;

П-III - зоны, расположенные вне зданий, сооружений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия или любые твердые горючие вещества.

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по ФЗ №123				Лист
										27

**Определение категорий по взрывопожарной и пожарной опасности объекта  
"Помещение пиковой котельной 1В,2В".  
Расчетная часть технического заключения.**

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Расчетная часть технического заключения

Лист

28

## Информация о помещении "Помещение пиковой котельной 1В,2В (Здание пиковых котлов 1В,2В)"

Наименование помещения: Помещение пиковой котельной 1В,2В (Здание пиковых котлов 1В,2В)

Наличие установок АУПТ: Да

Высота помещения: 7,5 м

Площадь помещения: 352,56 м<sup>2</sup>

Объем: 2644,2 м<sup>3</sup>

Свободный объем: 2115,36 м<sup>3</sup>

Температура в помещении: 38 °С

Кратность воздухообмена общеобменной вентиляции: 8 1/ч

Скорость воздушного потока: 0,065 м/с

Помещение предназначено для размещения котельного оборудования генерирующего тепло за счет сжигания природного газа в качестве основного топлива и мазута в качестве резервного. Расчет проведем по наиболее опасному виду топлива - газу. В помещении находятся два газовых котла, релейные и силовые электрические шкафы. В качестве теплоносителя используется вода. К газовым котлам по стальному трубопроводу подается газ, внутренний диаметр газовой трубы - 0,2 м; давление в газопроводе 1,0 кгс/см<sup>2</sup>;

расход газа на один котел 25300 м<sup>3</sup>/ч, общий расход газа для котлов составит 50600 м<sup>3</sup>/ч, максимальная протяженность газопровода 467 метра. Расход газа принят по технологическому регламенту. При определении расчетного времени отключения трубопровода учитывалось время обнаружения горючего газа в помещении системой газового анализа, инерционность указанной системы и время срабатывания запорного устройства, расположенного за пределами рассматриваемого помещения. При наличии резервирования элементов системы автоматики отключения трубопровода расчетное время его отключения принималось равным времени срабатывания системы автоматики согласно паспортным данным установки, но не менее 10 с. За расчетную аварийную ситуацию принимаем полную разгерметизацию подходящего к котлу газопровода и истечение метана через полное сечение трубы.

### Размещение пожарной нагрузки

Площадь размещения пожарной нагрузки: 300 м<sup>2</sup>

Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижних ферм перекрытия или покрытия: 3,5 м

### Таблица №1 "Вещества, находящиеся в помещении"

№ п.п	Наименование вещества	Тип вещества	Нижшая теплота сгорания, МДж/кг
1	метан	ГГ	51,10

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

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

Информация о помещении "Помещение пиковой котельной 1В,2В (Здание пиковых котлов 1В,2В)"

Лист  
29

**Расчет избыточного давления взрыва для вещества  
"метан"**

Наименование вещества: метан  
 Тип вещества: Горючий газ  
 Химическая формула: CH<sub>4</sub>  
 Теплота сгорания: 51,1 МДж/кг  
 Молярная масса: 16,04 г/моль  
 Максимальное давления взрыва: 706 кПа

**Разгерметизация (авария) трубопровода**

Максимальное давление в трубопроводе: 98,0665 кПа  
 Общий расход трубопровода в аппарате: 14,055 м<sup>3</sup>/с  
 Время отключения трубопровода: 10 с

**Плотность газа при расчетной температуре, в кг/м<sup>3</sup>:**

$$\rho_{п} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0.00367 \cdot t_p)} = \frac{16,04}{22.413 \cdot (1 + 0.00367 \cdot 38)} = 0,628;$$

где M – молярная масса газа, м<sup>3</sup>/кмоль;  
 V<sub>0</sub> – мольный объем, равный 22,413 м<sup>3</sup>/кмоль (п. А.2.1 СП 12.13130.2009);  
 t<sub>p</sub> – расчетная температура, С.

**Стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания:**

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2} = 1 + \frac{4 - 0}{4} - \frac{0}{2} = 2;$$

где n<sub>C</sub>, n<sub>H</sub>, n<sub>O</sub>, n<sub>X</sub> – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего вещества;

**Стехиометрическая концентрация паров:**

$$C_{СТ} = \frac{100}{1 + 4.84 \cdot \beta} = \frac{100}{1 + 4.84 \cdot 2} = 9,363;$$

**Объем газа, вышедший из трубопровода до его отключения, м<sup>3</sup>:**

$$V_{1T} = q \cdot T = 14,055 \cdot 10 = 140,55;$$

где q – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т. д., м<sup>3</sup>/с;

T – время, определяемое по А.1.2, с;

**Объем газа, вышедший из трубопровода после его отключения, м<sup>3</sup>:**

$$V_{2T} = 0.01 \cdot \pi \cdot P_2 \cdot (r_1^2 \cdot L_1 + r_2^2 \cdot L_2 + r_{...}^2 \cdot L_n) = 0.01 \cdot 3,14 \cdot 98,0665 \cdot 4,67 = 14,38$$

где P<sub>2</sub> – максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;  
 r<sub>1,2,...,n</sub> – внутренний радиус трубопроводов, м;  
 L<sub>1,2,...,n</sub> – длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

№ п/п	Внутренний радиус трубопровода, м	Длина трубопровода от аварийного аппарата до задвижек, м	r <sup>2</sup> ·L
1	0,1	467	4,67

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

**Объем газа, вышедший из трубопровода, м<sup>3</sup>:**

$$V_T = V_{1T} + V_{2T} = 140,55 + 14,38 = 154,93;$$

где  $V_{1T}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м<sup>3</sup>;  
 $V_{2T}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м<sup>3</sup>;

**Масса газа, поступившего в помещение, при расчетной аварии, кг:**

$$m = V_T \cdot \rho = 154,93 \cdot 0,628 = 97,296;$$

$V_T$  – объем газа, вышедшего из трубопроводов, м<sup>3</sup>;

**Масса газа вещества при учете работы аварийной вентиляции или постоянно работающей общеобменной вентиляции, удовлетворяющей требованиям п. А.2.3 СП12.13130.2009, кг:**

$$m = \frac{m}{A \cdot T + 1} = \frac{97,296}{0,0022222 \cdot 10 + 1} = 95,181;$$

где  $m$  - Масса газа, поступившего в помещение, при расчетной аварии, кг;  
 $A$  - Кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, 1/с;  
 $T$  - Время, определяемое по А.1.2 СП12.13130.2009, с;

**Избыточное давление взрыва, кПа:**

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{CB} \cdot \rho} \cdot \frac{100}{C_{CT}} \cdot \frac{1}{K_H} = (706 - 101) \cdot \frac{95,181 \cdot 0,5}{2115,36 \cdot 0,628} \cdot \frac{100}{9,363} \cdot \frac{1}{3} = 77,161;$$

где  $P_{max}$  – максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газозоудной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме. При отсутствии данных допускается принимать  $P_{max}$  равным 900 кПа;

$P_0$  – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

$m$  – масса паров жидкостей, вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг;

$Z$  – коэффициент участия горючих газов и паров в горении по таблице А.1 СП12.13130.2009;

$V_{CB}$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность газа или пара при расчетной температуре  $t_p$ , кг/м<sup>3</sup>;

$C_{CT}$  – стехиометрическая концентрация паров жидкости, % (объемных);

$K_H$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать  $K_H$  равным 3.

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

Расчет избыточного давление взрыва для вещества "метан"

Лист

31

## Заключение для помещения "Помещение пиковой котельной 1В,2В (Здание пиковых котлов 1В,2В)"

Таблица №2 "Результаты определения избыточного давления для веществ, находящихся (обращающихся) в помещении"

№ п.п	Наименование вещества	Общее количество, кг	Низшая теплота сгорания, МДж/кг	Пожарная нагрузка, МДж	Избыточное давление ΔP, кПа
1	метан	154,93	51,10	7 916,92	77,161

В данном помещении находятся (обращаются) горючие газы и (или) 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. В этом случае помещение следует отнести к категории А (повышенная взрывопожароопасность).

### Определение класса зоны помещения

Согласно ст.19 Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", зоны, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси газов или паров жидкостей с воздухом, но возможно образование такой взрывоопасной смеси газов или паров жидкостей с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования, следует отнести к классу 2.

Инд.	№	подл.	Подп.	и	дата	Взам.	инв.	№	Инв.	№	дубл.	Подп.	и	дата
Заключение для помещения "Помещение пиковой котельной 1В,2В (Здание пиковых котлов 1В,2В)"														Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата									32



**Определение категорий по взрывопожарной и пожарной опасности объекта  
"Помещение пиковой котельной 1В,2В"**

**Таблица "Категории помещений объекта"**

№ п.п	Наименование помещения	Площадь, м <sup>2</sup>	Категория	Класс зоны
1	Помещение пиковой котельной 1В,2В (Здание пиковых котлов 1В,2В)	352,56	А	2

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица "Определение категорий по взрывопожарной и пожарной опасности объекта "Помещение пиковой котельной 1В.2В""

Лист

33

