

**Об учете величины концентрационного предела взрываемости  
при анализе сценариев аварий со взрывом в помещениях**  
**Богач В. В.<sup>1</sup>, Маркина Г. А.<sup>2</sup>, Васьков Р. Е.<sup>3</sup>, Бодрова В. В.<sup>4</sup>, Карзанова Н. Ю.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Богач Виталий Васильевич / Bogach Vitalij Vasil'evich – кандидат химических наук, доцент,  
кафедра промышленной безопасности,  
химический факультет,*

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань;*

<sup>2</sup>*Маркина Галина Алексеевна / Markina Galina Alekseevna – эксперт;*

<sup>3</sup>*Васьков Роман Евгеньевич / Vas'kov Roman Evgen'evich – эксперт;*

<sup>4</sup>*Бодрова Виолетта Вячеславовна / Bodrova Violetta Vjacheslavovna – эксперт;*

<sup>5</sup>*Карзанова Наталья Юрьевна / Karzanova Natal'ja Jur'evna – эксперт,  
ЗАО «Центр аварийно-спасательных формирований», г. Новомосковск*

**Аннотация:** установлена прямая зависимость между массой паров и газов и избыточным давлением. Масса паров и газов определяется физико-химическими свойствами веществ, параметрами их состояния, внешними условиями, фактором времени. В данной статье авторы уделяют внимание значениям концентрационных пределов взрываемости в смеси с окислителем при расчете значения массы.

**Ключевые слова:** взрыв, авария, предел взрываемости.

Анализ частоты реализации сценариев аварий со взрывом паров и газов в помещениях проводится в целях определения возможных последствий аварий, расчетов показателей риска, устойчивости конструкций, категорирования технологических блоков, планирования мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий и в других случаях.

Методики, применяемые для оценки последствий взрывов в помещениях, позволяют производить расчет величины избыточного давления взрыва, зная массу взрывоопасных паров и газов, выделившихся в результате рассматриваемого сценария аварии. Масса паров и газов определяется физико-химическими свойствами веществ, параметрами их состояния, внешними условиями и рядом иных факторов, среди которых одно из важнейших значений приобретает фактор времени, в течение которого прогнозируется поступление паров и газов в объём помещения. В соответствии с методиками учитывается время срабатывания отсекающих (запорных) устройств согласно их типа, как правило, 12, 120 или 300 секунд [1]. В случае образования проливов жидкостей рассматривается испарение с их поверхности взрывоопасных паров за время, соответствующее полному испарению, но не более 3600 секунд, при этом в обоснованных случаях допускается уменьшать время испарения [1-2].

Следует отметить, что, несмотря на установленную прямую, зависимость между массой паров и газов и избыточным давлением, не всегда наиболее опасным условиям будет соответствовать выделение их максимального количества. Известно, что взрывоопасные пары и газы характеризуются диапазоном концентраций в смеси с окислителем, в частности – с воздухом, в границах которого осуществляется распространение пламени. Например, для метана диапазон таких концентраций составляет от 5 до 15 % объёмных [3], паров бензина – от 1 до 6 % [4]. При определении массы взрывоопасных паров и газов следует учитывать, что рост её значения сначала приводит к увеличению вероятности взрыва, но после превышения верхнего предела взрываемости сводит её практически к нулю [5-6]. Таким образом, при расчете объёма выделяющихся паров и газов, стоит вводить ограничение исходя из величины верхнего предела взрываемости:

$$V_{\max} = \frac{C_{\text{вкпр}} \times V_{\text{св}}}{100\%},$$

где  $V_{\max}$  – предельный взрывоопасный объём паров и газов;

$C_{\text{вкпр}}$  (ВКПРП) – верхний концентрационный предел взрываемости, % объёмные;

$V_{\text{св}}$  – свободный объём помещения, при отсутствии данных принимается как 80 % объёма помещения.

Например, при испарении жидкости с поверхности пролива 40 м<sup>2</sup>, плотность паров 5 кг/м<sup>3</sup>, за время 3600 секунд, при интенсивности 1,2×10<sup>-3</sup> кг/(м<sup>2</sup>×с) концентрация паров в помещении объёмом 200 м<sup>3</sup> составит более 17 %, а величина  $C_{\text{вкпр}}$  составляет 7 %. Следовательно, взрывоопасность будет представлять объём паров, не превышающий 14 м<sup>3</sup> (масса – до 70 кг), время испарения составит, соответственно, около 1500 секунд (25 минут), что имеет важное значение при планировании мероприятий по локализации и ликвидации аварии.

В то же время, если рассчитанной массы паров недостаточно для достижения нижнего концентрационного предела взрываемости, например, если в рассмотренном случае  $C_{\text{нkpв}}$  составляет не менее 18 % объёмных, тогда условия для объёмного взрыва могут быть достигнуты только при времени испарения более 3600 секунд.

Таким образом, при рассмотрении сценариев аварий с выделением в помещениях (замкнутых объемах) взрывоопасных паров и газов, время их поступления следует определять с учетом значений концентрационных пределов взрываемости в смеси с окислителем.

#### *Литература*

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.03.2013 г. № 96 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств».
2. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
3. Правила эксплуатации теплотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. «Правила техники безопасности при эксплуатации теплотребляющих установок и тепловых сетей потребителей» (утвержден Госэнергонадзором 07.05.1992).
4. ГОСТ Р 51866-2002. «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» (принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 31.01.2002 г. № 42-ст).
5. *Купцов А. И., Акберов Р. Р., Исламхузин Д. Я., Гимранов Ф. М.* Проблемы расчета рассеивания легких газов в атмосфере при их выбросах со свечи с учетом рельефа и застройки местности и атмосферной устойчивости / А. И. Купцов, Р. Р. Акберов, Д. Я. Исламхузин, Ф. М. Гимранов // Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - № 9. – С. 243-245.
6. *Васьков Р. Е., Богач В. В., Кочетов Н. М.* Оценка энергии ударной волны взрыва топливно-воздушной смеси / Р. Е. Васьков, В. В. Богач, Н. М. Кочетов // Вестник Казанского технологического университета. - 2015. - № 2. – С. 420-421.