

# **ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ ПОЖАРНОГО РИСКА НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

**Д.Ф. Кожевин, кандидат технических наук;**

**В.Р. Новиков;**

**В.Я. Пророк, доктор технических наук, профессор.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Статья посвящена вопросам применения первичных средств пожаротушения на объектах нефтегазового комплекса и их влияния на величину пожарного риска.

*Ключевые слова:* пожарный риск, первичные средства пожаротушения, огнетушитель, нефтегазовый комплекс

## **THE IMPACT OF THE USE OF PRIMARY FIRE EXTINGUISHING MEANS ON THE MAGNITUDE OF THE FIRE RISK IN OIL AND GAS COMPLEX OBJECTS**

D.F. Kozhevin; V.R. Novikov; V.Ya. Prorok.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article is devoted to the application of primary fire extinguishing equipment on oil and gas facilities and their impact on the magnitude of the fire risk.

*Keywords:* fire risk, basic firefighting, fire extinguisher, oil and gas sector

В соответствии с данными, ежегодно представляемыми Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, на объектах нефтегазового комплекса происходит 13–18 различных аварий и пожаров, которые приводят к многомиллионному ущербу [1]. Обоснованием безопасности на таких объектах является декларация промышленной безопасности, которая предполагает всестороннюю оценку риска и аварии, в том числе, и пожарного (ст. 14 [2]).

Для объектов нефтегазового комплекса расчет пожарного риска осуществляется по методике [3], где учитывается, в том числе, наличие систем пожарной безопасности, в рамках которых рассматриваются и мероприятия, направленные на предотвращение пожара. Одним из способов предотвращения пожара и защиты людей от опасных факторов пожара является применение первичных средств пожаротушения [1]. Поэтому в соответствии с требованиями [4–7] все объекты нефтегазового комплекса должны быть оснащены первичными средствами пожаротушения, в частности огнетушителями.

Применение огнетушителей необходимо на начальной стадии возгорания пока оно не перешло в пожар и не привело к жертвам и большим материальным потерям. Но использование огнетушителей целесообразно только при разливах нефтепродуктов с высокой температурой вспышки, например дизельного топлива и гидравлического масла, так как паров над зеркалом жидкости недостаточно для мгновенного зажигания, а возможно только отсроченное зажигание с последующим пожаром пролива.

В соответствии с п. 52 [7] при использовании сценарных схем развития аварий учитываются свойства нефти, нефтепродукта, поскольку некоторые физические процессы могут происходить, только если характеристики жидкой фазы лежат в определенном диапазоне, в связи с чем для дизельного топлива и аналогичных жидкостей реализуется только один вариант горения – горение пролива.

Исходя из вышеизложенного, существует необходимость учета наличия огнетушителей при расчете пожарного риска на объектах нефтегазового комплекса.

В настоящее время при расчете величины пожарного риска учитывается наличие систем автоматического пожаротушения [8], причем влияние этих систем на величину пожарного риска происходит на стадии построения логического дерева событий. По аналогии с этими системами необходимо при построении деревьев событий рассматривать и наличие огнетушителей.

При построении логического дерева событий требуется учитывать многие факторы, например:

- пожароопасные ситуации, приводящие к авариям и дальнейшему распространению пожара;
- вероятности распространения пожара и различные условия его развития, в зависимости от окружающей обстановки;
- условия, которые позволят предусмотреть возможные сценарии развития пожара в зависимости от применяемых мер по его тушению.

Пример логического дерева событий с учетом применения огнетушителей представлен на рисунке.

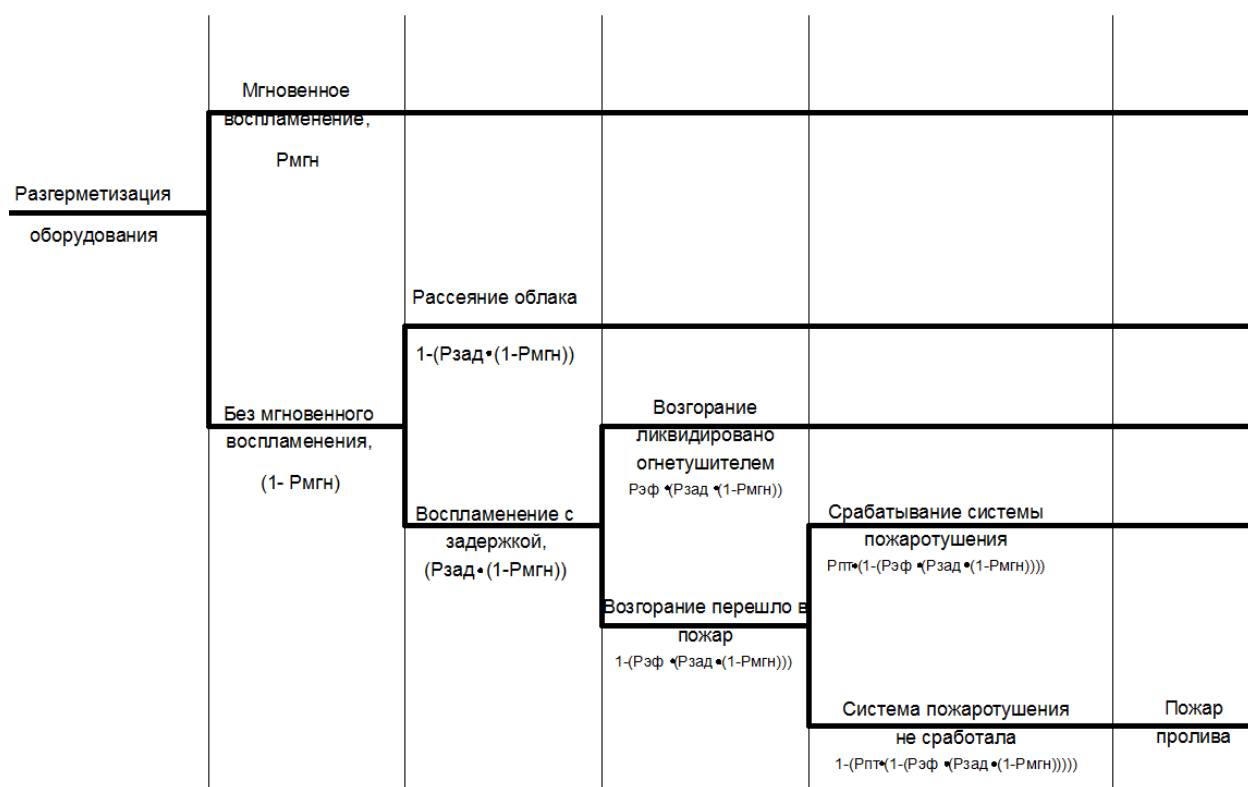


Рис. Логическое дерево событий с применением огнетушителей на начальной стадии аварии  
 $P_{мгн}$  – вероятность мгновенного воспламенения (определяется по [3]);  $P_{зад}$  – вероятность воспламенения с задержкой (определяется по [3]);  $P_{эф}$  – вероятность эффективного применения огнетушителей;  $P_{пт}$  – вероятность срабатывания системы пожаротушения

В настоящее время одним из самых доступных и распространенных типов первичных средств пожаротушения являются порошковые огнетушители, поэтому предлагаемая методика разрабатывалась с учетом их применения.

Но для проведения расчетов необходимо определить численное значение вероятности эффективного срабатывания огнетушителя, которая будет зависеть от вероятности его срабатывания, вероятности нахождения оператора рядом с местом аварии, вероятности умения применять огнетушитель и эффективности самого огнетушителя.

Эффективность применения огнетушителей имеет вид:

$$P_{эф} = P_{раб} \cdot \mathcal{E},$$

где  $\mathcal{E}$  – эффективность тушения;  $P_{раб}$  – вероятность срабатывания огнетушителя.

Причем при определении вероятности срабатывания огнетушителя следует учитывать возможность одновременного применения нескольких огнетушителей несколькими операторами. С учетом того, что появление нескольких одновременно находящихся операторов считать подчиняющимся биномиальному распределению, то вероятность тушения возгорания при наличии нескольких операторов возможно определить по следующей зависимости [3]:

$$P_N = 1 - \left\{ 1 - p_{опер} \cdot \left[ 1 - (1 - p)^{\frac{n}{N}} \right] \right\},$$

где  $p_{опер}$  – вероятность присутствия каждого оператора;  $p$  – вероятность действия одного огнетушителя;  $n$  – количество огнетушителей, ед;  $N$  – количество операторов, чел.

По данной зависимости для огнетушителей определены значения при различных соотношениях операторов и количества огнетушителей, которые сведены в таблицу.

Таблица. Соотношение операторов и количества огнетушителей

Количество огнетушителей в помещении (n)	Количество операторов в помещении (N)	Вероятность действия одного огнетушителя по [9] (p)	Вероятность тушения возгорания ( $P_N$ )
1	1	0,67	0,67
2	1		0,89
2	2		0,67
3	1		0,96
3	2		0,81
3	3		0,67
4	1		0,99
4	2		0,89
4	3		0,77
4	4		0,67
5	1		1
5	2		0,94

Из данных таблицы видно, что на рост вероятности действия огнетушителя количество операторов не влияет, но в представленной формуле нет учета совместного действия двух и более огнетушителей, эффект от работы которых увеличивается. Кроме того, из данных таблицы следует, что при существующей нормативной вероятности действия огнетушителя, определенной [10] (при определении огнетушащей способности испытания проходят огнетушители: если два из трех огнетушителей потушили заданный модельный очаг пожара), для гарантированного тушения возгорания необходимо не менее пяти огнетушителей одного типоразмера.

Исходя из вышеизложенного, для двух типовых объектов нефтебаз, например помещений тарного хранения дизельного топлива, где работает одинаковое количество человек и размещены огнетушители одинакового типоразмера эффективности применения огнетушителей, численно будет больше там, где их размещено больше. Следовательно, при построении дерева событий сценарий пожара пролива для помещения с двумя

огнетушителями и одним оператором будет равен  $0,67 \cdot \text{Э}$ , а для помещения с пятью огнетушителями и одним оператором –  $1 \cdot \text{Э}$ .

Вероятность реализации сценария напрямую влияет на величину пожарного риска, то есть в помещении, где находится больше огнетушителей, величина пожарного риска будет численно меньше.

Таким образом, применение предлагаемого способа оценки эффективности применения первичных средств пожаротушения на производственных объектах нефтебаз улучшит качество анализа пожарной опасности объекта, позволит уменьшить величину пожарного риска.

### **Литература**

1. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2011–2016 гг. // Госнадзор. URL: [www.gosnadzor.ru](http://www.gosnadzor.ru) (дата обращения: 11.02.2017).

2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

3. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: Приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. Постановлением Правительства Рос. Федерации от 25 апр. 2012 г. № 390). Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

6. ВППБ 01-04-98. Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций газовой промышленности // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: [www.http://docs.cntd.ru](http://www.http://docs.cntd.ru) (дата обращения: 11.02.2017).

7. ВППБ 01-01-94. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий нефтепродуктообеспечения // СНИПОВ.НЕТ. URL: [www.http://snipov.net/c\\_4651\\_snip\\_102869.html](http://www.http://snipov.net/c_4651_snip_102869.html) (дата обращения: 17.01.2017).

8. Об утверждении Руководства по безопасности «Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов»: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 июня 2016 г. № 228 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: [www.http://docs.cntd.ru](http://www.http://docs.cntd.ru) (дата обращения: 06.12.2016).

9. Справочник по исследованию операций / под общ. ред. Ф.А. Матвейчука. М.: Воениздат, 1979. 368 с.

10. ГОСТ Р 51057–2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: [www.http://docs.cntd.ru](http://www.http://docs.cntd.ru) (дата обращения: 11.02.2017).

### **References**

1. Godovoj otchet o deyatel'nosti Federal'noj sluzhby po ehkologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru za 2011–2016 gg. // Gosnadzor. URL: [www.gosnadzor.ru](http://www.gosnadzor.ru) (data obrashcheniya: 11.02.2017).

2. O promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob"ektov: Feder. zakon ot 21 iyulya 1997 g. № 116-FZ. Dostup iz inform.-pravovogo portala «Garant».

3. Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennyh ob"ektah: Prikaz MCHS Rossii ot 10 iyulya 2009 g. № 404. Dostup iz inform.-pravovogo portala «Garant».

4. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. Zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
5. Pravila protivopozharnogo rezhima v Rossijskoj Federacii (utv. Postanovleniem Pravitel'stva Ros. Federacii ot 25 apr. 2012 g. № 390). Dostup iz inform.-pravovogo portala «Garant».
6. VPPB 01-04-98. Pravila pozharnoj bezopasnosti dlya predpriyatij i organizacij gazovoj promyshlennosti // EHLEKTRONNYJ FOND pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: [www.http://docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru) (data obrashcheniya: 11.02.2017).
7. VPPB 01-01-94. Pravila pozharnoj bezopasnosti pri ehkspluatacii predpriyatij nefteproduktoobespecheniya // Snipov.net. URL: [www.http://snipov.net/c\\_4651\\_snip\\_102869.html](http://snipov.net/c_4651_snip_102869.html) (data obrashcheniya: 17.01.2017).
8. Ob utverzhenii Rukovodstva po bezopasnosti «Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu kolichestvennogo analiza riska avarij na opasnyh proizvodstvennyh ob"ektah magistral'nyh nefteprovodov i nefteproduktoprovodov»: Prikaz Federal'noj sluzhby po ehkologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 17 iyunya 2016 g. № 228 // EHLEKTRONNYJ FOND pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: [www.http://docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru) (data obrashcheniya: 06.12.2016).
9. Spravochnik po issledovaniyu operacij / pod obshch. red. F.A. Matvejchuka. M.: Voenizdat, 1979. 368 s.
10. GOST R 51057–2001. Tekhnika pozharnaya. Ognetushiteli perenosnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // EHLEKTRONNYJ FOND pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: [www.http://docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru) (data obrashcheniya: 11.02.2017).