

УДК 614.841.33

**ЧАСТОТА РЕАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВООПАСНОЙ СИТУАЦИИ ДЛЯ
ОЦЕНКИ РИСКА ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ**

**FREQUENCY IMPLEMENTATION EXPLOSIVE SITUATION FOR
RISK ASSESSMENT INDOORS**

Хафизов Ф.Ш., Краснов А.В., Мухин И.А.

**ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа, Российская Федерация**

F.Sh. Hafizov, A.V. Krasnov, I.A. Mukhin

**FSBEI HPE “Ufa State Petroleum Technological University”, Ufa,
the Russian Federation**

e-mail: 00770088@mail.ru

Аннотация. Особую роль в обеспечении безопасности людей занимает оценка масштабов техногенных аварий, на основании которой происходит дальнейшая разработка тех или иных мер по повышению системы безопасности. В настоящее время на законодательном уровне принят единый методический комплекс по оценке масштабов аварии, включающий в себя оценку риска гибели людей.

Итак, в 2009 году головным органом МЧС России для целей оценки риска гибели людей было введено понятие пожарных рисков (потенциального, индивидуального и социального), а также обозначены максимально допустимые значения для объектов надзора.

Для расчета величин пожарных рисков, в 2009 году, были изданы два приказа: приказ № 382 от 30.06.2009 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» и

приказ №404 от 10.07.2009 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах». Посредством использования данных методик возможным стало оценить значение риска на большинстве из существующих или разрабатываемых объектов.

Однако остались незатронутыми объекты, на которых необходимо оценить масштабы аварии или пожарный риск при взрыве внутри зданий (помещений).

Предлагается дополнить вышеуказанные методики, разработанным методическим комплексом, включающим в себя: зависимость по определению величины индивидуального риска при взрыве внутри помещений; частоту возникновения взрывоопасного события для различных объектов; коэффициенты, учитывающие эффективность работы системы обеспечения взрывозащиты объекта надзора.

Abstract. A special role in ensuring the safety of people is the assessment of the extent of industrial accidents, on the basis of which there is a further development of those or other measures to improve security. Currently on a legislative level unified methodical complex assessment of the scale of the accident, including the assessment of the risk of loss of life.

So, in 2009, the main body of the MES of Russia for the purposes of assessing the risk of fatalities has introduced the concept of fire risks (potential, individual and social), as well as the indicated maximum values for the supervised entities.

For calculating quantities of fire risks, also in 2009, were issued two orders: order No. 382 dated 30.06.2009 «On approval of the methodology for determining the estimated values of fire risk in buildings, structures and buildings of various classes of functional fire hazard» and order No. 404 from 10.07.2009 «On approval of the methodology for determining the estimated values of fire risk at production facilities». By using these techniques it has been

possible to estimate the value of risk on the majority of existing or emerging interest.

However, remained unaffected objects on which you want to assess the extent of the accident or fire risk explosion inside buildings (premises).

To supplement the above techniques developed methodical complex, which includes: dependence on the determination of the magnitude of individual risk in the explosion inside the premises; the frequency of occurrence of hazardous events for various objects; the factors, taking into account the effectiveness of the system of assurance of protection of the object of surveillance.

Ключевые слова: взрыв, пожарный риск, частота реализации взрывоопасной ситуации, опасный производственный объект, объекты углеводородного сырья, угольная шахта, объекты по переработке растительного сырья.

Key words: explosion, fire risk, and the frequency of implementation explosive situation, dangerous industrial object, objects of hydrocarbons, coal mine, processing facilities plant materials.

В Российской Федерации для оценки риска аварий на опасных производственных объектах разработан методический аппарат, в котором учитываются все возможные события, инициирующие аварию; методика реализована путем построения математической модели потенциально опасного объекта, отражающей его реальное состояние.

Одним из ключевых параметров, используемых при оценке риска аварии, является частота ее реализации (частота возникновения аварии в течение года). Также данная величина применяется для оценки экономической эффективности систем пожарной безопасности и технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий по методикам, изложенным в приложении 4 ГОСТ 12.1.004-91* [5], МДС 21-3.2001 [9] и приложении 1 к МДС 21-1.98 [8].

На современном этапе развития методов оценки риска аварий, головным органом МЧС России был издан Приказ №404 от 10.07.2009 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»[3]. Данная методика включила данные о значениях частот возникновения аварий, собранных более, чем за двадцать лет. На основании данной методики, частота возникновения пожара в здании в течение года принимается равной:

- значениям, приведенным в приложении № 1 к Методике;
- при отсутствии данных допускается принимать частоту возникновения аварии равной 4×10^{-2} в год для каждого здания.

При практическом применении Методики данных по частотам возникновения аварий оказывается недостаточно, а использование в качестве расчетной величины значение 4×10^{-2} может привести к недостоверным результатам. Стоит также акцентировать свое внимание на том, что в данной методике не приведены частоты возникновения взрывов внутри зданий (помещений) на опасных производственных объектах.

В данной статье, используя данные об известных авариях за последние годы на наиболее распространенных взрывоопасных объектах (объекты категории А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности), были выведены значения частот реализации взрывоопасных ситуаций внутри производственных зданий (помещений).

Для расчета частоты реализации взрывоопасной ситуации было принято использовать следующую зависимость:

$$Q_j = \frac{N}{X \cdot \Delta\tau} \quad (1)$$

где Q_j – частота реализации взрывоопасной ситуации, год⁻¹;

N – общее количество аварий, приведших к взрыву на рассматриваемых объектах за рассматриваемый промежуток времени $\Delta\tau$;

X – общее количество рассматриваемых объектов;

$\Delta\tau$ – рассматриваемый промежуток времени, год.

Наиболее взрывоопасными из всех рассмотренных объектов являются объекты с обращением углеводородного сырья. Главной особенностью предприятий, на которых обращается углеводородное сырье, является наличие потоков пожаровзрывоопасных продуктов и сырья, создающих опасности возникновения крупных аварий. Установлено, что крупные аварии и сопровождающие их взрывы на производствах, связанных с переработкой углеводородного сырья, в большинстве случаев происходят из-за утечек горючей жидкости или углеводородного газа, возникающих в основном по следующим причинам:

- нарушение правил техники безопасности и пожарной безопасности (33%);
- некачественный монтаж и ремонт оборудования (22%);
- некачественная защита от молний (3%);
- нарушение правил технологического регламента (1%);
- износ оборудования (8%);
- недостаточно качественные сальниковые уплотнения и фланцевые соединения (1%);
- прочие причины (2%).

В таблице 1 в качестве примера приведены статистические данные по крупным авариям, приведшим к взрывам внутри производственных зданий, в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности различных стран [5].

Таблица 1. Крупные аварии на предприятиях по переработке углеводородного сырья

Место	Вещество, характер аварии	Кол-во участвующего в аварии вещества, т	Число погибших, чел.	Число пострадавших, чел.
ФРГ, Людвигсхафен	Взрыв облака бутадиена и бутилена	20	57	439
ФРГ, Людвигсхафен	Взрыв облака диметилового эфира	30	207	300
Франция, Фейзен	Взрыв хранилища сжиженного нефтяного газа	200	18	81
США, порт Гудзон	Взрыв хранилища сжиженного нефтяного газа	70	0	7
ЮАР, Потчеструм	Утечка жидкого аммиака из хранилищ	-	18	64
США, Декейтор	Утечка пропана	63	7	152
Нидерланды, Бек	Взрыв облака пропана	3-5	14	107
Англия, Фликсборо	Взрыв облака циклогексана	30-50	28	89
США, Веею	Выброс пропилена	5,5	14	45
Колумбия, Катахена	Утечка аммиака	-	30	22
Колумбия, Санта-Крус	Взрыв метана	-	52	-
Испания, Сан-Карлос	Взрыв облака пропилена	38	215	780
Мексика, Мехико	Взрыв емкости (сжиженный газ)	-	452	5250
Бразилия, Кубатао	Взрыв газолина	-	500	7000
Россия, Ярославль	Взрыв углеводородных газов	3,3	6	13
Россия, Красноярск	Взрыв углеводородных газов	-	4	5
Россия, Уфа	Выброс и взрыв углеводородных газов	-	2	8

В последние годы в Российской Федерации резко возросло количество аварий на угольных шахтах. По данным МЧС, в период с 2001 по 2013 гг. на угольных шахтах зарегистрировано 202 аварии [1, 2, 3]. Большинство аварий сопровождалось взрывами метана с участием угольной пыли. Ниже в таблице 2 приведена статистика аварий за 2001-2013 гг. [8].

Таблица 2. Крупнейшие аварии в угольной промышленности РФ, связанные с взрывами метана, в период 2001-2013 гг.

Дата	Шахта	Город	Причина аварии	Число погибших, чел.
16 июня 2003	Зиминка	Прокопьевск	взрыв метано-воздушной смеси	12
10 апреля 2004	Тайжина	Осинники	взрыв метано-воздушной смеси	47
28 октября 2004	Листвяжная	Белово	взрыв метано-воздушной смеси	13
9 февраля 2005	Есаульская	Новокузнецк	взрыв метано-воздушной смеси	25
19 марта 2007	Ульяновская	Новокузнецк	взрыв метано-воздушной смеси и угольной пыли	110
24 мая 2007	Юбилейная	Новокузнецк	взрыв метано-воздушной смеси	39
8, 9 мая 2010	Распадская	Междуреченск	взрыв метано-воздушной смеси	91
20 января 2013	Шахта № 7	Киселевск	взрыв метана	8

В процессе работы были также рассмотрены наиболее взрывоопасные объекты народного хозяйства. Так, начиная с XX века, технология хранения и переработки зерна получила революционное развитие. На смену старым ветряным и паровым мельницам пришли мощные промышленные предприятия с совершенно иной технологией, оснащенные сложными техническими устройствами. Вместо амбаров появились огромные железобетонные конструкции, начиненные многочисленным технологическим и транспортным оборудованием. Однако, современные технология и оборудование оказались весьма опасными, что привело к авариям на мукомольных, комбикормовых заводах, элеваторах и других производствах, связанных с переработкой растительного сырья.

Пик аварийности пришелся на 70-80-е гг. прошлого столетия. Ежегодно в этот период происходило по 10-15. За 1975-1990 гг. на предприятиях Российской Федерации произошло 90 взрывов, а за аналогичный период с 1991 по 2005 гг. - 17 взрывов.

Обобщая статистические данные, можно сказать, что основными причинами взрывов являются:

- нарушения правил эксплуатации или неисправность оборудования (34%);
- самовозгорание сырья и продуктов его переработки (22%);
- проведение огневых работ с нарушением требований взрывобезопасности;
- нарушение правил эксплуатации зерносушильных установок (12%);
- нарушение правил пожарной безопасности (6%), в том числе требований взрывобезопасности при тушении пожаров на опасных производственных объектах.

Наиболее разрушительные аварии произошли:

В 1981 г. Взрыв на комбинате хлебопродуктов в г. Твери. Старое шестиэтажное здание мельницы с мощными кирпичными стенами было полностью разрушено. Погиб персонал двух смен (взрыв произошел во время пересменки).

В 1982 г. Мощные взрывы пыли прошли по объектам Ачинского комбината хлебопродуктов, разметав строительные конструкции, оборудование, жертвами которого стали десятки работников элеватора.

В 1988 г. Томыловский элеватор. Три взрыва в силосе элеватора. Попытка локализовать аварию приводит к следующему взрыву и гибели персонала. Процесс самовозгорания семян подсолнечника с последующими газопылевоздушными взрывами стал неуправляемым. Локализовать эту аварию не удалось, и элеватор в течение полутора лет медленно обрушался из-за следовавших один за другим локальными очагами возгораний и взрывов в силосах. Огромнейший заготовительный элеватор из железобетонных конструкций в результате этой аварии прекратил свое существование.

В 2004 г. Вороновский солодовенный завод (Московская область) проектировался без учета взрывоопасности определенных участков

производства, которые необоснованно были отнесены к категории пожароопасных. Соответственно, не были предусмотрены меры взрывопредупреждения и взрывозащиты. Все это привело к тому, что спустя несколько месяцев после пуска производства в эксплуатацию произошел пылегазовоздушный взрыв в бункере ростков и аспирационных отходов. Пострадали люди, частично разрушены строительные конструкции здания [9].

По результатам собранной статистики аварий на наиболее взрывоопасных производственных объектах с использованием формулы (1) были выведены частоты реализации взрывоопасного события, которые представлены в таблице 3 [10-12].

Таблица 3. Частота реализации взрывоопасной ситуации внутри здания (помещения)

Тип объекта	Количество аварий со взрывом, за промежуток времени Δt (N)	Суммарное количество рассматриваемых объектов (X)	Анализируемый промежуток времени (Δt), год	Частота реализации взрывоопасной ситуации (Q_j), год ⁻¹
Объекты углеводородного сырья	48	550 [10]	30	$2,9 \cdot 10^{-3}$
Угольные шахты	8	238 [11]	12	$2,8 \cdot 10^{-3}$
Объекты по переработке растительного сырья	107	15 200 [12]	30	$2,35 \cdot 10^{-4}$

Полученные значения частот реализации взрывоопасных ситуаций для объектов углеводородного сырья, угольных шахт и объектов по переработке растительного сырья применимы для методического комплекса по оценке величин пожарного риска при взрывах внутри зданий для объектов класса функциональной пожарной опасности Ф5 [13].

Выводы

1. Проанализированы аварии за последние 30 лет, приведшие к взрывам внутри зданий, на объектах углеводородного сырья, переработки растительного сырья и добычи угля. Получено, что наибольшая вероятность возникновения взрыва внутри зданий в течение года, наблюдается на объектах углеводородного сырья и составляет $2,9 \cdot 10^{-3}$.

2. Исходя из проведенного анализа, основными причинами возникновения взрыва на рассмотренных объектах, явились:

- нарушение правил техники безопасности и пожарной безопасности;
- некачественный монтаж и ремонт оборудования, в том числе проведение огневых работ;
- износ оборудования.

Список используемых источников

1 ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» // <http://docs.cntd.ru/document/9051953>. Дата обращения: 02.02.2014.

2 МДС 21-3.2001 «Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий». Пособие к СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» // <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9735/index.htm>. Дата обращения: 02.02.2014.

3 МДС 21-1.98 «Предотвращение распространения пожара». Пособие к СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» // <http://base.garant.ru/6179606/>. Дата обращения: 02.02.2014.

4 Приказ МЧС России от 10.07. 2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» // <http://base.garant.ru/196118/>. Дата обращения: 02.02.2014.

5 Интернет ресурс: <http://bibl.tikva.ru/base/B1247/B1247Part17-78.php>.
Дата обращения: 02.02.2014.

6 Годовые отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2004-2013 гг. // <http://gosnadzor.ru>. Дата обращения: 02.02.2014.

7 Аэрология горных предприятий/ Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков, Л.А. Медведев И.И.: учебник для вузов, 3 изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1987. 421 с.

8 «Уголь»: Ежемес. науч.-техн. и произв.-экон. журн. № 1-2012. С. 56-58.

9 Интернет ресурс: <http://www.km.ru/referats/A953CA6E723A47F4BF212FF31DAC3C18>. Дата обращения: 03.02.2014.

10 Интернет ресурс: gosnedra.gov.ru. Дата обращения: 03.02.2014.

11 Интернет ресурс: http://newgeography.ucoz.ru/index/ugolnaja_promyshlennost_rossii/0-50. Дата обращения: 03.02.2014.

12 Шишкина Е.А. Рейтинги крупных и средних сельскохозяйственных организаций России за 2005-2007 гг. М.: ВИАПИ им. А.А. Никонова, 2008. С. 64.

13 Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // <http://base.garant.ru/12161584/> Дата обращения: 03.02.2014.

References

1 GOST 12.1.004-91 «SSBT. Pozharnaya bezopasnost'. Obshchie trebovaniya» // <http://docs.cntd.ru/document/9051953>. Data obrashcheniya: 02.02.2014. [in Russian].

2 MDS 21-3.2001 «Metodika i primery tekhniko-ehkonomicheskogo obosnovaniya protivopozharnyh meropriyatij». Posobie k SNIp 21-01-97 «Pozharnaya bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij» // <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9735/index.htm>. Data obrashcheniya: 02.02.2014. [in Russian].

3 MDS 21-1.98 «Predotvrashchenie rasprostraneniya pozhara». Posobie k SNiP 21-01-97 «Pozharnaya bezopasnost' zdanij i sooruzhenij» // <http://base.garant.ru/6179606/>. Data obrashcheniya: 02.02.2014. [in Russian].

4 Prikaz MCHS Rossii ot 10.07.2009 № 404 «Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennyh ob"ektah» // <http://base.garant.ru/196118/>. Data obrashcheniya: 02.02.2014. [in Russian].

5 Internet resurs: <http://bibl.tikva.ru/base/B1247/B1247Part17-78.php>. Data obrashcheniya: 02.02.2014. [in Russian].

6 Godovye otchety o deyatel'nosti Federal'noj sluzhby po ehkologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru za 2004-2013 gg. // <http://gosnadzor.ru>. Data obrashcheniya: 02.02.2014. [in Russian].

7 K.Z. Ushakov, A.S. Burchakov, L.A. Puchkov, I.I. Medvedev Aehrologiya gornyh predpriyatij: Uchebnik dlya vuzov. 3 izd., pererab. i dop. M.: Nedra, 1987. 421 s. [in Russian].

8 Ezhemesyachnyj nauchno-tekhnicheskij i proizvodstvenno-ehkonomicheskij zhurnal «Ugol». № 1-2012. s. 56-58 [in Russian].

9 Internet resurs: <http://www.km.ru/referats/A953CA6E723A47F4BF212FF31DAC3C18>. Data obrashcheniya: 03.02.2014. [in Russian].

10 Internet resurs: rosnedra.gov.ru. Data obrashcheniya: 03.02.2014. [in Russian].

11 Internet resurs: http://newgeography.ucoz.ru/index/ugolnaja_promyshlennost_rossii/0-50. Data obrashcheniya: 03.02.2014. [in Russian].

12 SHishkina E.A. Rejtingi krupnyh i srednih sel'skohozyajstvennyh organizacij Rossii za 2005-2007 gg. M.: VIAPI im. A.A. Nikonova. 2008. S. 64. [in Russian].

13 Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ «Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti» // <http://base.garant.ru/12161584/> Data obrashcheniya: 03.02.2014. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Хафизов Ф.Ш., д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Пожарная и промышленная безопасность», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

F.Sh. Khafizov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Chair “Fire and Industrial Safety”, FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: pkpb@mail.ru

Краснов А.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

A.V. Krasnov, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair “Fire and Industrial Safety”, FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: 00770088@mail.ru

Мухин И.А., канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

I.A. Mukhin, Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer Professor at the Department of “Fire and Industrial Safety”, FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: ilya.muhin@gmail.com