

СЕКЦИЯ 6. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА

Е.В. Вержбицкий, студент гр. IEM71

А.И. Сечин, д.т.н., проф.,

А.А. Сечин, к.т.н., доц.

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина,30,

E-mail: auct-68@yandex.ru

Мероприятия, обеспечивающие защищенность производственных объектов и населения страны от потенциальных угроз как техногенного, так и природного характера выполняются согласно рекомендациям приказа МЧС №506 [1]. По нему определяются показатели потенциального и индивидуального риска на объекте. Актуальность данного вопроса несомненна, так как определяются не только значения потенциального пожарного риска, но и формируются мероприятия, призванные обеспечивать безопасное функционирование производственных объектов различной форм собственности [2].

Определение значений потенциального пожарного риска $P(a)$ (год^{-1}) в некоторой рассматриваемой точке (a) расположенной как на территории объекта, так и в селитебной зоне определяется по выражению:

$$P(a) = \sum_{j=1}^J Q_{dj}(a) \cdot Q_j, \quad (1)$$

где: J – число проанализированных сценариев возникновения и развития чрезвычайных ситуаций (ЧС); $Q_{dj}(a)$ – условная вероятность поражения людей на рассматриваемой территории (a) в ходе развития j -го сценария; Q_j – частота реализации j -го сценария развития ЧС в течение года, год^{-1} [3].

Проводится анализ риска при различных ситуациях, определяются зоны поражения опасными факторами пожара, взрыва и частота реализации ЧС. Традиционно анализируемая территория делится на участки, внутри которых величины $P(a)$ учитывают совместное действие одного и более опасного фактора.

В данной работе, представлен опыт разработки паспорта безопасности опасного производственного объекта, рассматривается реализация сценария со взрывом резервуара с легковоспламеняемой жидкостью под давлением, находящегося в очаге пожара. Условная вероятность поражения человека обязательно проводится с учетом воздействия, как теплового излучения огненного шара, так и воздействия волны давления.

Величину вероятности поражения человека $Q_{djk}(a)$ от совместного независимого воздействия более одного опасного фактора в исходе j -го сценария развития ЧС определялось по выражению:

$$Q_{dj}(a) = 1 - \prod_{k=1}^h (1 - Q_k \cdot Q_{djk}(a)), \quad (2)$$

где: h – количество рассматриваемых опасных факторов; Q_k – вероятность реализации k -го опасного фактора; $Q_{djk}(a)$ – условная вероятность поражения k -ым опасным фактором.

Частота поражения определенного работника объекта опасными факторами пожара, взрыва в течение года определяет индивидуальный пожарный риск (далее – индивидуальный риск) для персонала.

Должность работника, его категорию и иные особенности его профессиональной деятельности, необходимые для оценки пожарной безопасности однозначно определяет параметр m . Методика допускает выполнение расчета индивидуального риска для работника объекта, причисляя его в одну категорию с наиболее опасной профессией [2].

При нахождении работника на территории объекта параметр индивидуального риска R_m (год⁻¹) для m объекта определялось по выражению:

$$R_m = \sum_{i=1}^I q_{im} \cdot P(i), \quad (3)$$

где $P(i)$ – значение потенциального риска в i -ой точке территории объекта, год⁻¹;
 q_{im} – вероятность нахождения работника m в i -ой точке территории объекта; I – область территории исследуемой площадки.

В таблице 1 представлены показатели потенциального и индивидуального рисков поражения человека на технологической площадке УПН.

Таблица 1 – Показатели потенциального риска поражения человека

Сценарий	Условная вероятность поражения человека	Частота реализации сценария	Показатель потенциального риска
<i>Блок резервуарного парка РВС–10000</i>			
С1-РВ	0,00	$2,10 \cdot 10^{-5}$	0
С1-ПВ	0,00	$1,79 \cdot 10^{-5}$	0
С1-Г	0,00	$6,30 \cdot 10^{-6}$	0
<i>Блок нефтегазовых сепараторов НГСВ</i>			
С1-РВ	0,00	$1,24 \cdot 10^{-5}$	0
С1-ПВ	0,00	$1,05 \cdot 10^{-5}$	0
С1-Г	0,00	$3,72 \cdot 10^{-6}$	0

Предполагается, что расчет показателей потенциального риска по данной методике является недостаточным. Для уточнения расчетных параметров принято решение рассмотреть расчет оценки потенциального риска по руководству, утвержденному приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 г. №144. [4].

В рамках текущих методических материалов для проведения расчета условной вероятности разрушений объектов и поражения находящегося поблизости персонала волнами избыточного давления используются такие пробит-функции как:

– вероятность повреждения стен производственных сооружений, которая предписывает восстановление зданий без значений их износа по соотношению [4-6]:

$$Pr_1 = 5 - 0,26 \cdot \ln V_1, \quad (4)$$

где:

$$V_1 = \left(\frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{I} \right)^{9,3}; \quad (5)$$

где: ΔP – избыточное давление, Па; I – импульс, кг·м/с.

– вероятность разрушения производственных сооружений, предписывающих снос здания, оценивалось по выражению:

$$Pr_2 = 5 - 0,22 \cdot \ln V_2, \quad (6)$$

где:

$$V_2 = \left(\frac{40000}{\Delta P}\right)^{7.4} + \left(\frac{460}{I}\right)^{11.3}. \quad (7)$$

– вероятность состояния нокдауна у людей (долгосрочной потери управляемости), оказавшихся в зоне действия воздушной ударной волны при реализации взрыва облака ТВС, оценивалось по значению пробит-функции:

$$Pr_3 = 5 - 5,74 \cdot \ln V_3, \quad (8)$$

где:

$$V_3 = \frac{4.2}{\bar{p}} + \frac{1.3}{\bar{i}}, \quad (9)$$

$$\bar{p} = 1 + \frac{\Delta P}{P_0}, \quad (10)$$

$$\bar{i} = \frac{I}{P_0^{2/3} \cdot m^{1/3}}. \quad (11)$$

m – масса человека, кг; P_0 – атмосферное давление, Па;

– вероятность разрыва барабанных перепонок у людей в зависимости от разности перепада давления в воздушной волне определялось по выражению:

$$Pr_4 = -12,6 + 1,524 \cdot \ln \Delta P \quad (12)$$

– вероятность отброса человека воздушной ударной волной давления рассчитывается по значению пробит-функции:

$$Pr_5 = 5 - 2,44 \cdot \ln V_5, \quad (13)$$

где:

$$V_5 = \frac{7.38 \cdot 10^{-3}}{\Delta P} + \frac{13 \cdot 10^9}{\Delta P \cdot I}. \quad (14)$$

Когда пробит-функции применяются как зоны с величиной вероятности поражения 100%, принимаются зоны поражения, для которых параметр пробит-функции достигает значения, соответствующего вероятности равной 90%. Как безопасные, с точки зрения воздействия поражающих факторов, принимаются зоны поражения, для которых величины пробит-функции достигают значений, соответствующих вероятности равной 1% [4]. Был проведен перерасчет показателей потенциального риска в соответствии с вышеуказанными методическими указаниями. Для последующего анализа принимаются исследуемые радиусы поражения равный 50 и 100 м, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели потенциального риска поражения человека, пересчитанные по методике приказа Ростехнадзора №144

Сценарий	Радиус поражения, м	Условная вероятность поражения человека	Частота реализации сценария	Показатель потенциального риска
<i>Блок резервуарного парка РВС-10000</i>				
С1-РВ	50	0%	$2,10 \cdot 10^{-5}$	0
	100	0%	$2,10 \cdot 10^{-5}$	0
С1-ПВ	50	99%	$1,79 \cdot 10^{-5}$	$2,08 \cdot 10^{-5}$
	100	83%	$1,79 \cdot 10^{-5}$	$1,74 \cdot 10^{-5}$
С1-Г	50	0%	$6,30 \cdot 10^{-6}$	0
	100	0%	$6,30 \cdot 10^{-6}$	0

<i>Блок нефтегазовых сепараторов НГСВ</i>				
С1-РВ	50	2%	$1,24 \cdot 10^{-5}$	$2,48 \cdot 10^{-7}$
	100	0%	$1,24 \cdot 10^{-5}$	0
С1-ПВ	50	99%	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$1,23 \cdot 10^{-5}$
	100	47%	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$5,83 \cdot 10^{-6}$
С1-Г	50	0%	$3,72 \cdot 10^{-6}$	0
	100	0%	$3,72 \cdot 10^{-6}$	0

В результате проведенного исследования были получены численные значения потенциального риска на блоках РВС и НГСВ площадки УПН. Наибольшим показателем потенциального риска обладает сценарий ПВ на обоих технологических блоках. В радиусе 50–100 метров условная вероятность поражения человека Р находится в диапазоне от 99–83% на РВС и 99–47% на НГСВ соответственно. В связи с этим ожидаемый показатель потенциального риска представляет собой значение $2,08 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹ для РВС и $1,25 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹ для НГСВ в непосредственной близости от места взрыва.

Список литературы:

1. Приказ МЧС № 506 от 4.11.2004 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта».
2. Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. N 404 "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах" (с изменениями и дополнениями).
3. Приказ МЧС от 10.07.2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
4. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 г. №144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
5. Федеральный закон ФЗ от 20.06.1997 г. №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
6. Сечин А.И. Разработка алгоритма расчета пожарных рисков линейного трубопровода / А.И. Сечин, Ю.В. Анищенко, А.И. Попов; науч. рук. А. И. Сечин // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов V Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, г. Томск. 3-8 октября 2016 г. в 3 т. / НИ ТПУ. — 2016. — Т. 1. — [С. 189-192]. — Заглавие с титульного экрана. — Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/35055>