**ЗАДАЧА 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН НА ОТКРЫТЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛОЩАДКАХ ПРИ ВЫХОДЕ ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ ДЫХАТЕЛЬНУЮ АРМАТУРУ**

**УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ**

Определить размеры взрывоопасных зон на открытых технологических площадках при выходе веществ через дыхательную арматуру. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | Обращающееся вещество | Молярная масса, кг/кмоль | Константы уравнения Антуана | НКПР, % об | Температура воздуха, С | Объем аппарата, м3 |
| А | В | С |
| 12 | этилформиат | 74 | 6,13395 | 1123,94 | 218,247 | 3,2 | 32 | 200 |

**Условие задачи**

Определить размеры взрывоопасных зон на открытой технологической площадке, на которой расположен резервуар с изопреном объемом 200 м3, при выходе веществ через дыхательную арматуру. Температура воздуха 320С.

**Решение:**

1. Выписать справочные данные для расчета:

Молярная масса 74 кг/кмоль

Температура вспышки -340С

Константы уравнения Антуана: А=6,13395

 В = 1123,94

 С= 218,247

НКПР составляет 3,2 % об

1. Определить плотность паров при заданной температуре по формуле 1.2

$$ρ\_{v}=\frac{M}{V\_{0}∙\left(1+0,00367∙t\_{0}\right)}=\frac{74}{22,4∙\left(1+0,00367∙32\right)}=2,95 кг/м^{3}$$

1. Определить давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре, кПа, по уравнению Антуана:

$$P\_{H}=10^{6,13395-\frac{1123,94}{218,247+32}}=43,65 кПа$$

1. Определить массу паров, выходящих через дыхательную арматуру при наполнении резервуара:

$$m\_{v}=ρ\_{v}∙V\_{R}∙\frac{P\_{H}}{P\_{0}}=2,95∙200∙\frac{43,65}{101}=255кг$$

1. Определить радиус Rнкпр (м) и высоту Zнкпр (м) зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (далее - НКПР), при неподвижной воздушной среде:

$$R\_{нкпр}=7,8∙\left(\frac{m\_{v}}{ρ\_{v}∙С\_{нкпр}}\right)^{0,33}=7,8∙\left(\frac{255}{2,95∙3,2}\right)^{0,33}=23,14 м$$

$$Z\_{нкпр}=0,26∙\left(\frac{m\_{v}}{ρ\_{v}∙С\_{нкпр}}\right)^{0,33}=0,26∙\left(\frac{255}{2,95∙3,2}\right)^{0,33}=0,77м$$

**ЗАДАЧА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ДИАМЕТРА ГАШЕНИЯ ПЛАМЕНИ ДЛЯ СУХИХ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЕЙ**

**2.2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариантызаданий | Горючая смесь | Давление Р,МПа | Температура Т, оС |
| 12 | Метан с кислородом | 0,1 | 34 |

**Условие задачи**

Определить диаметр огнегасяших каналов металлокерамического огнепреградителя установленного на линии транспортировки ацетилена в компрессорную станцию.

**Решение:**

1. Выписать справочные данные для расчета\*:

метан:

 

кислород: 

 

1. Составить уравнение реакции горения метана в кислороде:

СН4 + 2O2 = CO2+ 2H2O

1. Определить мольные доли метана и кислорода в горючей смеси. Общее количество молей горючей смеси составит:



\*Теплофизические параметры приняты при стандартных условиях (T=298 K, P=105Па). Значения λ, Ср, μ, S приведены в Приложении 2, 3, 4, 5. Учесть, что значения коэффициента теплопроводности и теплоемкости приведенные в Приложениях 2 и 3, не зависят от того, в каких единицах принята температура. Значения *u*н и *М*см приведены в справочнике [7].

Мольная доля метана в горючей смеси составит:



Мольная доля кислорода в горючей смеси составит:





1. Определить теплоемкость горючей смеси по формуле (2.2):





1. Определить молярную массу горючей смеси по формуле (2.3):



1. Определить значение постоянной Сьюзерленда  для расчета коэффициентов  и :



1. Определить коэффициенты  и  для расчета теплопроводности горючей смеси по формулам (2.6) и (2.7):





1. Определить теплопроводность горючей смеси по формуле (2.5):



1. Определить значение критического диаметра гашения пламени по формуле (2.1):



С учетом коэффициента безопасности диаметр огнегасящих каналов следует принять:



**ЗАДАЧА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ**

Вариант № 12.

Рассчитать категорию помещения, если размеры его: длина 40 м, ширина 20 м, высота 9 м. В помещении находится газгольдер постоянного объема с газом метаном. Объем газгольдера 7 м3, газ находится под давлением 16 атм. и при температуре 18°С. Газ в газгольдер подается компрессором с производительностью 420 м3/час. Компрессор соединен с газгольдером трубопроводом, длина которого 50 м и диаметр 400 мм. Из газгольдера газ поступает в смеситель по трубопроводу, длина которого 20 м, диаметр 450 мм. Производство автоматизированное, вероятность отказа автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено аварийное резервирование ее элементов. Температура воздуха в помещении 19°С. Аварийная вентиляция обеспечивает обмен 15 час-1.

Согласно СП 12.13130.2009 все помещения производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на:

* повышенной взрывопожароопасной опасности, относящиеся к категории А;
* взрывопожароопасные помещения, относящиеся к категории А и Б;
* пожароопасные помещения, относящиеся к категориям В1, В2, В3 и В4;
* помещения, относящиеся к категориям Г и Д.

При категорировании помещений по взрывопожарной и пожарной опасности учитывается:

1. Агрегатное состояние обращающихся веществ и материалов.
2. Взрывопожароопасные свойства горючих веществ и материалов (температура вспышки жидкостей; возможность веществ взрываться или гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом).
3. Количество взрывопожароопасных веществ, выраженное в избыточном давлении взрыва ΔР или величине удельной пожарной нагрузки g.
4. Особенность технологии (сжигание веществ, плавление и т.п.).

**Произвести расчет избыточного давления взрыва**. Для индивидуальных горючих веществ (газов и паров ЛВЖ и ГЖ), состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F, избыточное давление взрыва ΔР определяется по формуле:

 , (3.1)

где *Рmax* - максимальное давление взрыва, определяемое по справочным данным. При отсутствии данных допускается принимать Рmax равным 900 кПа;

*Ро* - начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101,3 кПа);

*m* - масса горючего газа или паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, кг;

*Z* - коэффициент участия горючего во взрыве (допускается принимать по таблице 5.2);

*Vсв* - свободный объем помещения, м3;

*ρг.п.* - плотность газа или пара при расчетной температуре tр, кг/м3, вычисляемая по формуле:

 , (3.2)

где *М* - молярная масса газа или пара, кг/кмоль;

*Vо* - молярный объем, равный 22,4 м3/кмоль;

*tр* - расчетная температура, равная максимально возможной температуре воздуха в помещении, °С;

*Сст* - стехиометрическая концентрация горючего вещества в воздухе, % (объемных), вычисляемая по формуле



 , (3.3)

где  - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения;

*nc*, *nн, nо, nх* - число атомов С, Н,О и галоидов в молекуле горючего;

*КН* - коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения (допускается принимать равным 3).







**Определение пожароопасной категории помещения.** В соответствие с требованиями СП 12.13130.2009 все пожароопасные помещения могут относиться к категориям В1, В2, В3 и В4. Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице 3.3.

Максимальное значение удельной временной пожарной нагрузки g определяется по формуле:

 , (3.10)

где *Q* - пожарная нагрузка в пределах пожароопасного участка, МДж;

*S* - площадь размещения пожарной нагрузки, м2 (но не менее 10 м2).

Пожарная нагрузка *Q* в формуле (3.10) включает в себя различ­ные сочетания (смесь) горючих и трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов, находящихся в пределах пожароопасного участка. Она определяется по формуле:

, (3.11)

где Gi  - количество i-го материала пожарной нагрузки, кг;

НТ нi - низшая теплота сгорания i-го материала пожарной нагрузки, МДж/кг.

Противопожарные разрывы между участками в пожароопасных помещениях категории В3 должны быть более предельных расстояний *l*пр.

**ЗАДАЧА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ НАРУЖНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПО ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ**

 Определить категорию резервуара, установленного в обваловании на открытой технологической площадке.

Исходные данные для расчетов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ВАРИАНТ | Вещество | Молярная масса кг/кмоль | Плотность жидкости, кг/м3 | Константы уравнения Антуана | НКПР, % об | Температура воздуха, С | Объем аппарата, м3 | Площадь обвалования, м2  |
| А | В | С |
| 12 | толуол | 92 | 866 | 6,0507 | 1328,171 | 217,713 | 1,27 | 10 | 3 | 50 |

В случае аварийного поступления ***горючих газов*** в открытое пространство, горизонтальные размеры зон, ограничивающие область концентраций, превышающих НКПР, определяют по формуле:

  ,

 где ***m*г** - масса поступивших в открытое пространство горючих газов при аварийной ситуации, кг;

 ***ρг*** - плотность газа при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м3;

 ***Cнкпр*** − нижний концентрационный предел распространения пламени горючих газов, % (об.).

плотность газов и паров ЛВЖ необхо­димо определять по следующей формуле:

 

где ***М*** - молярная масса газа или пара, кг/кмоль;

 ***Vо*** - молярный объем, равный 22,4 м3/кмоль;

 ***tр*** - расчетная температура, оС. В качестве расчетной температуры необходимо принимать максимально возможную температуру воздуха в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного ее повышения при аварийной ситуации. Если по каким-либо причинам ***tр*** определить не удается, то допускается принимать ее равной 61оС.





**ЗАДАЧА 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ВЫСОТЫ ОБВАЛОВАНИЯ ГРУППЫ РЕЗЕРВУАРОВ**

Определить необходимую высоту обвалования группы резервуаров в соответствии с требованиями СП 155.13130

В группе размещены:

1. четыре наземных стальных вертикальных резервуара со стационар­ной крышей емкостью 1000 м3, в которых хранится топочный мазут марки 40;

2. четыре наземных вертикальных стальных резервуара со стацио­нарной крышей емкостью 700 м3, в которых хранится флотский мазут Ф-12.

Резервуары размещены в два ряда. В первом ряду расположены резер­вуары емкостью 1000 м3, во втором — 700 м3. Резервуары размещены соосно друг другу. Обвалование такой группы резервуаров имеет форму пря­моугольника. Расстояние от стенок резервуаров до подошвы внутренних откосов обвалования равно 4 м. При этом для той стороны, где размещены резервуары разных диаметров, это расстояние взято от наибольшего ре­зервуара.

**Решение.**

1) Диаметр резервуаров в зависимости от их вместимости можно определяется по документации на резервуар. Для резервуара объемом 1000 м3 диаметр равен 10 м, для резервуара объемом 2000 м3 – 15 м.

2) определить нормативные расстояния между резервуарами по п. 7.2 таблица 6 СП 155.13130. Расстояния между резервуарами определяются от стенки до стенки. Необходимо также учитывать допустимую общую номинальную вместимость.

Нормативное расстояние между резервуарами с плавающей крышей составляет:

L = 0,5\*Д = 0,5\*10 = 5 м.

Нормативное расстояние между резервуарами с понтоном составляет:

L = 0,65\*Д = 0,65\*15 = 9,75 м.

Поскольку резервуары расположены соосно, то необходимо определиться, какое расстояние будем брать за основу. При выборе расстояния необходимо исходить из того положения, что для каждого ряда резервуаров должны быть соблюдены противопожарные разрывы. В данном случае за основу необходимо брать расстояние между резервуарами с понтоном L = 9,75 м. При этом расстояние между резервуарами с плавающей крышей будет соответствовать нормативным требованиям и даже превышать требуемые противопожарные разрывы.

Но могут быть ситуации, когда, например, емкость резервуаров с понтоном меньше, чем резервуаров с плавающей крышей. Соответственно, и диаметр меньше. Поэтому, несмотря на то, что коэффициент для определения противопожарных разрывов между резервуарами с понтоном (он равен 0,65) больше, чем для резервуаров с плавающей крышей (0,5), исходя из величины диаметра резервуаров в качестве определяющего расстояния может оказаться расстояние между резервуарами с плавающей крышей. Аналогичная ситуация может возникнуть и для резервуаров со стационарной крышей.

Нормативное расстояние между рядом резервуаров с понтонами и рядом резервуаров с плавающей крышей необходимо определять в соответствии с п. 7.2 СП 155.13130 (по наибольшему значению):

L = 9,75 м.

3) определить стороны обвалования:

а = 2\*4 + 2\*15 + 9,75 = 47,75 м,

b = 2\*4 + 21 + 10 + 9,75 = 48,75 м.

4) определить площадь в пределах обвалования:

Sобв = a\*b= 47,75\*48,75 = 2327,8 м2.

5) определить на какой объем жидкости должно быть рассчитано обвалование в соответствии с ГОСТ Р 53324-2009. Свободный от застройки объем обвалованной территории, образуемый между внутренними откосами обвалования следует определять по расчетному объему разлившейся жидкости, равному номинальному объему наибольшего резервуара в группе. В данном случае V = 2000 м3.

6) определить площадь, занимаемую не разрушенными резервуарами:

Sp = (π/4)\*(2\*Д12 + Д22) = (3,14/4)\*(2\*102 + 152) = 333,6 м2.

7) определить свободную площадь обвалования:

Sсв = Sобв - Sp = 2327,8 – 333,6 = 1994,2 м2

8) определить расчетную высоту обвалования:

hр = Vр/ Sсв = 2000/1994,2 = 1,003 м,

9) определить нормативную высоту обвалования. В соответствии с п. 4.2 ГОСТ Р 53324-2009 делаем поправку на высоту обвалования:

hн = 1,003 + 0,2 = 1,203 м.

Если бы расчетная высота была менее 1 м, то для резервуаров с номинальным объемом до 10 000 м3 следовало бы принимать нормативную высоту обвалования 1м, а для резервуаров номинальным объемом 10 000 и более — 1,5 м.