

ОБ ОЦЕНКЕ ЗОН ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И РАЗМЕРОВ ЗОН ДЕЙСТВИЯ ОСНОВНЫХ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПОЖАРАХ РАЗЛИТИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ (НА ПРИМЕРЕ СЛИВО-НАЛИВНОГО ТЕРМИНАЛА НЕФТИ ООО «СПЕЦМОРНЕФТЕПОРТ ПРИМОРСК»)

В.В. Приймак;

М.А. Марченко, кандидат технических наук, доцент;

Г.К. Ивахнюк, доктор химических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведен расчет опасных зон воздействия поражающих факторов при пожарах разлития нефтепродуктов на примере сливо-наливного терминала нефти ООО «Спецморнефтепорт ПРИМОРСК».

Ключевые слова: риск, зоны поражения, оценка риска

ABOUT ESTIMATION OF ZONES OF THERMAL RADIATION EXPOSURE AND DIMENSIONS OF ZONES OF ACTION OF MAJOR DESTRUCTIVE FACTORS AT FIRE EXTINGUISHING FUELS (ON THE EXAMPLE OF THE OIL LOADING TERMINAL OF ООО «SPETSMORNEFTEPORT PRIMORSK»)

V.V. Priymak; M.A. Marchenko; G.K. Ivakhnyuk.

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

In this article, the calculation of hazardous zones of the impact of damaging factors in the case of fires and spillage of petroleum products is carried out using the example of a crude oil loading terminal ООО «Spetsmornefteport PRIMORSK».

Keywords: risk, affected areas, risk assessment

В настоящее время метод оценки риска технологий и управление риском соединяют в себе общую оценку технологии и ее воздействие на окружающую среду (ОС). Данный метод нашел свое применение относительно недавно. В пределах 15 лет уже успели сформироваться определенные структурные элементы, а также методы анализа риска. К анализу риска относится оценка риска новых технологий (биотехнологии, лазерной технологии и т.д.) и общий суммарный эффект воздействия вредных веществ на здоровье людей и ОС.

Следует выделить три главных направления, которые связаны с предметом системного анализа:

- безопасность (к ней относится надежность всех технологических систем, включающая в себя вероятностные аварийные ситуации на объекте и производстве);
- загрязнение ОС, поражение людей токсическими веществами;
- восприятие риска как угрозы различными категориями людей (экспертами, сотрудниками производства, простыми гражданами, общественностью в целом и т.д.).

Управление риском включает в себя проведение различных процедур и принятие практических действенных мер в области решения задач по предупреждению или снижению

уровня опасности промышленных аварий, способных угрожать как жизням людей, так и нанесением непоправимого ущерба экосистеме.

Оценка риска является основой для проведения исследований в области выработки специальных мер по управлению риском. Традиционный подход безопасности при эксплуатации сложных технических систем и технологий базируется на принципе «абсолютной безопасности». Практический мировой опыт выявил, что данная концепция не удовлетворяет современным требованиям техносферной и промышленной безопасности. Большинство развитых зарубежных стран уже отказались от принципа «абсолютной безопасности», и сейчас руководствуются концепцией так называемого «приемлемого риска» [2]. Само соотношение уровня приемлемости риска, зачастую может зависеть не только от технических особенностей и состояния оборудования, но имеет место быть такой немаловажный фактор, как экономические возможности любой страны.

На сегодняшний день существуют четыре способа оценки риска [1]:

- инженерный (идет главный упор на статистику по всем произошедшим авариям и поломкам, а также на вероятностный анализ безопасности);
- модельный (моделируются возможные крупные аварии с воздействием вредных факторов на человека и ОС, просчитываются возможные потери от аварии и экономический ущерб);
- экспертный (происходит опрос опытных экспертов, проводятся эксперименты);
- социологический (исследуется отношение населения к различным видам риска).

Из описания каждого метода оценки риска можно точно понять, что наиболее достоверную оценку риска дают первые три способа, тогда как социологический метод основывается больше на мнении простых людей, как правило, не имеющих профессионального отношения к технологическому процессу.

Размер зоны поражения открытым пламенем определяется размером зоны, где возможно его появление. В пределах прямого воздействия пламени люди способны получить смертельное поражение опасными факторами пожара, а все горючие материалы тлеют и воспламеняются, выделяя при этом дым.

При горении пролива горючего пораженная зона определяется как размер самого пролива в сумме с размером вытянутым по ветру пламенем. Примем, что поверхность пролива в любой момент времени представляет собой плоскую круглую лужу постоянной определенной величины. Влияние ветра на зону пламени оценим повышающим коэффициентом 1,2 (так как диаметр открытого пламени принимается равным $1,2 d_{\text{пролива}}$). Под зоной поражения тепловым излучением понимается зона вдоль границы пожара с глубиной, равной расстоянию, на котором будет наблюдаться тепловой поток с заданной величиной. На характер воздействия промышленных зданий и сооружений в пораженной зоне влияет наличие, количество и состав возгораемых веществ и, конечно же, величина интенсивности воздействия теплового потока.

Размер зоны поражения от воздействия теплового излучения (для горения «лужи») определялся по уровням излучения [3, 4]:

- 32 кВт/м^2 – происходит разрушение соседних резервуаров, для человека данная зона является зоной безвозвратных потерь (вероятность смертельного исхода 90 % при длительности экспозиции 30 сек.);
- 12 кВт/м^2 – происходит воспламенение деревянных конструкций, для человека это зона санитарных потерь (вероятность смертельного исхода уменьшается до 15 %, вероятность ожогов второй степени составляет около 50 % при длительности экспозиции 30 сек.);
- 4 кВт/м^2 – не представляют серьезной опасности для объектов и для человека, защищенного специальной или брезентовой одеждой (вероятность получения ожогов первой степени для людей без спецодежды составляет 10 % при длительности экспозиции 30 сек.);
- $1,4 \text{ кВт/м}^2$ – безопасные для объектов и человека расстояния, характеризующиеся отсутствием негативных последствий в течение длительного времени.

Результаты расчета основных поражающих факторов при пожарах разлития нефтепродуктов декларируемого объекта представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные результаты расчета вероятных зон действия поражающих факторов для возможных аварий на площадке сливо-наливного терминала нефти ООО «Спецморнефтепорт ПРИМОРСК»

Параметр поражения	Избыточное давление, Р, кПа	Уровень теплового излучения, q, кВт/м ²	Наиболее вероятный сценарий C ₂ , C ₇ , C ₁₃ , C ₁₇	Наиболее опасный сценарий C ₂₁
Пожар пролива (Методика ГОСТ Р 12.3.047–98)				
Высота пламени, м				137,1
Уровни поражения излучением, м:				
Смертельное расстояние для людей				177,3
Безопасное расстояние для людей				416,9
Уровни поражения излучением, м				
ВОСПЛАМЕНЕНИЕ СОСЕДНИХ ЕМКостей, ЛЕТАЛЬНЫЙ ИСХОД С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 50 % ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ОКОЛО 10 СЕК.		44,5	–	–
Непереносимая боль через 3–5 сек. Ожог 1 степени через 6–8 сек. Ожог 2 степени через 12–16 сек.		10,5	36,1	158,2
Непереносимая боль через 20–30 сек. Ожог 1 степени через 15–20 сек. Ожог 2 степени через 30–40 сек.		7	38,7	313,4
БЕЗОПАСНО В БРЕЗЕНТОВОЙ ОДЕЖДЕ		4,2	42,4	416,9
Без негативных последствий в течение неограниченного времени		1,4	143	673,6
Взрыв топливо-воздушного облака (Методика НТЦ «Промышленная безопасность»)				
Уровни поражения ударной волной, м:				
Смертельное поражение персонала			41,4	
Травмирование персонала			215,4	
Зоны повреждения промышленных зданий				
Зона полных разрушений: разрушение и обрушение всех элементов зданий	100		29,8	
Зона сильных разрушений: разрушение части стен и перекрытий верхних этажей, образование трещин в стенах, деформация перекрытий нижних этажей; возможно ограниченное использование сохранившихся подвалов после расчистки входов	53		41,4	

Параметр поражения	Избыточное давление, Р, кПа	Уровень теплового излучения, q, кВт/м ²	Наиболее вероятный сценарий C ₂ , C ₇ , C ₁₃ , C ₁₇	Наиболее опасный сценарий C ₂₁
Зона средних разрушений: разрушение второстепенных элементов (крыш, перегородок, оконных и дверных заполнений). Часть помещений пригодна после расчистки от обломков и проведения ремонта	28		60,5	
ЗОНА УМЕРЕННЫХ РАЗРУШЕНИЙ: РАЗРУШЕНИЕ ОКОННЫХ И ДВЕРНЫХ ЗАПОЛНЕНИЙ И ПЕРЕГОРОДОК. ПОДВАЛЫ И НИЖНИЕ ЭТАЖИ ПОЛНОСТЬЮ СОХРАНЯЮТСЯ И ПРИГОДНЫ ДЛЯ ВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСЛЕ УБОРКИ МУСОРА И ЗАДЕЛКИ ПРОЕМОВ	12		104	
Нижний порог повреждения человека волной давления	5		215,4	
ЗОНА СЛАБЫХ РАЗРУШЕНИЙ: РАЗБИТА ЧАСТЬ ОСТЕКЛЕНИЯ	3		337,5	

Расчеты параметров волн давления при сгорании газопаровоздушных смесей в открытом пространстве и расчет оценки индивидуального риска производился по методике ГОСТ Р 12.3.047–98.

Непосредственно расчет оценки индивидуального риска производился по следующей формуле:

$$R_{и} = QPn,$$

где Q – вероятность нахождения человека в зоне поражения; P – вероятность возникновения аварии; n – коэффициент, учитывающий количество рабочих смен (n=1).

Расчет оценки коллективного риска производился по следующей формуле:

$$R_{к} = PN,$$

где P – вероятность возникновения аварии; N – количество людей, способных оказаться в радиусе поражения (9 чел.).

Все полученные результаты расчетов оценки индивидуального и коллективного рисков, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Основные результаты расчета индивидуального и коллективного рисков

Параметр	№ сценария	
	C ₂	C ₂₁
R _и	1,29*10 ⁻⁸	9,41*10 ⁻¹⁰
R _к	6,1*10 ⁻⁵	4,45*10 ⁻⁶

Таким образом, на основе данных результатов можно установить, что индивидуальный риск для всего персонала на объекте площадки сливо-наливного терминала нефти ООО «Специализированный морской нефтеналивной порт Приморск» не превышает

допустимых значений. В таком случае на данном объекте нет необходимости в разработке дополнительных мер по уменьшению индивидуального риска, но необходимо проведение мероприятий по поддержанию минимального риска на имеющемся уровне. Исходя из этого, можно сделать вывод, что поддержание достигнутого уровня возможно обеспечить за счет:

- своевременного проведения профилактических и плановых технических работ, направленных на выявление дефектов в оборудовании, их отдельных узлов и деталей. А при обнаружении технических неисправностей или повышенной вероятности к возникновению неисправности, вовремя проводить регламентные ремонтные работы;

- осуществления контроля за общим комплексом мероприятий, направленных на повышение технологической, выполнения всех аварийно-ремонтных и восстановительных работ в полном соответствии с требованиями техники безопасности, охраны труда и правил технической эксплуатации промышленных объектов;

- проведения систематического наблюдения за состоянием технологических сооружений, проведения специальных мероприятий по проверке коррозионного состояния металлических конструкций, осадки фундаментов резервуаров и других технологических строений, состояния кровли, их теплоизоляции и остекления; своевременного проведения ремонтных работ выше перечисленных элементов при необходимости;

- поддержания в рабочем состоянии и контроля за работоспособностью всех сопутствующих средств пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, а также средств автоматической сигнализации, связанных с замером предельной загазованности и автоматическим (ручным как дублером) включением вентиляции;

- своевременного заключения договоров с производителями на сервисное обслуживание оборудования для обеспечения его качественным ремонтом профессиональными рабочими;

- обеспечения хранения и грамотного ведения проектно-сметной и эксплуатационной технической документации при поддержании нормативных запасов материально-технических ресурсов, предназначенных для проведения ремонтных работ;

- проведения совершенствования необходимых мероприятий по профессиональной и противоаварийной подготовке производственного персонала, обучения его способам эффективной защиты на случай действий при аварийных и различных нештатных ситуациях. При должном осуществлении данных мероприятий минимизируется один из сложных факторов любого производства – «человеческий фактор»;

- наличия средств защиты и укрытий в зонах, представляющих потенциальную опасность, их работоспособности и способности нести защитную функцию;

- проведения мероприятий по физической защите объектов, путем проведения организационных охранных мероприятий по всей территории для исключения несанкционированного доступа на них, а также для предотвращения проведения террористических актов злоумышленниками.

Все современные производственные процессы сопряжены с высоким оборотом информации, требующей минимального количества времени на ее анализирование и принятие верного оперативного решения. Ведь особенно объекты нефтяной и газовой промышленности требуют к себе повышенного внимания, поскольку устранение различных аварий на подобных объектах влечет за собой огромное количество как технических, так и социальных сложностей. Нельзя забывать, что нефтегазовая промышленность является стратегическим приоритетом любой развитой страны, способствующая выделению особого положения данного государства на мировой арене.

Литература

1. Акимов В.А. Надежность технических систем и техногенный риск. М.: ЗАОФИД «Деловой экспресс», 2002. 368 с.

2. Kevin W. Knight. Risk Management: an integral component of corporate governance and good management // ISO Bulletinж. 2003. October.

3. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств: Федер. нормы и правила в области пожарной и промышленной безопасности. Сер. 09. Вып. 37. 2-е изд., доп. М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. 126 с.

4. Раздел: Хроника аварий // Безопасность труда в промышленности. 2009. № 3.

References

1. Akimov V.A. Reliability of technical systems and technogenic risk. М.: SOFID «Delovoy Express», 2002. 368 p.

2. Kevin W. Knight. Risk Management: an integral component of corporate governance and good management // ISO Bulletin. 2003. October.

3. General rules of explosion safety for explosive hazardous chemical, petrochemical and refining industries: Feder. norms and rules in the field of fire and industrial safety. Ser. 09. Issue 37. 2-nd edition. М.: JAO «Scientific technical center of industrial safety», 2013. 126 p.

4. The section: Chronicle of accidents // labour Safety in industry. 2009. № 3.