

Метод расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ и ГЖ

В.1 Интенсивность теплового излучения q , кВт/м², рассчитывают по формуле

$$q = E_f F_q \tau, \quad (\text{В.1})$$

где E_f - среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м²;

F_q - угловой коэффициент облученности;

τ - коэффициент пропускания атмосферы.

В.2 E_f принимают на основе имеющихся экспериментальных данных. Для некоторых жидких углеводородных топлив указанные данные приведены в таблице В.1.

Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени в зависимости от диаметра очага и удельная массовая скорость выгорания для некоторых жидких углеводородных топлив

Топливо	E_f , кВт/м ² , при d , м					m , кг/(м ² ·с)
	10	20	30	40	50	
СПГ (метан)	220	180	150	130	120	0,08
СУГ (пропан-бутан)	80	63	50	43	40	0,1
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 очага 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 E_f принимать равной 100 кВт/м² для СУГ, 40 кВт/м² для нефтепродуктов.

В.3 Рассчитывают эффективный диаметр пролива d , м, по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}, \quad (\text{В.2})$$

где S - площадь пролива, м².

В.4 Рассчитывают высоту пламени H , м, по формуле

$$H = 42d \left(\frac{m}{\rho_B \sqrt{gd}} \right)^{0,61}, \quad (\text{В.3})$$

где m - удельная массовая скорость выгорания топлива, кг/(м²·с);

$\rho_{\text{в}}$ - плотность окружающего воздуха, кг/м³ ;

g - ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с² .

В.5 Определяют угловой коэффициент облученности F_q по формуле

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2}, \quad (\text{B.4})$$

$$\text{где } F_V = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{S_1} \cdot \arctg \left(\frac{h}{\sqrt{S_1^2 - 1}} \right) + \frac{h}{S_1} \left\{ \arctg \left(\frac{\sqrt{S-1}}{\sqrt{S_1+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2-1}} \cdot \arctg \left(\frac{\sqrt{(A+1)(S_1-1)}}{\sqrt{(A-1)(S_1+1)}} \right) \right\} \right], \quad (\text{B.5})$$

$$\text{где } A = (h^2 + S_1^2 + 1) / 2S_1, \quad (\text{B.6})$$

$S_1 = 2r / d$ (r - расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта), (B.7)

$$h = 2H / d; \quad (\text{B.8})$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \left[\frac{(B-1/S_1)}{\sqrt{B^2-1}} \cdot \arctg \left(\frac{\sqrt{(B+1)(S_1-1)}}{\sqrt{(B-1)(S_1+1)}} \right) - \frac{(A-1/S_1)}{\sqrt{A^2-1}} \cdot \arctg \left(\frac{\sqrt{(A+1)(S_1-1)}}{\sqrt{(A-1)(S_1+1)}} \right) \right], \quad (\text{B.9})$$

$$F_H \frac{1}{\pi} \left[\frac{(B-1/S_1)}{\sqrt{B^2-1}} \cdot \arctg \left(\frac{\sqrt{(B+1)(S_1-1)}}{\sqrt{(B-1)(S_1+1)}} \right) - \frac{(A-1/S_1)}{\sqrt{A^2-1}} \cdot \arctg \left(\frac{\sqrt{(A+1)(S_1-1)}}{\sqrt{(A-1)(S_1+1)}} \right) \right], \quad (\text{B.9})$$

$$B = (1 + S^2) / (2S). \quad (\text{B.10})$$

В.6 Определяют коэффициент пропускания атмосферы τ по формуле

$$\tau = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} (r - 0,5d)]. \quad (\text{B.11})$$

Пример - Расчет теплового излучения от пожара пролива бензина площадью 300 м² на расстоянии 40 м от центра пролива.

Расчет

Определяем эффективный диаметр пролива d по формуле (B.2)

$$d = \sqrt{4 \cdot 300 / 3,14} \approx 19,5 \text{ м.}$$

Находим высоту пламени по формуле (B.3), принимая

$m = 0,06 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}), \quad \varepsilon = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2 \text{ и } \rho_{\text{в}} = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3 :$

$$H = 42 \cdot 19,5 \left(\frac{0,06}{1,2 \cdot \sqrt{9,8 \cdot 19,5}} \right)^{0,61} \approx 26,5 \text{ м.}$$

Находим угловой коэффициент облученности F_q по формулам (В.4) - (В.10), принимая $r = 40 \text{ м}$:

$$h = 2 \cdot 26,5 / 19,5 = 2,72,$$

$$s_1 = 2 \cdot 40 / 19,5 = 4,10,$$

$$A = (2,72^2 + 4,10^2 + 1) / (2 \cdot 4,1) = 3,08,$$

$$B = (1 + 4,1^2) / (2 \cdot 4,1) = 2,17,$$

$$F_V = \frac{1}{3,14} \left[\frac{1}{4,1} \cdot \arctg \left(\frac{2,72}{\sqrt{4,1^2 - 1}} \right) + \frac{2,72}{4,1} \left\{ \arctg \left(\frac{\sqrt{4,1 - 1}}{\sqrt{4,1 + 1}} \right) - \frac{3,08}{\sqrt{3,08^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\frac{\sqrt{(3,08 + 1)(4,1 - 1)}}{\sqrt{(3,08 - 1)(4,1 + 1)}} \right) \right\} \right] =$$

$$= 0,00126,$$

$$F_H = \frac{1}{3,14} \left[\frac{(2,17 - 1/4,1)}{\sqrt{2,17^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\frac{\sqrt{(2,17 + 1)(4,1 - 1)}}{\sqrt{(2,17 - 1)(4,1 + 1)}} \right) - \frac{(3,08 - 1/4,1)}{\sqrt{3,08^2 - 1}} \cdot \arctg \left(\frac{\sqrt{(3,08 + 1)(4,1 - 1)}}{\sqrt{(3,08 - 1)(4,1 + 1)}} \right) \right] =$$

$$= 0,03236,$$

$$F_q = \sqrt{0,00126^2 + 0,03236^2} = 0,03240.$$

Определяем коэффициент пропускания атмосферы τ по формуле (В.11)

$$\tau = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} (40 - 0,5 \cdot 19,5)] = 0,979.$$

Находим интенсивность теплового излучения q по формуле (В.1), принимая $E_f = 47 \text{ кВт}/\text{м}^2$ в соответствии с таблицей В.1:

$$q = 47 \cdot 0,0324 \cdot 0,979 = 1,5 \text{ кВт}/\text{м}^2.$$