

Прогнозирование последствий аварийного сценария «Пожар -вспышка»

Общие сведения

В случае образования паровоздушной смеси в незагроможденном технологическим оборудованием пространстве и его зажигании относительно слабым источником (например, искрой) сгорание этой смеси происходит, как правило, с небольшими видимыми скоростями пламени. При этом амплитуды волны давления малы и могут не приниматься во внимание при оценке поражающего воздействия. В этом случае реализуется так называемый пожар-вспышка, при котором зона поражения высокотемпературными продуктами сгорания паровоздушной смеси практически совпадает с максимальным размером облака продуктов сгорания (т.е. поражаются в основном объекты, попадающие в это облако).

Поражающим воздействием от пожара-вспышки является тепловое излучение, величина которого определяется по методике расчета, представленной в ГОСТ Р 12.3.047–2012. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания паровоздушного облака при пожаре-вспышке R_F определяется по формуле:

$$R_F = 1,2 \cdot R_{\text{НКПР}}$$

Радиус $R_{\text{НКПР}}$ (м) и высота $Z_{\text{НКПР}}$ (м) зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (далее - НКПР), при неподвижной воздушной среде определяется по формулам:

для горючих газов (ГГ)

$$R_{\text{НКПР}} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{\text{Г}}}{\rho_{\text{Г}} \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33}, \quad (1)$$

$$Z_{\text{НКПР}} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{\text{Г}}}{\rho_{\text{Г}} \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33}, \quad (2)$$

для паров ЛВЖ

$$R_{\text{НКПР}} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33}, \quad (3)$$

$$Z_{\text{НКПР}} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33} \quad (4)$$

Исходными данными для расчета являются физические характеристики вещества (нижний концентрационный предел распространения пламени, молярная масса, температура кипения, удельная теплота кипения), масса горючего в ТВС, агрегатное состояние горючего.

Пример.

Найти радиус области поражения при пожаре – вспышке паров бензина, если масса паров 10 кг, расчетная температура 61 °С.

Химическая формула Бензин АИ-93 (ГОСТ 2084-67) $\text{C}_{7,024} \text{H}_{13,706}$

Нижний концентрационный предел распространения пламени, $C_{\text{НКПР}} = 1.06$, % (об.)

Молярная масса бензина $M = 98,2$ кг·кмоль⁻¹.

Расчетная температура $t_p = 61$ °С.

Плотность паров бензина $\rho_{\text{п}}$ при расчетной температуре t_p -

$$\rho_{\text{п}} = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367 \cdot t_p)} = \frac{98,2}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 61)} = 3.5799 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

где M - молярная масса, кг·кмоль⁻¹;

V_0 - мольный объем, равный 22,413 м³·кмоль⁻¹;

t_p - расчетная температура, °С.

Радиус $R_{\text{НКПР}}$ (м) и высота $Z_{\text{НКПР}}$ (м) зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (далее - НКПР), при неподвижной воздушной среде определяется:

$$R_{\text{НКПР}} = 7.8 * \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} * C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33} = 7.8 * \left(\frac{10}{3.58 * 1.06} \right)^{0,33} = 10.77$$

$$Z_{\text{НКПР}} = 0.26 * \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} * C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33} = 0.26 * \left(\frac{10}{3.58 * 1.06} \right)^{0,33} = 0.359$$

Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания паровоздушного облака при пожаре-вспышке R_F -

$$R_F = 1,2 \cdot R_{\text{НКПР}} = 1.2 * 10.77 = 12.924$$

Таким образом, радиус зоны воздействия высокотемпературных продуктов сгорания паровоздушного облака при пожаре-вспышке будет равен 12,924 м, высота зоны воздействия 0.359 м.

// <https://www.programiz.com/cpp-programming/online-compiler/>

```
#include <iostream>
#include <math.h>
using namespace std;

int main()
{
    double M = 98.2;      // Молярная масса бензина
    double C_hkpr = 1.06; // Нижний предел распространения
    double t = 61;
    double m = 10;        // kg
    double p_gasVap = M/(22.413*(1.0+0.00367*t));
    std::cout << " Плотность паров = " << p_gasVap << "\n";
    double R_hcpr = 7.8*pow(m/(p_gasVap*C_hkpr),0.333);
    std::cout << " Радиус зоны нижнего концентрационного предела = " << R_hcpr << "\n";
    double Z_hcpr = 0.26*pow(m/(p_gasVap*C_hkpr),0.333);
    std::cout << " Высота зоны нижнего концентрационного предела = " << Z_hcpr << "\n";
    double R_f = 1.2 * R_hcpr;
    std::cout << " Радиус зоны воздействия = " << R_f << "\n" ;
    std::cout << " Высота зоны воздействия = " << Z_hcpr << "\n" ;
    return 0;}
```

Результат работы программы

```
Плотность паров = 3.57994
Радиус зоны нижнего концентрационного предела = 10.7703
Высота зоны нижнего концентрационного предела = 0.359009
Радиус зоны воздействия = 12.9243
Высота зоны воздействия = 0.359009
```