

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 $m_{cp}$
					$\alpha$	$\beta$	
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	$\infty$	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):

$$r = 0,025, \text{ 1/кПа};$$

$$m_0 = 0,683 \text{ отн. ед.}$$

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

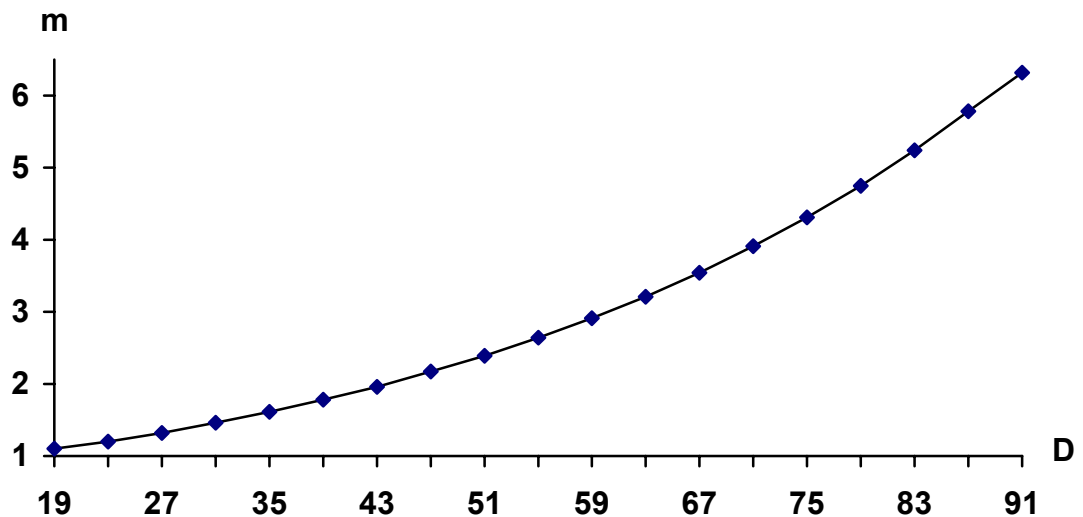


Рисунок 1 - Зависимость тяжести проявления опасности от избыточного давления при взрыве метановоздушной среды при  $20,086 < \bar{D} < 40,71$  кПа

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:

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

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

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

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  $R \approx 11,0$ .