

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВОЛНЫ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВЗРЫВЕ РЕЗЕРВУАРА С ПЕРЕГРЕТОЙ ЖИДКОСТЬЮ ИЛИ СЖИЖЕННЫМ ГАЗОМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕГО ОЧАГА ПОЖАРА

При попадании замкнутого резервуара со сжиженным газом (СУГ) с легковоспламеняющейся (ЛВЖ) или горючей (ГЖ) жидкостью в очаг пожара может происходить нагрев содержимого резервуара до температуры, существенно превышающей нормальную температуру кипения, с соответствующим повышением давления.

За счет нагрева несмоченных стенок сосуда снижаются прочностные характеристики материала, в результате чего при определенных условиях оказывается возможным разрыв резервуара с возникновением волн сжатия.

Разрыв резервуара в очаге пожара с образованием волн сжатия получил название BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion- взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости).

Рассчитывают показатель δ , характеризующий возможность возникновения волн сжатия, по формуле:

$$\delta = \frac{C_p(T - T_{\text{кип}})}{L} \quad (5.1)$$

где C_p – удельная теплоемкость жидкой фазы, Дж/кг·К (допускается принимать равной 2000 Дж/кг·К);

T – температура жидкой фазы, соответствующая температуре насыщенного пара при давлении срабатывания предохранительного клапана, К;

$T_{\text{кип}}$ – нормальная температура кипения вещества, К;

L – удельная теплота испарения при нормальной температуре кипения $T_{\text{кип}}$, Дж/кг.

Если $\delta < 0,35$, возникновения волн сжатия не происходит. При $\delta > 0,35$ вероятность возникновения данного явления велика.

Избыточное давление ΔP и импульс I^+ в волне давления, образующиеся при взрыве резервуара с перегретой ЛВЖ, ГЖ или сжиженным углеводородным газом (далее - СУГ) в очаге пожара, определяются по формулам:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(0,8 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + 3 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + 5 \cdot \frac{m_{\text{пр}}}{r^3} \right) \quad (5.2)$$

$$I^+ = 123 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,66}}{r} \quad (5.3)$$

$$m_{np} = \left(\frac{E_{eff}}{4,52} \right) \cdot 10^{-6} \quad (5.4)$$

$$E_{eff} = k \cdot c_p \cdot m \cdot (T - T_b) \quad (5.5)$$

где P_0 – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

r – расстояние от центра резервуара до объекта, подвергающегося воздействию волн сжатия, м;

m_{np} – приведенная масса, кг;

E_{eff} – эффективная энергия взрыва;

K – доля энергии волны давления (допускается принимать равной 0,5);

m – масса ЛВЖ, ГЖ или СУГ, содержащаяся в резервуаре, кг;

T_b – нормальная температура кипения, К.

При наличии в резервуаре предохранительного устройства (клапана или мембраны) величина T определяется по формуле

$$T = \frac{B}{A - \lg P_{val}} - C_A + 273,15 \quad (5.6)$$

где P_{val} – давление срабатывания предохранительного устройства;

A, B, C_A – константы уравнения зависимости давления насыщенных паров жидкости от температуры (константы Антуана), определяемые по справочной литературе.

Единицы измерения P_{val} (кПа, мм рт.ст., атм) должны соответствовать используемым константам Антуана.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать параметры положительной фазы волны давления на расстоянии R (м) от эпицентра аварии, связанной с развитием BLEVE на железнодорожной цистерне вместимостью V (м³) с m (т) жидкого пропана. Цистерна имеет предохранительный клапан на давление срабатывания 2,0 МПа. Константы Антуана $A=5,949$, $B=812,648$, $C_a=247,55$.

$T_{\text{кип}}=230$ К – температура кипения пропана при постоянном давлении.

Номер варианта в таблице 5.1 в соответствии с порядковым номером обучающегося в списке группы.

№ варианта	Расстояние от эпицентра, R , м	Количество вещества в цистерне, m , т
1	750	10
2	600	35
3	850	15
4	900	40
5	700	10
6	500	35
7	550	15
8	450	40
9	350	10
10	700	35
11	800	15
12	650	40
13	250	10
14	150	35
15	320	15
16	240	40
17	590	10
18	630	10