

Математическое описание модели расчета зон НКПР и пожара-вспышки

1. Общие положения

Математическая модель основана на методике расчета зон воспламенения паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих газов (ГГ), представленной в следующих нормативных документах:

1. Приказ МЧС РФ № 404 от 10.07.2009 “Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах” [1]
2. СП 12.13130.2009 “Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности” [2]

2. Основные физические принципы

Модель описывает распространение паров ЛВЖ/ГГ в атмосфере и определяет границы зон, где концентрация этих паров может создать опасные условия для возникновения пожара или взрыва.

2.1 Параметры модели

Основные входные параметры: - m - масса паров ЛВЖ/ГГ, кг - M - молекулярная масса паров ЛВЖ/ГГ, кг/кмоль - $T_{\text{кип}}$ - температура кипения жидкости, °С - $C_{\text{НКПР}}$ - нижний концентрационный предел распространения пламени, % об.

2.2 Расчет плотности паров

Плотность паров ЛВЖ/ГГ рассчитывается по формуле:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{M}{V_0(1 + \alpha T_{\text{кип}})}$$

где: - $V_0 = 22.413 \text{ м}^3/\text{кмоль}$ - молярный объем газа при нормальных условиях
- $\alpha = 0.00367 \text{ }^\circ\text{С}^{-1}$ - температурный коэффициент - $T_{\text{кип}}$ - температура кипения, °С

2.3 Расчет радиуса НКПР

Радиус зоны, ограниченной НКПР паров, рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{НКПР}} = 7.8 \cdot \left(\frac{m}{\rho_{\text{п}} \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{1/3}$$

где: - m - масса паров ЛВЖ/ГГ, кг - ρ_n - плотность паров при расчетной температуре, кг/м³ - $C_{\text{НКПР}}$ - нижний концентрационный предел распространения пламени, % об. - Коэффициент 7.8 получен в результате обработки экспериментальных данных [1]

2.4 Расчет радиуса пожара-вспышки

Радиус зоны пожара-вспышки определяется как:

$$R_{\text{пв}} = 1.2 \cdot R_{\text{НКПР}}$$

где коэффициент 1.2 учитывает возможность распространения пламени за пределы зоны НКПР [1].

3. Ограничения модели

1. Модель применима для газов и паров, имеющих плотность больше плотности воздуха при заданной температуре
2. Не учитывается влияние рельефа местности и препятствий
3. Предполагается отсутствие сильного ветра (скорость ветра не более 1 м/с)
4. Не учитывается влияние температурной стратификации атмосферы

4. Алгоритм расчета

1. Расчет плотности паров при заданной температуре
2. Проверка входных данных на физическую корректность
3. Расчет радиуса зоны НКПР
4. Расчет радиуса зоны пожара-вспышки
5. Округление результатов до 2 знаков после запятой

5. Обоснование выбранных коэффициентов

Коэффициенты, используемые в модели, получены на основе: - Экспериментальных исследований распространения паров ЛВЖ/ГГ - Статистического анализа реальных аварий на производственных объектах - Теоретических исследований процессов диффузии и распространения газовых облаков

Источники

1. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 “Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах”
2. СП 12.13130.2009 “Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности”
3. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. - М.: Химия, 1979

4. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов