

# **ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ ОБРАЩЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**Н.А. Никитин;**

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

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**И.В. Трофимов.**

**Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(Технический университет)**

Рассмотрены основы обеспечения безопасности на потенциально опасных объектах обращения нефтепродуктов с учетом оценки риска. Теория риска широко применяется в различных отраслях нефтегазовой и химической промышленности, она используется при проектировании потенциально опасных объектов и пересмотре допустимого уровня безопасности их эксплуатации, размещении, официальном одобрении.

*Ключевые слова:* оценка риска, безопасность, опасные производственные объекты, анализ опасности, индивидуальный риск, социальный риск, коллективный риск, предприятия нефтегазового комплекса

## **SECURITY BACKBONE ON POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS OIL TREATMENT**

N.A. Nikitin; G.K. Ivakhnyuk.

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

I.V. Trofimov. Saint-Petersburg State technological institute (Technical university)

This article covers the basics of security in the handling of potentially hazardous objects petroleum based risk assessment. Risk theory is widely applied in different fields of oil and gas and chemical industry, it is used in the design of critical infrastructure and review the allowable level of safety of operation, location, formal confirmation.

*Keywords:* risk assessment, safety, hazardous facilities, risk analysis, individual risk, social risk, collective risk, oil and gas companies

В настоящее время одной из важнейших проблем в мире является проблема обеспечения безопасности в природно-техногенной сфере. События последнего времени наглядно показали всему человечеству, что научно-технический прогресс несет не только благо. Увеличение интенсивности и повышение эффективности хозяйственной деятельности человека непременно связаны с усилением его воздействия на окружающую среду (ОС), увеличением новых опасностей, а также ростом негативных техногенных событий. В обществе растёт беспокойство по поводу состояния ОС, интенсивного использования природных ресурсов, растущей аварийности объектов техносферы.

В то же время ущерб, наносимый ОС в результате хозяйственной деятельности, практически не компенсируется. Экономический механизм возмещения ущерба, причиняемого ОС хозяйствующими объектами, разрушен. Физическая и моральная изношенность технологического оборудования крупнейших промышленных предприятий страны создаёт реальную угрозу возникновения масштабных техногенных экологических катастроф.

Предприятия нефтегазового комплекса являются одними из наиболее активных загрязнителей ОС, они воздействуют на природные объекты (ПО) (подземные воды, почвы, растительность, ландшафты, поверхностные воды, атмосферный воздух, животный мир). Изменение состояния ПО могут быть обратимыми и необратимыми, локальными и распространенными на площади, которые выходят за границы лицензируемого участка. Необратимые изменения состояния ПО приводят к невозможности их использования по назначению.

В теории безопасности техногенной сферы насчитываются десятки потенциальных опасностей, которые переходят в угрозы и создают различные риски. В целом безопасность техногенной сферы можно разделить на два аспекта:

- техногенная безопасность определяет степень защищенности человека, объектов и ОС от угроз, исходящих от созданных и функционирующих сложных технических систем при возникновении и развитии аварийных и катастрофических ситуаций;

- технологическая безопасность определяет степень защищенности человека, общества, объектов и ОС от угроз, связанных с необоснованным созданием или не созданием технических систем, технологических процессов и материалов, обеспечивающих достижение основных национальных интересов страны.

Рост потенциальных и реальных угроз в техногенной сфере требует усиления роли государства в решении проблем техногенной и технологической безопасности.

В перспективе, риски в техногенной сфере могут кардинально измениться: техногенные риски сменят технологические риски, и ущербы будут возникать из-за разрушения национальной технологической базы [1].

Сегодня технологию надо рассматривать как качественную характеристику современного производства, которая включает в себя не только описание производственных процессов (от добычи, получения исходных материалов и заканчивая готовым продуктом), а ещё и описание использования новейших достижений науки, степень оптимизации производственных, степень урона наносимого человеку и ОС.

Безопасность – это свойство людей и технических систем при функционировании объекта в заданных условиях сохранять такое состояние, которое с высокой вероятностью исключает происшествия, а ущерб от непрерывной эксплуатации, энергетических и материальных выбросов не превышает допустимого.

В последнее время Правительством Российской Федерации и федеральными органами власти разработаны и выпущены нормативные документы, в которых заложены законодательные и нормативные основы обеспечения безопасности опасных производственных объектов. Проводятся исследования в области создания нормативной базы обеспечения анализа риска, проведен анализ структуры природного и техногенного риска, разработаны системы оптимизации мониторинга различных объектов, которые основаны на минимизации риска эксплуатации и оценке экологических последствий крупных аварий в нефтегазовой отрасли [2].

Государственные нормативные документы практически всех Европейских стран предписывают необходимость проведения анализа риска, но не требуют строгого следования определенным методам анализа риска, оставляя за предпринимателями право создания своих нормативов, которые должны учитывать общие требования государственных стандартов. В большинстве зарубежных документов, по применению анализа риска, на усмотрение предпринимателя разрешается использовать один или несколько методов анализа опасности и риска: «что будет, если? (What – if)»; проверочный лист (Check list); комбинацию двух методов: анализ опасности и работоспособности (HAZOP – Hazard and Operability Study); анализ видов и последствий отказов (FMEA – Failure Mode and Effects Analysis); количественный анализ вида, последствий и критичности отказа (FMECA – Failure Mode and Event Criticality Analysis); анализ дерева отказов (FTA – Fault Tree Analysis); анализ дерева событий (ETA – Event Tree Analysis); анализ слоев безопасности (защиты) (SLA – Safety Layers Analysis) и полный количественный анализ риска (QRA – Quantitative Risk Analysis).

Из перечисленных методов анализа риска только *QRA* является чисто количественным методом, остальные методы являются таковыми частично. Собственник производства свободен в выборе метода анализа риска, но выбранный им метод должен быть научно обоснован (повторяем и проверяем), соответствовать рассматриваемой системе, давать прозрачные, легко понимаемые результаты и позволять создавать системы управления риском.

Количественный анализ риска используется для определения эксплуатационных возможностей относительно данного уровня безопасности или конкретной цели. Он был разработан для оценки крупномасштабных аварий, которые очень редки, а, соответственно, частоту их возникновения и последствия невозможно определить на основании только статистических методов. В настоящее время в США и Европе этот метод широко используется в ядерной и химической промышленности, так как является наиболее универсальным и исчерпывающим методом для оценки безопасности. Метод количественного анализа риска рассматривает все возможные аварийные ситуации из-за какой-либо деятельности и оценивает вероятность (частоту) каждого события и связанные с ними последствия. В России метод количественного анализа риска применяется особенно активно в ядерной энергетике и известен как вероятностный анализ безопасности [3].

Процедура количественной оценки риска приведена на схеме, представленной на рисунке.



Рис. Схема количественной оценки риска

Индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий.

Коллективный риск – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенный период времени.

Социальный риск – зависимость частоты возникновения событий  $F$ , в которых пострадало на определенном уровне не менее  $N$  человек, от этого числа  $N$ .

Для определения уровня индивидуального риска следует учитывать природу аварии, долю времени нахождения в «зоне риска» и местонахождение «рискующего». В этой связи индивидуальный риск рассчитывается по формуле:

$$R_{инд} = \sum_{i=1}^n Q_{ni} \cdot Q_i \cdot P_{npi} ,$$

где  $R_{инд}$  – индивидуальный риск, 1/год;  $Q_{ni}$  – условная вероятность поражения человека при реализации  $i$ -го сценария аварии;  $Q_i$  – вероятность реализации  $i$ -го сценария аварии в течение года;  $P_{npi}$  – вероятность присутствия человека в зоне действия поражающих факторов  $i$ -го сценария аварии;  $n$  – число сценариев аварии.

Условная вероятность поражения человека избыточным давлением, развиваемым при сгорании паровоздушных смесей на определенном расстоянии от эпицентра, а также тепловым излучением при пожаре пролива рассчитывается с использованием «пробит-функции» [4].

Индивидуальный риск рассчитывается для различных категорий персонала, при этом учитывается время пребывания персонала конкретной специальности (аппаратчики, слесари, ИТР – начальник цеха, мастер смены, технолог и др.) в зоне поражающих факторов конкретной аварии, при этом используются данные карт занятости персонала на рабочих местах.

Вероятность присутствия персонала в зоне действия поражающих факторов возможной аварии определяется по формуле:

$$P_{npi} = \frac{\tau_i \cdot n_i}{T} ,$$

где  $\tau_i$  – время нахождения работающего в пределах зон поражающих факторов в одну смену, ч;  $T$  – количество часов в году;  $n_i$  – количество рабочих смен в году.

Коллективный риск рассчитывается по формуле:

$$R_{кол} = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot N_i ,$$

где  $R_{кол}$  – коллективный риск, чел/год;  $Q_i$  – вероятность реализации  $i$ -го сценария аварии в течение года;  $N_i$  – количество погибших при реализации  $i$ -го сценария аварии.

Средний индивидуальный риск рассчитывается как:

$$R_{cp} = \frac{R_{кол}}{N_i} ,$$

где  $R_{cp}$  – средний индивидуальный риск, 1/год;  $N_i$  – персонал, подвергающийся риску, чел.

Технологический уровень производства в наше время необходимо оценивать с учетом степени использования гибких технологий, которые самостоятельно справляются с техническими отказами и с большим количеством ошибок человека или могут обеспечить достаточное время для принятия контрмер. Необходима интеграция оценки риска

во всестороннюю, комплексную оценку технологии либо в решение конкретной задачи таким образом, чтобы полученные результаты можно было использовать в процессе принятия решения.

Работа по снижению риска может быть очень плодотворной, так как побуждает к созданию принципиально новых технологий, материалов, конструкций, вынуждает людей критически относиться к своим потребностям и возможностям, к своему месту и роли в природе. «Современные технологии выставили человеку до сегодняшнего дня неприличные требования ответственности за свои действия» [1].

В настоящее время теория риска широко применяется в различных отраслях нефтегазовой и химической промышленности, она используется при проектировании потенциально опасных объектов и пересмотре допустимого уровня безопасности их эксплуатации, размещении, официальном одобрении.

### **Литература**

1. Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск: учеб. пособие. М.: Изд-во хим. фак. МГУ, 2003. 254 с.
2. Порфирьев Б.Н. Экологическая экспертиза и риск технологий // Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1990. Т. 27. 204 с.
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность трубопроводного транспорта. М.: МГФ «Знание», 2002. 752 с.
4. ГОСТ Р 12.3.047–98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. Введ. 1 янв. 2000 г. М.: Изд-во стандартов, 2000. 35 с.