

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Вятский государственный университет»
Институт химии и экологии
Кафедра экологии

Отчет по лабораторной работе № 6
Категорирование и классификация помещений и зон по
пожаровзрывоопасности.

Выполнил студент
группы ТДб-2501-02-00
Герасимов Тимофей

Киров
2020

Содержание отчета по лабораторной работе № 6 (вариант 8)

Исходные данные:

- Размеры помещения $L \cdot V \cdot H = 14 \cdot 8 \cdot 6 = 672 \text{ м}^3$
- Вид ЛВЖ: бензол C_6H_6
- Объем ЛВЖ ($V_{\text{ж}}$) = 12,5 л = 0,0125 м^3
- Молекулярная масса $M = 78,1 \text{ кг/моль}$
- Плотность жидкости $\rho_{\text{ж}} = 874 \text{ кг/м}^3$ (при 20°C)
- Давление насыщенного пара $P_{\text{н}} = 11,6 \text{ кПа}$
- Максимальное давление взрыва $P_{\text{max}} = 882 \text{ кПа}$
- Температура вспышки $t_{\text{всп}} = -12^\circ\text{C}$
- Интенсивность испарения $W = 0,000287 \text{ кг/(с}\cdot\text{м}^2)$
- НКПР = 42 г/м^3
- Теплота сгорания $Q = 38,52 \text{ МДж/кг}$

1. Определение категории помещения по пожаровзрывоопасности.

Масса жидкости (ЛВЖ), разливающейся в помещении ($m_{\text{ж}}$, кг) определяется по формуле:

$$m_{\text{ж}} = V_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}} = 874 \cdot 0,0125 = 10,925 \text{ кг}$$

Длительность испарения жидкости определяется по формуле:

$$T = \frac{m_{\text{ж}}}{W \cdot F_{\text{u}}} = \frac{10,925}{0,000287 \cdot 12,5} = 3034,7 \text{ с ,}$$

где F_{u} – начальный объем жидкости (1 литр ЛВЖ разливается на 1 м^2),
 $F_{\text{u}} = 12,5 \text{ м}^2$.

При времени полного испарения жидкости, не превышающем или равном 3600 с ($3045,3 < 3600$), вся разлившаяся жидкость испаряется, поэтому масса паров равняется массе жидкости $m_{\text{п}} = m_{\text{ж}} = 10,925 \text{ кг}$.

Расчетное избыточное давление взрыва для индивидуальных горячих веществ определяется по формуле:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{m_{\text{п}} \cdot z}{V_{\text{св}} \cdot \rho_{\text{п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}}$$

P_{max} - максимальное давление взрыва газо- или паровоздушной смеси кПа, $P_{\text{max}} = 882 \text{ кПа}$;

P_0 – начальное давление взрыва, 101 кПа;

z - коэффициент участия горючего во взрыве, равный 0,3;

$V_{св}$ - свободный объем помещения, $м^3$ ($V_{св} = 0,8 * V_{пом}$);

$$V_{св} = 0,8 * V = 0,8 * 672 = 537,6 \text{ м}^3$$

Но для расчета ΔP необходимо рассчитать ρ_n , $C_{см}$ и K_n .

ρ_n - плотность пара ($кг/м^3$) вычисляется по формуле:

$$\rho_n = \frac{M}{V_0(1+0,00367 \cdot t_p)} = \frac{78,1}{22,4(1+0,00367 \cdot 20)} = 3,25 \text{ кг/м}^3,$$

где V_0 - мольный объем, равный $22,4 \text{ м}^3/кмоль$;

t_p - расчетная температура воздуха, 20°C .

$C_{см}$ - стехиометрическая концентрация паров или газов ЛВЖ и ГЖ, вычисляемая по формуле:

$$C_{см} = \frac{100}{1+4,84 \beta} = \frac{100}{1+4,84 \cdot 7,5} = 2,68\%$$

где β - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения.

$$\beta = n_c + \frac{n_n - n_x}{4} - \frac{n_0}{2} = 6 + \frac{6-0}{4} - \frac{0}{2} = 7,5$$

K_n - коэффициент, учитывающий негерметичность помещения - принимается равным 3.

Теперь подставляем все значения в формулу:

$$\Delta P = (882 - 101) \frac{10,925 \cdot 0,3 \cdot 100 \cdot 1}{537,6 \cdot 3,25 \cdot 2,68 \cdot 3} = 18,22 \text{ кПа}$$

Вывод: Т.к найденной расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа, а температура вспышки не превышает 28°C , то помещение определяется как взрывопожароопасное категории А.

2. Определение класса пожароопасной зоны.

Для определения класса взрывоопасной зоны объем образовавшейся взрывоопасной смеси ($V_{см}$, $м^3$) находится по формуле:

$$V_{см} = \frac{m_n}{НКПР} = \frac{10925}{42} = 260,12 \text{ м}^3$$

НКПР (нижний концентрационный предел распространения пламени) - это минимальная концентрация паров горючего вещества в воздухе

помещения, при которой в случае воспламенения ТВС пламя охватит весь объем помещения.

Объемная доля горючей смеси в помещении ($C_{см}$, %) определяется по формуле:

$$C_{см} = \frac{V_{см} * 100}{V_{св}} = \frac{260,12 * 100}{537,6} = 48,39\%$$

Если объем взрывоопасной смеси составляет более 5% свободного объема помещения, то всё помещение является взрывоопасным.

3. Разработка технических мероприятий по понижению категории помещения и класса зоны.

При ΔP , превышающем 5 кПа, необходимо провести технические мероприятия, чтобы понизить категорию помещения, путем уменьшения расчетного избыточного давления взрыва.

Один из способов изменения расчетного избыточного давления взрыва производится устройствами для удаления воздуха из помещения, расположенными в непосредственной близости от места возможной аварии. В этом случае массу паров (m_n) следует разделить на коэффициент (K), определяемый по формуле:

$$K = \frac{A * T}{3600} + 1 = \frac{11 * 3034,7}{3600} + 1 = 10,27$$

где A – кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией (час^{-1}), выбирается в промежутке от 8 до 20 произвольно.

Методом подбора определяем, что минимальное необходимое $A=11$.

$$\frac{m_n}{K} = \frac{10,925}{10,27} = 1,06 \text{ кг.}$$

Производим перерасчет ΔP :

$$\Delta P = (882 - 101) \frac{1,06 \cdot 0,3 \cdot 100 \cdot 1}{537,6 \cdot 3,25 \cdot 2,68 \cdot 3} = 1,77 \text{ кПа}$$

Предусмотрительные предприятия позволили уменьшить избыточное давление до величины менее 5кПа, поэтому теперь помещение относят к категории В1 - В4.

Чтобы узнать точную категорию помещения, вычислим удельную пожарную нагрузку (g , МДж/ m^2):

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{420,83}{112} = 3,76 \text{ МДж}/m^2$$

где S – площадь размещения пожарной нагрузки = 112 м^2

Q – пожарная нагрузка, МДж

$$Q = G_i * Q_{ни} = 10,925 * 38,52 = 420,83 \text{ МДж}$$

Сравнивая полученное максимальное значение удельной пожарной нагрузки, со значением, приведенным в таблице, находим категорию помещения по пожароопасности - В4.

Далее повторно определяем класс пожароопасной зоны:

$$V_{см} = \frac{m_n}{НКПР} = \frac{1060}{42} = 25,2 \text{ м}^3$$

где $V_{см}$ - объем образовавшейся взрывоопасной смеси.

$$C_{с.м} = \frac{V_{с.м} * 100}{V_{св}} = \frac{25,2 * 100}{537,6} = 4,69\%$$

где $C_{с.м}$ - объемная доля горючей смеси в помещении.

Если объем взрывоопасной смеси $\leq 5\%$ свободного объема помещения, то пожароопасной считается зона в помещении в пределах до 5 метров по горизонтали и вертикале от технологического аппарата, у которого возможно выделение горючих газов или паров ЛВЖ.

Вывод: складское помещение размерами $14*8*6 \text{ м}$, в котором на хранении находится ЛВЖ – бензол в количестве $12,5 \text{ л}$ относится к категории А с классом зоны В-Iа и размером пожароопасной зоны $14*8*6$, т.е всё помещение. После установки аварийной вентиляции с кратностью воздухообмена 11, помещение перешло в категорию В4 и размер опасной зоны снизился в пределах 5 м по горизонтали и вертикали от технического аппарата.