

УДК 622.813

Ю.И. Поляков

ОАО «НЦ ВостНИИ»

Теория проявления опасности: уровни охраны труда в среде с избыточным давлением после взрыва метановоздушной среды

Представлен основной метод расчета опасности, безопасности, охраны труда по величине поражающего фактора (избыточного давления при взрыве метановоздушной среды) и доля участия среды, в которой произошли эти печальные события, на уровень опасности

Для того, чтобы рассчитать уровни охраны труда по средней величине поражающих факторов, необходимо знать взаимосвязь среднего значения поражающего фактора со средним значением тяжести проявления опасности, которую можно получить с помощью таблицы 1.

Таблица 1 - Классификация тяжести состояний

Категория мгновенных проявлений опасности	Категория тяжести	Индекс тяжести	Группа тяжести состояния	Индекс группы состояния	Пределы пороговых значений состояния		Значение средних интервалов тяжести состояния m_{cp}
					α	β	
Опасные	Легкие	Л	Переходные от весьма легких к легким	L_1	1,0	6/5	12/11
			Собственно легкие	L_2	6/5	3/2	4/3
Весьма опасные	Тяжелые	Т	Переходные от легких к тяжелым	T_1	3/2	2,0	12/7
			Собственно тяжелые	T_2	2,0	3,0	12/5
Особо опасные	Критические	T_n	Переходные от тяжелых к критическим	T_3	3,0	6,0	4,0
		T_n	Критические	T_n	6,0	8,0	48/7
		T_c	Смертельные	C	8,0	∞	16

Шкала пороговых тяжестей состояния людей содержит двенадцать взаимно сопряженных характерных пороговых значений, изменяющихся в пределах $1,0 \leq m \leq \infty$.

Категории тяжести состоят из легких, тяжелых и критических состояний. Каждому состоянию соответствуют свои показатели пределов тяжести.

Связь между средним значением поражающего фактора «избыточное давление» при взрыве метановоздушной среды и тяжестью проявления опасности найдена в виде:

$$m = m_0 e^{r \cdot D}, \quad (1)$$

где m - текущее значение тяжести;

D - избыточное давление, кПа;

m_0 - безразмерная постоянная;

r - постоянная, 1/кПа.

Аппроксимация по методу наименьших квадратов табличных данных дала следующие значения постоянных в уравнении (1):

$$r = 0,025, 1/\text{кПа};$$

$$m_0 = 0,683 \text{ отн. ед.}$$

На рисунке 1 представлена зависимость между тяжестью проявления опасности и избыточным давлением.

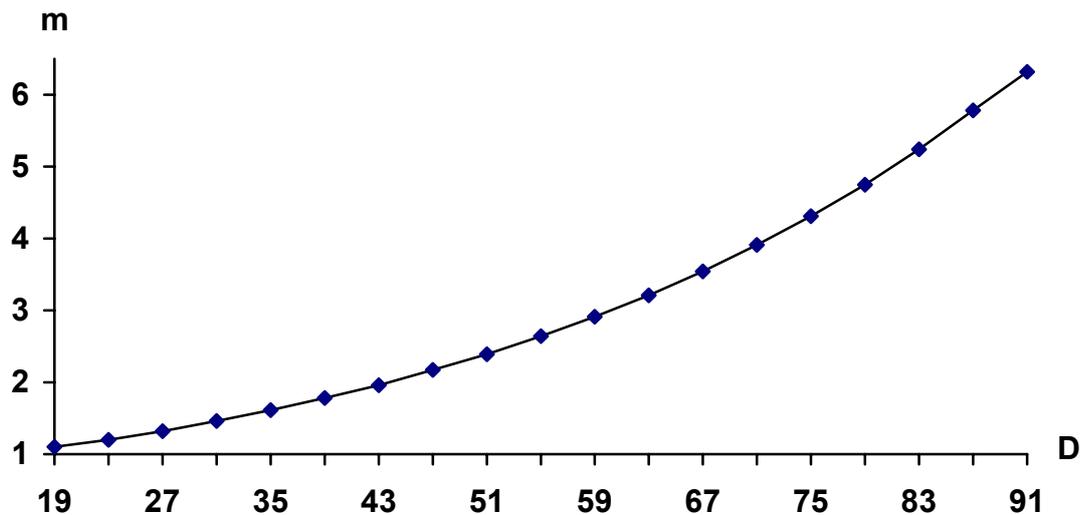


Рисунок 1 - Зависимость тяжести проявления опасности от избыточного давления при взрыве метановоздушной среды при $20,086 < \bar{D} < 40,71$ кПа

Зависимость между средними значениями избыточного давления \bar{D} и тяжести проявления опасности \bar{m} найдена известными в теории вероятностей методами:

$$\bar{m} = m_0 / (m_0 - r \cdot \bar{D}). \quad (2)$$

Подставим значение средней тяжести проявления опасности из формулы (2) в формулы (3)-(8):

1 Средняя тяжесть проявления опасности

$$\bar{m} = (b-1)/(b-2) \text{ отн. ед.} \quad (3)$$

2 Показатель степени тяжести равен

$$b = 1 + \ln(N_0/N_c) \text{ отн. ед.,} \quad (4)$$

где N_0, N_c - число чел.-смен с общими и смертельными исходами.

3 Вероятность проявления опасности

$$p = N_0/M, \quad (5)$$

где M – число отработанных чел.-смен.

4 Проявившаяся опасность

$$\Theta = 10^6 \cdot p \cdot \bar{m}. \quad (6)$$

5 Безопасность труда

$$B = 10^6 \cdot (1-p) / \bar{m}. \quad (7)$$

6 Уровень охраны труда

$$H = B/\Theta. \quad (8)$$

В результате получим аналитические выражения для расчета опасности (9) и безопасности (10) по среднему значению избыточного давления:

$$\Theta = 10^6 \cdot p \cdot m_0 / (m_0 - r \cdot \bar{D}) = 837,0 \cdot 0,683 / (0,683 - 0,025 \cdot 20,086) = \\ \cong 2320 \text{ отн.ед.} \quad (9)$$

$$B = 10^6 \cdot (1-p) \cdot \left(\frac{m_0 - r \cdot \bar{D}}{m_0} \right) \cong 264785 \text{ отн.ед.} \quad (10)$$

$$H = B/\Theta = 114 \text{ баллов.} \quad (11)$$

Оценкой состояния агрессивности среды будет рейтинг R :

$$R = 13 - C, \quad (12)$$

где $1 \leq R \leq 13$: 1 – весьма неопасный объект; 13 – чрезвычайно травмоопасный объект, число рядов травмоопасности объекта; C – мера состояния элементов объекта, равная

$$C = 12 p_0 / (1-p)^{b-1} = 1,83, \quad (13)$$

где p_0 – итоговая вероятность совместного состояния объекта и его элементов:

$$p_0 = (1/\bar{m})^{b-1} = 1/4,23 = 0,15; \quad (14)$$

где $b = (2 \cdot \bar{m} - 1)(\bar{m} - 1) = 2,31$ - показатель структуры НС;

$\bar{m} = 4,23$ – средняя тяжесть проявления опасности;

$p = (1/12)$ – рейтинговая вероятность состояния элемента;

p_c - вероятность летального исхода.

Оценку агрессивности метановоздушной среды проведем с помощью формулы (12):

$$R = 13 - 1,83 \cong 11,2.$$

Доля участия среды во взрыве $P_R = 0,63$.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

- уровень опасности превосходит допустимый в 7,5 раз;
- уровень безопасности ниже требуемого почти в 3,7 раза;
- уровень охраны труда на предприятии составляет всего 5 % от возможного;
- тяжесть проявления опасности больше допустимой почти в 2,2 раза;
- доля участия среды во взрыве очень высока и равна $P_R = 0,63$;
- показатель агрессивности среды высок и равен $R \approx 11,0$.