

© 2013

С.С. Тимофеева, профессор, доктор технических наук, заведующая кафедрой промышленной экологии и БЖД
Е.А. Хамидуллина, доцент кафедры промышленной экологии и БЖД, кандидат химических наук
Т.И. Дроздова, доцент кафедры промышленной экологии и БЖД, кандидат химических наук
Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, Иркутск (Россия)

Ключевые слова: химически опасные объекты; авария; моделирование; социальный риск

Аннотация: Статья посвящена анализу и моделированию аварийных ситуаций на химически опасных предприятиях. Моделирование осуществляли с использованием программного комплекса ТОКСИ+ и пробит-анализа. Показано, что социальный риск гибели людей имеет высокие значения в случаях расположения предприятий в густонаселенных районах, обсуждены вопросы использования критериев допустимости социального риска для установления требований промышленной безопасности.

В настоящее время количество известных соединений составляет более 20 миллионов. Из них человеком интенсивно используются до 70 тыс. вредных веществ, а 53 тыс. признаны опасными для человека. Бурный рост химической индустрии, продукция которой находит все более широкое применение, пропорционально увеличивает риск химических аварий и катастроф, сопровождающихся выбросом аварийно химически опасных веществ (АХОВ) со значительными человеческими жертвами, непоправимым экологическим и экономическим ущербом. Дополнительная угроза поражения населения создается при транспортировке опасных химических веществ железнодорожным, автомобильным и водным транспортом.

В настоящее время в РФ насчитывается свыше 3,5 тыс. химически опасных объектов (ХОО). Запасы опасных химических веществ на них составляют более 7 млн. тонн. Суммарная площадь зоны химического заражения на территории России может составить до 300 тыс. кв. км, на которой проживает примерно 54 млн. человек.

В Иркутской области находится около 60 химически опасных объектов, на которых сосредоточено порядка 8 тыс. тонн аварийно опасных химических веществ. Наибольшая концентрация химически опасных объектов в г. Иркутске, г. Ангарске, г. Братске, г. Усолье-Сибирское.

Территория, которая попадает в зоны возможного заражения при авариях на всех химически опасных объектах и при транспортировке АХОВ достигает около 78 кв. км, на этой территории проживает более 900 тыс. чел. При возникновении даже незначительных аварий с выбросом АХОВ на химически опасных объектах возникает прямая угроза населению.

К химически опасным объектам предъявляют особые требования промышленной безопасности, а именно, регистрации в государственном реестре опасных объектов, лицензирование деятельности в области промышленной безопасности; сертификация и экспертиза технических устройств; наличие планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций; производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности; техническое расследование причин аварии; экспертиза промышленной безопасности; разработка декларации промышленной безопасности; обяза-

тельное страхование ответственности за причинение вреда при аварии.

Нами выполнены исследования по оценке аварийных рисков химически опасных объектов Иркутской области и проведено ранжирование предприятий по их опасности.

Наибольшую опасность для населения и территорий представляют производственные аварии с выбросом АХОВ на ОАО «АНХК» (г. Ангарск), ОАО «Усольехимпром», ОАО «Саянскхимпласт» (Зиминский район), хлорных заводах ЛПК (гг. Братск, Усть-Илимск), а также аварии с утечкой АХОВ на железнодорожном транспорте.

Особую опасность представляет хлор и аммиак. Минздрав России в 2001 г. разработал и утвердил первоочередной список АХОВ, в котором на первом месте хлор, а на втором – аммиак.

Для расчета зон токсического заражения была использована методика оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ – программный комплекс «ТОКСИ+». Программа позволяет определить:

- количество поступивших в атмосферу АХОВ при различных сценариях аварии;
- пространственно-временное поле концентраций АХОВ в атмосфере;
- размеры зон химического заражения, соответствующие различной степени поражения людей, определяемые по ингаляционной токсодозе, в том числе, учетом времени накопления токсодозы;
- размеры зон дрейфа пожаровзрывоопасных облаков, в пределах которых сохраняется способность к воспламенению, и размеры зон распространения пламени (пожара –, вспышки) или детонации, появления горячих продуктов;
- количество АХОВ в облаке, ограниченном концентрационными пределами воспламенения.

Для анализа риска аварийных ситуаций с выбросом хлора и аммиака на предприятиях Иркутской области нами рассмотрено несколько сценариев развития аварии:

1. Разрушение оборудования с выбросом всего объема опасных веществ, образование первичного облака, рассеяние первичного облака и воздействие на окружающую среду.

2. Разрушение оборудования и истечение газа из разрушенного оборудования при отсутствии пролива

Таблица 1. Социальный риск предприятий

Предприятия	Социальный риск	
	Наиболее вероятный сценарий	Наиболее опасный сценарий
ООО «Фриз»	$8,44 \cdot 10^{-7}$	$0,1 \cdot 10^{-7}$
ОАО «Продтовары»	$1,02 \cdot 10^{-4}$	$5,38 \cdot 10^{-5}$
ООО «Холодрыбсервис»	$1,02 \cdot 10^{-4}$	$1,28 \cdot 10^{-4}$
ЗАО «Мясоперерабатывающий комбинат Ангарский»	$3,36 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$
«Молка» ОАО Вимм-Биль-Данн	$6,72 \cdot 10^{-7}$	$4,2 \cdot 10^{-6}$
ООО «Фабрика мороженого «Ангария»	$4,16 \cdot 10^{-12}$	$2,6 \cdot 10^{-11}$

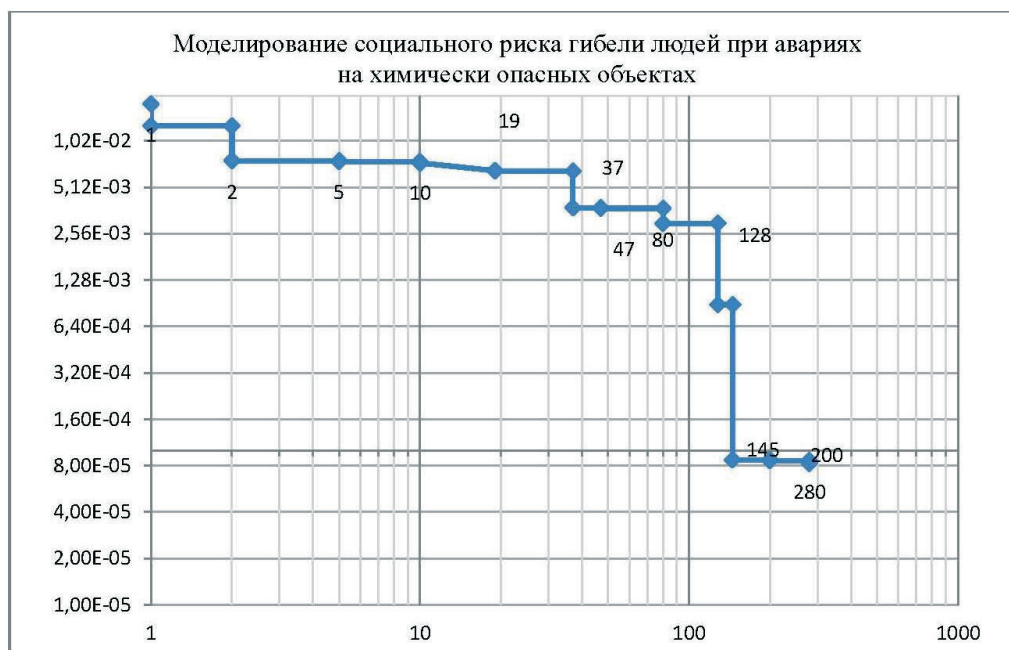


Рис. 1. Моделирование социального риска химически опасных объектов

жидкой фазы; рассеяние облака и воздействие на окружающую среду.

3. Разрушение оборудования с жидким опасным веществом (ОВ), выброс ОВ в окружающую среду, при наличии перегрева у жидкой фазы, возможное ее вскипание с образованием в атмосфере газочапельного облака.

На основе полученных данных для оценки вероятности поражения человека в зоне распространения облака использовали пробит-функцию Pr , величина которой определяется по следующей формуле:

$$Pr = a + b \cdot \ln(C^n \cdot T),$$

где a , b , n – эмпирические коэффициенты; C – концентрация вещества в рассматриваемой точке, ppm ; T – время воздействия, c

Затем рассчитывали индивидуальные риски для населения и персонала, а также потенциальный территориальный и социальный риски и ранжировали предприятия по последствиям различных сценариев.

В табл. 1 приведены результаты расчетов социальных рисков [1] как произведение величины инди-

видуального риска на количество рискующего населения, т.е. находящегося в зоне возможного распространения опасных химических веществ при соответствующих авариях.

Другое определение социального риска дает [2], и именно оно совпадает с общепринятым понятием. Социальный риск – это зависимость частоты аварии, в которой пострадало не менее N человек от этого N . Для оценки социального риска химически опасных объектов Иркутской области выполнили моделирование аварийных ситуаций, используя в качестве исходных данных ориентировочное количество опасных веществ, находящихся на опасных объектах, а также количество работающих на них и проживающих вокруг.

По результатам моделирования построили F/N диаграмму, так называемую кривую социального риска (рис. 1), где по вертикальной оси – моделируемая частота гибели не менее N человек, а по горизонтали – возможное число погибших. Традиционно F/N диаграмма отражает масштабы последствий.

Количественное определение риска всегда требует сравнения с неким допустимым уровнем. Здесь следует

отметить, что общепринятых критериев допустимости социального риска нет. Хотя критерии допустимости, основанные на понятии социального риска, позволили бы создать «плавающую шкалу», автоматически ужесточающую уровень требований к предприятию по мере роста его потенциальной опасности [3]. Чем крупнее и опаснее объект, тем большее число людей с большей вероятностью может пострадать при авариях, что численно отражается на F/N диаграмме. Например, в Нидерландах для риска гибели 10 и более человек предельно допустимое значение составляет 10^{-5} год⁻¹. Однако, если число погибших при аварии в два раза больше, то ее частота должна быть в 4 раза меньше, если авария способна вызвать гибель 100 и более человек, то ее частота должна быть снижена в 100 раз и составлять 10^{-7} . Таким образом, опасные предприятия, аварии на которых могут повлечь наиболее серьезные последствия, ставились бы в более жесткие рамки допустимости риска, нежели менее опасные предприятия.

Установление критериев приемлемости риска могло бы служить основой для определения повышенной опасности опасных объектов, и соответственно, применения к ним более жестких мер контроля и надзора,

в частности, могло бы служить основанием для применения к таким предприятиям режима постоянного государственного надзора либо установления для них более высоких значений страховых сумм при страховании ответственности их владельцев за причинение вреда в результате аварии на таком объекте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – Введ. 1999-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 147 с. – (Система стандартов безопасности труда).
2. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. – Введ. 2001-09-01. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. – 14 с.
3. Воробьев Ю.Л. Нормирование рисков техногенных чрезвычайных ситуаций / Ю.Л. Воробьев Н.П.Копылов, Ю.Н. Шебеко // Проблемы анализа риска. – 2004. – Т. 1. – № 2. – С. 116–124.

ESTIMATION OF EMERGENCY RISK AT CHEMICAL DANGEROUS OBJECTS OF IRKUTSK REGION

© 2013

S.S. Timofeeva, Professor, Doctor of Technical Sciences,
The head of department of industry ecology and personal and social safety
E.A. Khamidullina, Senior lecturer, Candidate of chemical science
T.I. Drozdova, Senior lecturer, Candidate of chemical science
National Scientific Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk (Russia)

Key words: chemical dangerous objects; emergency; modeling; social risk

Annotation: The article deals with analysis and modeling of emergency situation at chemical dangerous objects. Modeling was carried out using both TOKSI program and probit-analysis. It was shown that level of social risk is high for the enterprises, situated at densely populated regions. It was discussed questions of using criteria of permissible risk for establishing of requirements of industrial safety.