

УДК 622.822.22

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ

Пичахчи А.Г., ст. преподаватель кафедры управления
и организации деятельности в сфере гражданской защиты,
Институт гражданской защиты Донбасса
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

Сложеницын А., студент гр. ИУС-15м,
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

В статье предложена логически обусловленная методика, позволяющая прогнозировать последствия чрезвычайной ситуации, связанной со взрывопожарной опасностью. Первый этап расчетов позволяет спрогнозировать последствия взрывов газозвушных смесей на объектах повышенной опасности как барическое воздействие на людей и объекты. Второй этап методики позволяет рассчитать последствия термического воздействия на людей и материалы. Третий этап методики связан с определением размеров зоны токсического задымления при пожаре. В результате расчетов по приведенной методике определяется полный спектр показателей, связанных с последствиями взрывов газозвушных смесей на объектах повышенной опасности.

Ключевые слова: взрывопожарная опасность, параметры пожара, радиус зоны действия, продолжительность пожара, температура внутреннего и открытого пожара, безопасный радиус, взрывное горение, зона теплового воздействия, зона задымления, фронт сплошного пожара, избыточное давление.

Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями.

Количество аварий во всех сферах производственной деятельности растет в связи с широким использованием новых технологий и материалов, массовым применением опасных веществ в промышленности и сельском хозяйстве. Расширение и интенсификация производства приводит к накоплению и вовлечению в технологические процессы все большего количества пожаровзрывоопасных энергоносителей различного типа, к внедрению новых технологий и материалов, потенциальная взрывоопасность которых не достаточно изучена и зачастую трудно прогнозируема [1]. Все чаще аварии принимают катастрофический характер, приводя к уничтожению объектов и тяжелыми экологическими последствиями. Статистические мировые данные говорят о том, что ежегодно около 65 % чрезвычайных ситуаций носят техногенный характер. Как правило, следствием крупных аварий и катастроф являются пожары и взрывы, в результате которых разрушаются здания, повреждается техника и оборудование. В ряде случаев они вызывают загазованность атмосферы, разлив нефтепродуктов, а также агрессивных жидкостей и опасных химических веществ.

Целью данного исследования является разработка и расчетное апробирование методики, позволяющей прогнозировать последствия чрезвычайной ситуации, связанной со взрывопожарной опасностью.

Изложение основного материала исследования. Пожары характеризуются следующими параметрами:

- продолжительность пожара – время с момента его возникновения до полного прекращения горения;
- температура внутреннего пожара – среднеобъемная температура газовой среды в помещении;
- температура открытого пожара – температура пламени;
- площадь пожара – площадь проекции зоны горения на горизонтальную или вертикальную плоскость;
- зона горения – часть пространства, в котором происходит подготовка горючих веществ к горению и их горение;
- зона теплового воздействия – часть пространства, примыкающего к зоне горения, в котором тепловое воздействие приводит к заметному изменению состояния материалов и конструкций и делает невозможным пребывание в нем людей без специальной тепловой защиты;
- зона задымления – часть пространства, примыкающего к зоне горения и заполнения дымовыми газами в концентрациях, создающих угрозу жизни и здоровью людей или затрудняющих действия пожарных подразделений;
- фронт сплошного пожара – граница сплошного пожара, по которой огонь распространяется с наибольшей скоростью;
- скорость распространения сплошного пожара – скорость его перемещения;
- распространение пожара – процесс распространения зоны горения по поверхности материалов за счет теплопроводности, тепловой радиации и конвекции. Основную роль в распространении пожара играет тепловая радиация пламени. Тепло в окружающую среду передается за счет теплопроводности, конвекции и излучения.

Последствия пожаров обусловлены воздействием поражающих факторов, основными из которых являются непосредственное действие огня на горящий предмет (горение) и дистанционное воздействие на

предметы и объекты высоких температур за счет излучения. В результате такого воздействия происходит сгорание предметов и объектов, их обугливание, разрушение либо выход из строя; уничтожаются все элементы зданий и конструкций, выполненных из сгораемых материалов. Действие высоких температур вызывает пережог, деформацию и обрушение металлических ферм, балок перекрытий, других конструктивных деталей сооружений. Кирпичные стены и столбы деформируются. В кладке из силикатного кирпича при длительном нагреве до 500- 600 °С наблюдается расслоение кирпича трещинами и разрушение материала. При пожарах полностью или частично уничтожается технологическое оборудование и транспортные средства; гибнут домашние и сельскохозяйственные животные; погибают или получают ожоги различной тяжести люди.

Вторичными последствиями пожаров могут быть:

- взрывы;
- утечка ядовитых или загрязняющих веществ в окружающую среду;
- большой ущерб не затронутым пожаром помещениям может принести вода, примененная для тушения пожара.

К тяжелым социальным и экономическим последствиям пожара относится прекращение объектом народного хозяйства выполнения своих хозяйственных и иных функций.

Последствия производственных аварий, вызванных пожарами, по своему характеру аналогичны последствиям светового излучения в очагах ядерного поражения, а по выделяемой массовыми пожарами энергии могут превосходить эффект мегатонных ядерных взрывов.

Анализ имеющихся на данный момент методологических материалов по прогнозированию последствий взрывопожарной опасности позволил разработать логически взаимоувязанную методику для конкретной чрезвычайной ситуации и вполне определенного объекта за счет ввода реальных условно-расчетных данных.

Первый этап расчетов позволяет спрогнозировать последствия взрывов газозвушных смесей на объектах повышенной опасности (барическое воздействие на людей и объекты).

Он включает в себя ряд расчетов с использованием формул, приведенных ниже.

1. Определение радиуса зоны детонационной волны r_I , м

$$r_I = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{m \cdot k}{M_k \cdot C}}, \quad (1)$$

где m – масса взрывоопасного вещества, кг;

k – коэффициент, учитывающий долю активного газа ($k = 1$ для резервуаров с газообразным веществом);

M_k – молярная масса газа, кг/кмоль;

C – стехиометрическая концентрация газа в смеси, %.

Характеристики газозвушных смесей, необходимые для расчетов (молярная масса вещества, стехиометрическая концентрация газа в смеси, энергия взрыва газа), приведены в табл. 1.

2. Определение радиуса зоны действия продуктов взрыва r_{II} , м

$$r_{II} = 1,7 \cdot r_I. \quad (2)$$

3. Определение избыточного давления в зоне рассматриваемого объекта на заданном расстоянии от центра взрыва ΔP_ϕ , кПа.

Для этого предварительно необходимо определить относительную величину ψ

$$\psi = 0,24 \cdot \frac{L}{r_I}, \quad (3)$$

где L – расстояние заданного объекта от центра взрыва, м.

Избыточное давление в зоне рассматриваемого объекта на заданном расстоянии от центра взрыва ΔP_ϕ , равно

$$\Delta P_{\phi} \begin{cases} = \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + 29,8\psi^3} - 1)}, \text{при } \psi \leq 2 \\ = \frac{22}{\psi \cdot (\sqrt{1g\psi + 0,158})}, \text{при } \psi > 2. \end{cases} \quad (4)$$

4. Определение радиуса безопасной зоны для человека, который находится во время взрыва на открытой местности $R_{без}$ (избыточное давление меньше 10 кПа), м

$$R_{без} = 12,08 \cdot r_I. \quad (5)$$

5. Определение радиуса зоны летальной (смертельной) опасности для человека, который находится во время взрыва на открытой местности $R_{лет}$ (избыточное давление больше 100 кПа), м

$$R_{лет} = 2,91 \cdot r_I. \quad (6)$$

6. Определение прогнозируемого результата барического воздействия на человека, который находится во время взрыва на открытой местности, и заданные объекты (с учетом ΔP_{ϕ}) производится при помощи данных таблиц 2-3, приведенных ниже.

7. Определение прогнозируемых барических потерь людей, которые находятся во время взрыва на открытой местности:

- безвозвратные потери, чел

$$N_{безв.откр} = P_n \cdot m_{тит}^{2/3}, \quad (7)$$

где P_n – плотность населения на открытой местности в очаге взрыва, тыс.чел/км²;

$$m_{тит} = \eta \cdot \frac{Q_{газ}}{Q_{тит}} \cdot m, \quad (8)$$

где η – коэффициент, который зависит от способа хранения вещества (для газа $\eta = 1$);

$Q_{газ}$ – энергия взрыва газа, кДж/кг;

$Q_{тит}$ – энергия взрыва тротила ($Q_{тит} = 4520$ кДж/кг);

- санитарные потери, чел

$$N_{сан.откр} = 4 \cdot N_{безв.откр}; \quad (9)$$

- общие потери, чел

$$N_{общ.откр} = N_{безв.откр} + N_{сан.откр}. \quad (10)$$

8. Определение прогнозируемых барических потерь людей, находящихся во время взрыва в зданиях (жилой и производственный сектор):

- безвозвратные потери, чел

$$N_{безв.зд} = N_{ж.зд} \cdot k_{безв.ж} + N_{пр.зд} \cdot k_{безв.пр}, \quad (11)$$

где $N_{ж.зд}$ – количество людей в жилом здании, чел;

$k_{безв.ж}$ – коэффициент, позволяющий определить безвозвратные потери людей в разрушенном жилом здании;

$N_{пр.зд}$ – количество людей в производственном здании, чел;

$k_{безв.пр}$ – коэффициент, который позволяет определить безвозвратные потери людей в разрушенном производственном здании;
 - санитарные потери, чел

$$N_{сан.зд} = N_{ж.зд} \cdot k_{сан.ж} + N_{пр.зд} \cdot k_{сан.пр}, \quad (12)$$

где $k_{сан.ж}$, $k_{сан.пр}$ – коэффициенты, позволяющие определить санитарные потери людей в разрушенном жилом и производственном здании;
 - общие потери, чел

$$N_{общ.зд} = N_{безв.зд} + N_{сан.зд} \quad (13)$$

9. Определение прогнозируемых суммарных барических потерь людей:
 - безвозвратные потери, чел

$$N_{\Sigma безв} = N_{безв.откр} + N_{безв.зд}; \quad (14)$$

- санитарные потери, чел

$$N_{\Sigma сан} = N_{сан.откр} + N_{сан.зд}; \quad (15)$$

- общие потери, чел

$$N_{\Sigma общ} = N_{общ.откр} + N_{общ.зд} \quad (16)$$

Второй этап методики позволяет спрогнозировать последствия взрывов газозвушных смесей на объектах повышенной опасности (термическое воздействие на людей и материалы). Он включает следующие подэтапы.

1. Определение радиуса зоны взрывного горения («огненного шара») $R_{ои}$, м

$$R_{ои} = 2,25 \cdot \sqrt[3]{m}. \quad (17)$$

2. Определение времени свечения «огненного шара» $t_{ои}$, с

$$t_{ои} = 0,92 \cdot m^{0,303}. \quad (18)$$

3. Определение интенсивности теплового излучения «огненного шара» $J_{ои}$, кДж/(м²·с)

$$J_{ои} = \frac{133 \cdot \sqrt[3]{m^2}}{R_{ои}^2} \quad (19)$$

4. Определение теплового импульса «огненного шара» $U_{ои}$, кДж/м²

$$U_{ои} = J_{ои} \cdot t_{ои}, \quad (20)$$

где $t_{ои}$ – время свечения «огненного шара», с.

5. Определение безопасного радиуса действия теплового излучения «огненного шара» $R_{без.ои}$, м

$$R_{без.ои} = \sqrt{\frac{133 \cdot \sqrt[3]{m^2}}{J^*}}. \quad (21)$$

где J^* – безопасная интенсивность теплового излучения (для человека $J^* = 1,5$), $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$.

6. Определение радиуса зоны теплового поражения «огненного шара» $R_{\text{пораж.ош}}$, м

$$R_{\text{пораж.ош}} \approx 3,6 \cdot R_{\text{ош}}. \quad (22)$$

7. Определение прогнозируемого результата термического воздействия на людей, которые находятся во время взрыва на открытой местности, и материалы (с учетом $U_{\text{ош}}$) производится на основе данных, приведенных в табл. 5-6.

8. Определение эффективного диаметра «огненного шара» $d_{\text{ош}}$, м

$$d_{\text{ош}} = 5,33 \cdot m^{0,327}. \quad (23)$$

9. Определение углового коэффициента излучения F

$$F = \frac{\frac{h}{d_{\text{ош}}} + 0,5}{4 \cdot \left[\left(\frac{h}{d_{\text{ош}}} + 0,5 \right)^2 + \left(\frac{L}{d_{\text{ош}}} \right)^2 \right]^{1,5}}, \quad (24)$$

где h – высота центра «огненного шара» над поверхностью земли, м;

L – удаление людей от точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м.

10. Определение коэффициента прозрачности атмосферы τ

$$\tau = \exp \left[-7 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{L^2 + h^2} - \frac{d_{\text{ош}}}{2} \right) \right]. \quad (25)$$

11. Определение плотности теплового потока q , $\text{кВт}/\text{м}^2$

$$q = E \cdot F \cdot \tau, \quad (26)$$

где E – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени (при оперативном прогнозировании допускается принимать $E = 450 \text{ кВт}/\text{м}^2$).

12. Определение величины пробит-функции при прогнозировании термических потерь:

- болевой порог

$$Pr_{\text{б.п}} = -8,74 + 2,99 \ln (q^{4/3} \cdot t_{\text{ош}}); \quad (27)$$

- ожог I степени

$$Pr_I = -9,16 + 2,99 \ln (q^{4/3} \cdot t_{\text{ош}}); \quad (28)$$

- ожог II степени

$$Pr_{II} = -11,4 + 2,99 \ln (q^{4/3} \cdot t_{\text{ош}}); \quad (29)$$

- ожог III степени

$$Pr_{III} = -12,6 + 2,99 \ln (q^{4/3} \cdot t_{\text{ош}}); \quad (30)$$

- летальный исход

$$Pr_{лет} = -14,9 + 2,56 \ln(q^{4/3} \cdot t_{ош}). \quad (31)$$

13. Определение процента прогнозируемых термических потерь $\Pi_{m,n}$, %. Данный параметр рассчитывается в зависимости от величины пробит-функции (табл. 7).

14. Определение прогнозируемых термических потерь $N_{m,n}$, чел.

$$N_{m,n} = \frac{N_L \cdot \Pi_{m,n}}{100}, \quad (32)$$

где N_L – количество людей, находящихся на расстоянии от точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», чел;

$\Pi_{m,n}$ – процент прогнозируемых термических потерь, %.

Третий этап методики связан с определением размеров зоны токсического задымления при пожаре.

Значения токсодоз и коэффициентов, учитывающих долю массы токсических продуктов в первичном и вторичном облаке, некоторых опасных химических веществ приведены в табл. 8.

Этот этап расчетов подразумевает выполнение следующих шагов.

1. Определение расстояния от фасада и торца горящей постройки безопасное для человека $R_{без}$, м

$$R_{без} = 0,282 \cdot R^* \cdot \sqrt{\frac{q_{соб}}{q_{кр}}}, \quad (33)$$

где R^* – характерный размер очага пожара, м;

$q_{соб}$ – плотность потока собственного излучения пламени пожара (для горящей древесины $q_{соб} = 260 \text{ кВт/м}^2$);

$q_{кр}$ – плотность потока критическая для рассматриваемого объекта при данной степени термического воздействия (для человека безопасным является $q_{кр} = 1,5 \text{ кВт/м}^2$)

$$R^* = \sqrt{L \cdot h}, \quad (34)$$

где L – длина фасада или торца, м;

h – высота постройки, м.

2. Определение глубины зоны токсического задымления Γ , м

$$\Gamma = \frac{34,2}{k_1} \cdot \left[\frac{m \cdot (a+b)}{k_2 \cdot w \cdot D} \right]^{\frac{2}{3}}, \quad (35)$$

где a, b – коэффициенты, учитывающие долю массы токсических продуктов в первичном и вторичном облаке соответственно;

k_1 – коэффициент неровности поверхности (для открытой местности $k_1=1$, для закрытой местности $k_1=3,3$);

k_2 – коэффициент степени вертикальной устойчивости воздуха (при инверсии $k_2=1$; при изотермии $k_2=1,5$; при конвекции $k_2=2$);

w – скорость ветра, м/с;

D – токсодоза, мг · мин/л.

3. Определение ширины зоны задымления Π , м

$$\Pi = B + 2 \cdot \Delta B, \quad (36)$$

где B – ширина зоны горения (равна длине фасада здания $L_{\text{фас}}$), м;
 ΔB – боковое рассеивание (в зависимости от скорости ветра w), м.

при $w \geq 1$

$$\Delta B = 0,1 \cdot G, \quad (37)$$

при $w < 1$

$$\Delta B = 0,4 \cdot G. \quad (38)$$

Расчеты по приведенной методике прогнозирования негативных последствий, связанных с взрывами газовоздушных смесей на объектах повышенной опасности и определением размеров зоны токсического задымления при пожаре, должны основываться на реальных условиях, т.е. учитывать исходные данные ситуации (местность, тип зданий, количество людей и т.п.). Все вспомогательные характеристики, значения и другие необходимые для расчетов данные приведены ниже (табл. 1-8).

Таблица 1

Характеристики газовоздушных смесей

Взрывоопасное вещество	Молярная масса M_k , кг/кмоль	Стехиометрическая концентрация газа в смеси C , %	Энергия взрыва газа $Q_{\text{газ}}$, кДж/кг
Аммиак	15	19,72	16660
Ацетилен	26	7,75	48300
Бутан	58	3,13	45800
Водород	2	29,59	120000
Метан	16	9,45	50000
Пропан	44	4,03	46000
Этилен	28	6,54	47200

Таблица 2

Степени поражения людей, находящихся на открытой местности, в зависимости от ΔP_{ϕ} , кПа

Степень и характер поражения человека	ΔP_{ϕ} , кПа
Для человека безопасно	< 10
Легкое поражение (ушибы, вывихи, временная потеря слуха, общая контузия)	10-40
Среднее поражение (контузия головного мозга, повреждение органов слуха, разрыв барабанных перепонок, кровотечение из носа и ушей)	40-60
Сильное поражение (сильная контузия всего организма, потеря сознания, переломы конечностей, повреждения внутренних органов)	60-100
Порог смертельного поражения (крайне тяжелые травмы)	100
Летальный исход (50 % случаев)	250-300
Безусловное смертельное поражение	> 300

Таблица 3

Степени разрушения объектов в зависимости от избыточного давления ударной волны ΔP_{ϕ} , кПа

Объект	Разрушение			
	Слабое	Среднее	Сильное	Полное
<i>Жилое здание</i>				
Кирпичное многоэтажное	8-10	10-20	20-30	30-40
Кирпичное малоэтажное	8-15	15-25	25-35	35-45
Деревянное	6-8	8-12	12-20	20-30
<i>Производственное здание</i>				
С тяжелым металлическим или железобетонным (ЖБ) каркасом	20-40	40-50	50-60	60-100
С легким металлическим каркасом или бескаркасные	20-30	30-50	40-50	60-80
Теплоэлектростанция (ТЭС)	10-15	15-20	20-25	25-45
Котельная	10-15	15-25	25-35	35-45
Трубопровод наземный	–	20	50	130
Трубопровод на эстакадах	–	20-30	30-40	40-50
Трансформаторная подстанция	10-20	20-40	40-60	100
Линия электропередач (ЛЭП)	20-40	50-70	80-120	120-200
Водонапорная башня	10-20	20-40	40-60	70
<i>Резервуар</i>				
Стальной наземный	35	55	80	90
Газгольдер и емкость горюче-смазочных (ГСМ) и химических веществ	20	25	35	40
Частично заглубленный для нефтепродуктов	20	40	75	100
Подземный	40	75	150	200
<i>Транспорт</i>				
Железнодорожные пути	125	175	250	400
Тепловоз с массой до 50 т	40	50	70	90
Цистерна	30	50	70	80
Вагон цельнометаллический	30	60	90	150
Вагон товарный деревянный	15	30	35	40
Автомашина грузовая	10	35	50	70
Легковой автомобиль	10-20	20-30	30-50	50

Таблица 4

Коэффициенты, которые позволяют определить потери людей в разрушенных зданиях

Разрушение здания	$k_{безв}$ для безвозвратных потерь	$k_{сан}$ для санитарных потерь
Слабое	0,03	0,05
Среднее	0,09	0,03
Сильное	0,25	0,55
Полное	0,3	0,7

Таблица 5

Характеристика ожогов открытых участков тела человека
в зависимости от теплового импульса $U_{ош}$, кДж/м²

Степень ожога	Тепловой импульс $U_{ош}$, кДж/м ²	Характер поражения	Последствия ожогов
Первая	100...200	Покраснение и припухлость кожи, сопровождающиеся некоторой болезненностью	Человек не теряет работоспособность и не нуждается в специальном лечении. Ожоги заживают быстро
Вторая	200...400	Образование на коже пузырей, наполненных жидкостью	Человек теряет работоспособность и нуждается в лечении
Третья	400...600	Полное разрушение кожного покрова по всей его толщине, образование язв	Человек нуждается в длительном лечении. Если не применять пересадку кожи, на месте поражения образуются шрамы
Четвертая	> 600	Омертвление подкожной клетчатки, мышц и костей, обугливание	Человек нуждается в длительном лечении. Возможен летальный исход

Таблица 6

Граничные значения теплового импульса $U_{ош}$,
которые приводят к воспламенению или устойчивому горению различных материалов

Наименование материалов, находящихся на расстоянии $R_{ош}$, м	Тепловой импульс $U_{ош}$, кДж/м ²	
	Воспламенение, обугливание	Стойкое горение
Бумага газетная	–	более 170
Бумага белая	420-750	более 750
Сухое сено, солома, стружка (опилки)	500-840	более 840
Хвоя, опавшая листва	590-1100	более 1100
Хлопчатобумажная (х/б) ткань:		
- темная	420-670	более 670
- цвета хаки	590-1000	более 1000
- светлая	750-1500	более 1500
Автомобильная резина	420-840	более 840
Укрывочный брезент	500-840	более 840
Брезент белого цвета	1700	2500
Дерматин	340-690	более 690
Доски сосновые (сухие, неокрашенные)	670-2100	более 2100
Доски, окрашенные в белый цвет	1900-6300	более 6300
Доски, окрашенные в темный цвет	420-1200	более 1200
Кровля мягкая (толь, рубероид)	840-1700	более 1700
Черепица красная	1700	–

Таблица 7

Процент прогнозируемых термических потерь в зависимости от величины пробит-функции

<i>P</i> , %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,38	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,86	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Таблица 8

Значения токсодоз и коэффициентов, учитывающих долю массы токсических продуктов в первичном и вторичном облаке, некоторых опасных химических веществ

Опасные химические вещества	Токсодоза <i>D</i> , <i>мг · мин/л</i>		Коэффициенты	
	летальная <i>D_{лет}</i>	пороговая <i>D_{пор}</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Аммиак	60	18	0,2	0,15
Угарный газ	60	25	1	0
Оксид азота	3	1,5	0	0,03
Диоксид серы (серный ангидрид)	70	1,8	0,2	0,15
Фосген	6	0,2	0,07	0,15
Хлор	6	0,6	0,2	0,15

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Таким образом, разработан алгоритм, который позволяет прогнозировать последствия взрывов газовоздушных смесей на объектах повышенной опасности (барическое и термическое воздействие на людей и объекты, размеры зон токсического задымления при пожаре и т.д.).

Данная методика расчетов использована на практических занятиях со студентами Донецкого национального технического университета по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» [2 – 3]. Для проведения расчетов студентам предлагались персональные, приближенные к реальным, исходные данные.

Методика может быть рекомендована для использования в высших и профессиональных технических заведениях при проведении практических занятий по нормативным дисциплинам «Гражданская защита» и «Безопасность жизнедеятельности».

Дальнейшие исследования по приведенной тематике связаны с применением реальных исходных данных для практической апробации методики.

Библиографический список

1. Акинин Н.И. Методические основы прогнозирования и предотвращения взрывов легковоспламеняющихся и взрывчатых материалов на опасных производственных объектах металлургических и коксохимических предприятий: автореф. дис. по безопасности жизнедеятельности: спец. 05.26.03. – М., 2005. – 21 с.
2. Навчальний посібник «Безпека життєдіяльності» (для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»). / Укл. Старостенко М.Б., Зубков В.О., Артьомова А.Ю. та ін. – Донецьк: ДонНТУ, 2014. – 151 с.
3. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Безпека життєдіяльності» (для студентів заочної форми навчання / Укл. Старостенко М.Б., Зубков В.О., Пічахчі А.Г. та ін. – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – 85 с.

© А.Г. Пічахчи, А. Сложеницын, 2015
E-mail: bgdicz_pichahchy@mail.ru
Рецензент д.т.н., с.н.с. В.В. Мамаев

THE METHOD OF PREDICTING THE DANGER OF EXPLOSION

Pichahchi A., senior lecturer of the Department of Management
and Organizing Activities in the Field of Civil Protection,
Institute of Civil Protection of Donbass,
SHEI «Donetsk National Technical University»

Slozhenitsyn A., student,
SHEI «Donetsk National Technical University»

In the article is devoted to the methodology used to predict the effects emergency associated with a risk of explosion. The first stage of calculations allows to predict the consequences of explosions of gas-air mixtures at high pressure as a hazard impacts on people and objects. The second stage of the method allows to calculate the impacts of thermal effects on people and materials. The third stage of the method involves determining the size of the zone of toxic smoke in a fire. The result of the calculation is determined by the full range of indicators related to the consequences of gas-air mixtures explosions at high risk.

Keywords: explosion hazard, fire parameters, the radius of coverage, the duration of fire, temperature and internal open fire, safe range, the explosive combustion, the zone of thermal influence, zone of smoke, a solid front of fire, excessive pressure.