

# **ВЗРЫВ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ**

**К. С. Карсеко**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Водополова

Цель данной программы состоит в автоматизации расчета избыточного давления, развиваемого при сгорании газопаровоздушных смесей в помещении. Особенно велика вероятность взрыва ГПВС на объектах нефтехимической и химической промышленности, где хранятся и используются значительные объемы горючих газов (ГГ) и легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ). Именно поэтому учет возможности возникновения избыточного давления для таких предприятий наиболее важен.

Избыточное давление  $\Delta p$ , кПа, для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, рассчитывают по формуле

$$\Delta p = (p_{\max} - p_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K_{\text{н}}},$$

где  $p_{\max}$  – максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным (при отсутствии данных допускается принимать  $p_{\max}$  равным 900 кПа);  $p_0$  – начальное атмосферное давление, кПа (пользователю предоставляется два варианта ввода начального давления – в мм рт. ст. или в кПа);  $m$  – масса горючего газа (ГГ) или паров легко воспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг;  $Z$  – коэффициент участия горючего при сгорании газопаровой смеси, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения;  $V_{\text{св}}$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup> (в программу вводится общий объем помещения, а далее из расчета, что 20 % объема занимает технологическое оборудование,  $V_{\text{св}}$  находится по формуле  $V_{\text{св}} = 0,8V$ );  $\rho_{\text{г,п}}$  – плотность газа или пара при расчетной температуре  $t_p$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляемая по формуле

$$\rho_{\text{г,п}} = \frac{M}{V_0 (1 + 0,00367 t_p)},$$

где  $M$  – молярная масса, кг/моль;  $V_0$  – мольный объем, равный 22,4 м<sup>3</sup>/кмоль;  $t_p$  – расчетная температура, °С.

В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры  $t_p$  по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61 °С;  $C_{\text{ст}}$  – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (об.), вычисляемая по формуле

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84\beta},$$

где  $\beta = n_{\text{C}} + \frac{n_{\text{H}}}{4} + \frac{n_{\text{O}}}{2}$  – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания;  $n_{\text{C}}$ ,  $n_{\text{H}}$ ,  $n_{\text{O}}$  – число атомов С, Н, О в молекуле горючего соответственно.

При отсутствии нужного вида горючего предусмотрена отдельная форма для расчета стехиометрического коэффициента кислорода в реакции сгорания, молярной массы горючего и стехиометрической концентрации газа или пара (Информация о некоторых горючих газах).

Расчет  $\Delta p$ , кПа, для индивидуальных веществ, а также для смесей может быть выполнен по формуле

$$\Delta p = \frac{m H_T p_0 Z}{V_{св} \rho_v C_p T_0} \cdot \frac{1}{K_n},$$

где  $m$  – расчетная масса взвешенной в объеме помещения горючей пыли, образовавшейся в результате аварийной ситуации, кг;  $H_T$  – теплота сгорания, Дж/кг;  $p_0$  – начальное атмосферное давление, кПа (пользователю предоставляется два варианта ввода начального давления – в мм рт. ст. или в кПа);  $Z$  – доля участия взвешенной горючей пыли при сгорании пылевоздушной смеси. Значение  $Z$  рассчитывают вручную по формуле  $Z = 0,5 F$ , где  $F$  – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэрозоль становится взрывобезопасной, т. е. неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для расчета  $Z$  допускается принимать  $Z = 0,5$ ;  $V_{св}$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup> (в программу вводится общий объем помещения, а далее из расчета, что 20 % объема занимает технологическое оборудование,  $V_{св}$  находится по формуле  $V_{св} = 0,8V$ );  $\rho_v$  – плотность воздуха при начальной температуре  $T_0$ , кг/м<sup>3</sup> (рассчитывается автоматически);  $C_p$  – теплоемкость воздуха, Дж/кг · К (допускается принимать равной  $1,01 \cdot 10^3$  Дж/кг · К);  $T_0$  – начальная температура воздуха, К (пользователю предоставляется два варианта ввода начальной температуры воздуха – в К или в °С);  $K_n$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения (допускается принимать  $K_n$  равным трем).

7' Расчет избыточного давления для индивидуальных веществ и смесей

Атмосферное давление: 760  
 мм рт. ст.  
 кПа

Температура воздуха: 293  
 К  
 С

Масса паров, вышедших в помещение, кг: 1  
 Теплота сгорания, МДж/кг: 30  
 Объем помещения, м<sup>3</sup>: 1000  
 Теплоемкость воздуха Дж/кг·К: 1010  
 Коэффициент К: 3  
 Доля участия взвешенной горючей пыли при сгорании пылевоздушной смеси: 0,5

Вычисления

Масса паров, вышедших в помещение, кг:   
 Теплота сгорания, Дж/кг:   
 Атмосферное давление, кПа:   
 Свободный объем помещения, м<sup>3</sup>:   
 Плотность воздуха до взрыва кг/м<sup>3</sup>:   
 Теплоемкость воздуха Дж/кг·К:   
 Начальная температура, К:   
 Коэффициент К:   
 Избыточное давление =  кПа

Расчет    Величины избыточных давлений, вызывающие различные степени разрушения зданий и оборудования    Закрыть

Оценить степени разрушения зданий и сооружений объекта и жилого массива можно при нажатии на кнопку «Величины избыточных давлений, вызывающие различные степени разрушения зданий и оборудования».

7' Величины избыточных давлений, вызывающие различные степени разрушения зданий и оборудования

Наименование элементов объекта	слабое разрушение, кПа	среднее разрушение, кПа	сильное разрушение, кПа
Здание с металлическим или железобетонным каркасом	20-30	30-40	40-60
Многоэтажные ж/б здания с большой площадью остекления	8-20	20-40	40-90
Тепловые электростанции	15-25	25-35	35-45
Многоэтажные кирпичные дома	8-15	15-25	25-35
Остекление зданий	1,1-1,5	1,5-2	2,0-3,0
Крановое оборудование	20-30	30-40	40-60
Станочное оборудование	10-20	20-60	60-70
Контрольно-измерительное оборудование	5-10	10-20	20-30

Закрыть