

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ МАСШТАБОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ВЫБРОСОВ (ПРОЛИВОВ) АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

Н. А. Рыбка

*Новомосковский институт повышения квалификации,*

*Тульский государственный университет*

Поступила в редакцию 16.05.2013 г.

**Аннотация.** в статье рассмотрены физические и физико-химические свойства аварийно химически опасных веществ, определяющие масштабы и последствия аварийных выбросов (проливов). Предложен метод оценки масштабов и последствий возможных аварий с участием аварийно химически опасных веществ посредством интегральной оценки значений свойств этих веществ.

**Ключевые слова:** аварийно химически опасное вещество, выброс (пролив), масштабы и аварийные последствия, свойство вещества, интегральный показатель аварийности.

**Abstract.** In article physical and physical and chemical properties abnormally chemically the dangerous substances, defining scales and consequences of emergency emissions (passages) are considered. The method of an assessment of scales and consequences of possible accidents with participation abnormally chemically dangerous substances by means of an integrated assessment of values of properties of these substances is offered.

**Keywords:** abnormally chemically dangerous substance, emission (passage), scales and emergency consequences, property of substance, integrated indicator of accident rate.

Химизация промышленной индустрии во второй половине XX столетия обусловила возрастание техногенных опасностей, связанных с химическими авариями, которые могут сопровождаться выбросами (проливами) в окружающую среду аварийно химически опасных веществ (АХОВ), значительным материальным ущербом и большими человеческими жертвами. Под аварийно химически опасными веществами понимают химические вещества или соединения, которые при проливе или выбросе из емкости в окружающую среду способны вызвать массовое поражение людей и животных, заражение воздуха, почвы, воды, растений и различных материальных ценностей выше допустимых значений. Как свидетельствует статистика, в последние годы на территории Российской Федерации ежегодно происходит 80–100 аварий на химически опасных объектах с выбросом (проливом) АХОВ в окружающую среду.

Крупными запасами таких веществ располагают предприятия химической, целлюлозно-бумажной, оборонной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, чёрной и цветной металлургии. Значительные их количества сосредоточены на объектах пищевой, мясомолочной промышленности, холодильниках, торговых базах, в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Распространение выбросов (проливов) АХОВ в атмосфере и их воздействие на людей, и окружающую среду – важные факторы, определяющие тяжесть последствий аварий на опасных производственных объектах [1].

Оценка масштабов и последствий аварийного загрязнения химически опасными веществами, является не только актуальной задачей, но и представляет собой важную составную часть исследований, связанных с обеспечением безопасности населения и сохранности окружающей природной среды. Цель настоящей работы – разработка

методики, позволяющей оценить послеаварийные масштабы и последствия выбросов (проливов) химически опасных веществ.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

На одном и том же объекте могут храниться и (или) эксплуатироваться одновременно несколько АХОВ. В таком случае, наибольших масштабов и аварийных последствий следует ожидать от возможной аварии, с участием того вещества, выброс (пролив) которого представляет наибольшую опасность для населения и окружающей среды [2]. В соответствии с чем, одним из способов оценки масштабов и последствий возможных аварийных выбросов АХОВ может являться интегральная оценка значений свойств этих веществ. Метод интегральной оценки является экспертным методом и описан в работе [2]. Таким образом, каждое АХОВ будет иметь свой интегральный показатель аварийности ( $A_i$ ), и чем больше значение этого показателя, тем большими будут масштабы и последствия возможных аварийных выбросов с участием  $i$ -ого АХОВ.

В качестве свойств интегрального показателя аварийности использовали следующие характеристики веществ:

*Предельно допустимые суточные концентрации - ПДК.* Чем больше ПДК, тем менее опасно вещество, поэтому в расчете использовали обратные значения.

*Массу и плотность выброшенного вещества.* Плотность влияет на распространение вещества в атмосфере и на местности [3].

*Токсичность и пожаровзрывоопасность* вещества, если вещество токсично и (или) пожаровзрывоопасно, значение свойства в расчете приравнивается 1, если же наоборот, значение свойства обнуляется.

*Пороговая токсодоза* (оценивается аналогично ПДК).

*Растворимость.* От растворимости зависят последствия аварий, а также выбор методов и средств дегазации (обеззараживания). Способность АХОВ растворяться в воде обеспечивает их быстрое распространение кровотоком по всему организму, вызывая его общее поражение [3]. Считали что, чем больше растворимость вещества, тем большими будут масштабы и последствия возможной аварии. Для вещества нерастворимого в воде – значение свойства принимается равным 0, практически нерастворимого – 1, мало-растворимого – 2, хорошо растворимого – 3.

*Летучесть* (определяет последствия заражения: вещества с низкой летучестью требуют проведения дегазационных мер) [3]. Чем меньше летучесть вещества, тем больше масштабы и последствия возможной аварии. Значения этого свойства для веществ, обладающих низкой летучестью, принимают равными 1, высокой летучестью – 0.

*Вязкость.* Эта характеристика влияет на характер поведения АХОВ в аварийной ситуации (характер дробления, впитывания и др.) [3]. Чем больше вязкость вещества, тем больше продолжительность заражения, в соответствии с чем, большими будут и масштабы заражения.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Каждому свойству вещества эксперты присваивают значение весового коэффициента значимости  $w_k$  (наиболее значимое свойство оценивается наибольшим значением весового коэффициента), из расчета, что сумма значений весовых коэффициентов всех свойств вещества равна 1. Проводится интегральная оценка рассматриваемых веществ. Формируется матрица  $Y=[y_{ij}]$ , ( $i=1..n$ ,  $j=1..m$ ), где  $n$  - соответствует числу веществ на рассматриваемом объекте,  $m$  - количество свойств вещества.

$$Y = \begin{vmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1j} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nj} \end{vmatrix}$$

В силу того, что интегральный показатель аварийности является суммой значений различных свойств, которые разнородны и отличаются видом размерности, необходимо проводить нормирование этих значений по максимальному значению среди всех исследуемых веществ [4]. После чего матрица  $Y$  принимает вид матрицы  $Y_{\text{норм}}$ .

$$Y_{\text{норм}} = \begin{vmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1j} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nj} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{y_{11}}{\max y_{ij}} & \frac{y_{12}}{\max y_{ij}} & \dots & \frac{y_{1j}}{\max y_{ij}} \\ \frac{y_{21}}{\max y_{ij}} & \frac{y_{22}}{\max y_{ij}} & \dots & \frac{y_{2j}}{\max y_{ij}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{y_{n1}}{\max y_{ij}} & \frac{y_{n2}}{\max y_{ij}} & \dots & \frac{y_{nj}}{\max y_{ij}} \end{vmatrix}$$

Формируется вектор-столбец  $w=[w_k]$ , ( $k=1..m$ ) коэффициентов значимости свойств АХОВ:

$$W = \begin{vmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_m \end{vmatrix}$$

Интегральный показатель аварийности каждого АХОВ ( $A_i$ ) рассчитывался исходя из того, что:

$$A_i = Y_{\text{норм}} \cdot \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_m \end{pmatrix}$$

Определив вещество, представляющее наибольшую опасность для окружающей среды и населения, экспертная группа должна составить сценарии возможных аварий, выбирает оптимальные планы по предупреждению и ликвидации последствий аварий с выбросом АХОВ, предварительно распределяет ответственность между различными уполномоченными органами.

Проведена проверка разработанной методики на достоверность ее результатов. В качестве исходных данных для интегральной оценки использовали сведения о двух авариях, произошедших на предприятии по производству минеральных удобрений ОАО «НАК «АЗОТ».

Из представленной в таблице информации, видно, что последствия аварии с участием хлора превосходят последствия выброса аммиака, что можно подтвердить при помощи предложенной методики.

Рассчитаны интегральные показатели аварийности веществ, с участием которых произошли вышеописанные аварии. Была сформирована матрица  $Y = [y_{ij}]$ , ( $i=1..n, j=1..m$ ), где  $n$  - соответствует числу веществ на рассматриваемом объекте,  $m$  - количество свойств вещества. Были выбраны два вещества: аммиак (газ), хлор (газ). В качестве свойств веществ использовали - ПДК населенных пунктов (суточную); фактическую массу выброшенных веществ; плотность; пожаровзрывоопасность; растворимость; динамическую вязкость; пороговую токсодозу. Значения свойств веществ (за исключением массы выброшенных веществ)

были взяты из [5].

$$Y = \begin{vmatrix} 33.33 & 1000 & 0.0032 & 0 & 1 & 0.0000129 & 16.67 \\ 25 & 30 & 0.0008 & 1 & 3 & 0.000244 & 0.067 \end{vmatrix}$$

$$Y_{\text{норм}} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0.33 & 0.0528 & 1 \\ 0.7575 & 0.03 & 0.25 & 1 & 1 & 1 & 0.004 \end{vmatrix}$$

Был сформирован вектор-столбец коэффициентов значимости свойств АХОВ:

Рассчитан интегральный показатель аварийности каждого АХОВ.

$$A = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0.33 & 0.0528 & 1 \\ 0.7575 & 0.03 & 0.25 & 1 & 1 & 1 & 0.004 \end{vmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.2 \\ 0.15 \\ 0.15 \\ 0.05 \\ 0.05 \\ 0.2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.7691 \\ 0.4458 \end{pmatrix}$$

Полученные значения свидетельствуют о том, что послеаварийные масштабы и последствия будут наибольшими при выбросе хлора, как это и произошло в ходе реальных аварий (расчетные и фактические данные совпадают). Таким образом, предложенная методика является достоверной и может быть использована для оценки масштабов и последствий возможных аварий с участием химически опасных веществ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная методика может найти свое применение не только для уже существующих объектов, но и для тех объектов, которые находятся еще на стадии разработки проектной документации. Результаты расчетов можно учитывать при анализе риска аварий на химически опасных объектах, разработке планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций, разработке мероприятий по предупреждению, локализации и ликвидации по-

Таблица 1  
Сведения о некоторых химических авариях, произошедших на ОАО «НАК «АЗОТ» г. Новомосковска Тульской области

Дата и место аварии	Тип выброшенного АХОВ, его количество, причины выброса	Последствия
18.07.2002 г. ОАО «НАК «АЗОТ»	Хлор, 1000 кг. Неполадки в энергосистеме, вызванные падением напряжения в электросети, стали причиной выброса из установки регенерации в цехе электролиза "Азота".	Более 70 пострадавших. Авария привела к выбросу в атмосферу хлорного облака объемом 10 кубометров и площадью 5 квадратных километров, которое зависло над Любковским водохранилищем.
29.06.2005 г. ОАО «НАК «АЗОТ»	Аммиак, 30 кг. В результате порыва на входе всасывающего коллектора в цехе по производству мочевины произошел выброс паров аммиака.	Госпитализированы двое рабочих со средней степенью поражения парами аммиака в больницу им. Барского. Опасности для населения и окружающей среды не возникло.

следствий аварий, сопровождающихся выбросом АХОВ, мероприятий по защите персонала и населения от возможных аварий, оценке воздействия аварийных выбросов опасных веществ на окружающую среду.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаталов А.А. Методика расчета распространения аварийных выбросов, основанная на модели рассеяния тяжелого газа / А.А. Шаталов, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, А.В. Пчельников // Безопасность труда в промышленности. — 2004. — №9. — С. 46-52.

2. Рыбка Н.А. Методика оценки масштабов и последствий химических аварий / Н.А. Рыбка // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». — 2013. — № 2. <http://ipb.mos.ru/ttb/2013-2>.

3. Фалеев М.И. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: учебное пособие / С.А. Буланенков, С.И. Воронов, П.П. Губченко; под общ. ред. М.И. Фалеева. — Калуга: ГУП «Облиздат», 2001. — С. 27-28

4. Зуйкова А.А. Интегральный показатель опасности химического объекта и классификация объектов по степени опасности / А.А. Зуйкова, В.М. Панарин, В.Г. Павпертов // Современные проблемы экологии и рационального природопользования. Материалы 3-й Научно-практической конференции. — Тула. — 2003. — С.58-61.

5. Волков А.И. Большой химический справочник / А.И. Волков, И.М. Жарский; под общ. ред. А.А. Жадана — Минск: Современная школа, 2005. — 608 с.

---

*Рыбка Надежда Александровна* — преподаватель кафедры «Охраны труда и окружающей среды» Новомосковского института повышения квалификации, аспирант Тульского государственного университета; тел.: 89207524955; e-mail: [nipk.ecolog@mail.ru](mailto:nipk.ecolog@mail.ru)

*Rybka Nadezhda A.* — lecturer of chair of «Labor and environmental protection» Novomoskovsk institute of professional development, graduate student of the Tula state university; phone: 89207524955; e-mail: [nipk.ecolog@mail.ru](mailto:nipk.ecolog@mail.ru)