

вий по защите в ЧС и считается рациональным для конкретных значений контролируемых факторов. Далее, в зависимости от типов ЧС с конкретными вариантами обстановки и от характеристик реципиентов информации выявляются следующие рациональные параметры сообщения для каждого типа ЧС:[5]

1. Минимальная сложность смысловых блоков (простота для восприятия и осмысления);
2. Наличие двух смысловых блоков (описательного и предписывающего блоков);
3. Минимальный объем сообщения.

Итак, при соблюдении всех мер пожарной безопасности в образовательных учреждениях и своевременным доведением информации о пожаре и эвакуации до участников образовательного процесса, соблюдая выявленные рациональные параметры при составлении сообщений, организация безопасности имеет высокую эффективность. Иными словами, ущерб от той или иной чрезвычайной ситуации сводится к минимуму.

Литература.

1. Безопасность образовательных учреждений // Аналитический вестник № 8 (420) / М., 2011, апрель;
2. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;
3. Приказ МЧС РФ от 20 июня 2003 г. N 323 «Об утверждении норм пожарной безопасности» «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» (НПБ 104-03);
4. Верескун А.В., Аюбов Э.Н., Прищепов Д.З., Применение современных информационно-коммуникационных технологий в решении задачи минимизации и ликвидации последствий проявления терроризма, Научный публицистический сборник «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», Всероссийский Институт научной и технической информации, Москва, 2013 г., выпуск №3;
5. Овсяников А., В центре внимания – системы оповещения и информирования, Журнал «Гражданская защита», 2014 г., №1.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПРИ ЗАЧИСТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ ОТ ОСТАТКОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

А.И. Сечин, д.т.н., профессор, О.С. Кырмакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-12-34-56

E-mail: olia_917@mail.ru

Следует отметить, что порядка 40% аварий произошли во время проведения зачистки и ремонта резервуаров, которые относятся к особо опасным работам, что и обуславливает актуальность рассматриваемого вопроса и необходимость более подробного рассмотрения.

Таким образом, в результате проведенного изыскания была установлена необходимость проведения комплексного исследования, цель которого: разработка мер по обеспечению безопасности работ при зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов. Для достижения цели были выполнены: анализ возможных опасностей, возникающих при проведении работ по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов, построение дерева событий для конкретного технологического объекта и его качественный и количественный анализы.

Ключевые слова: авария, чрезвычайная ситуация, источник чрезвычайной ситуации, ликвидация разлива нефти, локализация разлива, меры пожарной безопасности, нефть, опасный производственный объект, предотвращение чрезвычайных ситуаций, предупреждение чрезвычайных ситуаций, прогнозирование чрезвычайных ситуаций, резервуарный парк, риск возникновения чрезвычайной ситуации.

В любом резервуаре, эксплуатируемом для добычи, переработки и хранения нефтепродуктов со временем накапливаются отложения (нефтяной шлам) и требуется очистка резервуара от них.

В первую очередь операцию зачистки резервуаров от нефтепродуктов необходимо проводить для следующих емкостей:

- требующих срочного обследования – находящихся в аварийном состоянии;
- изготовленных из сталей, подверженных быстрому разрушению в агрессивных средах;
- находящихся в эксплуатации более 20 лет;
- при проведении плановой реконструкции объекта.

Технологический процесс зачистки включает в себя этапы:

- подготовительные работы;
- удаление технологического остатка нефтепродукта;
- предварительная дегазация резервуара для приведения газовой среды во взрывобезопасное состояние;

- мойка, зачистка внутренних поверхностей резервуара;
- дегазация газового пространства резервуара до сан. норм;
- удаление и обработка донных отложений;
- доводка внутренних поверхностей до требуемой чистоты;
- подключение технологических трубопроводов к оборудованию резервуара;
- слив товарного нефтепродукта в зачищенный резервуар;
- оформление документов.

При ведении работ в данную последовательность вносятся определенные коррективы, характеризующие особенности строения технологического резервуара, вещества, обращающегося в нем, климат его месторасположения.

Организация работ по зачистке определяется в строгом соответствии с Нормативно-Технической документацией.

Для обеспечения технологических резервуаров, как наиболее уязвимых элементов производства работ, достаточными мерами по предупреждению и предотвращению возникновения ЧС(Н), необходимо представлять причинно-следственную связь элементов, инициирующих аварийную ситуацию. Для чего и был использован такой логико – графический метод анализа, как дерево отказов.

Применив данный метод анализа на конкретном событии, а именно для аварии на ООО «Н-КОЕ», ввиду условий конфиденциальности реальное предприятие было заменено, при ведении работ по капитальному строительству: на промышленной площадке проводились сварочные работы в незаполненном нефтью технологическом резервуаре, находящемся на расстоянии не более 1,5 м и связанным технологическим объемом от места огневых работ, произошло воспламенение образовавшейся смеси, в результате которого погиб 1 человек, поврежден отстойник для нефти ООО «Н-КОЕ».

На рисунке 1 приведена технологическая схема отстойника после аварии.

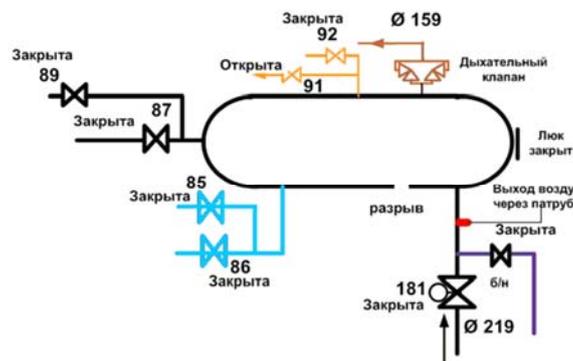


Рис. 1. Технологическая схема отстойника после аварии

Дерево отказов для рассматриваемого случая представлено на рисунке 2

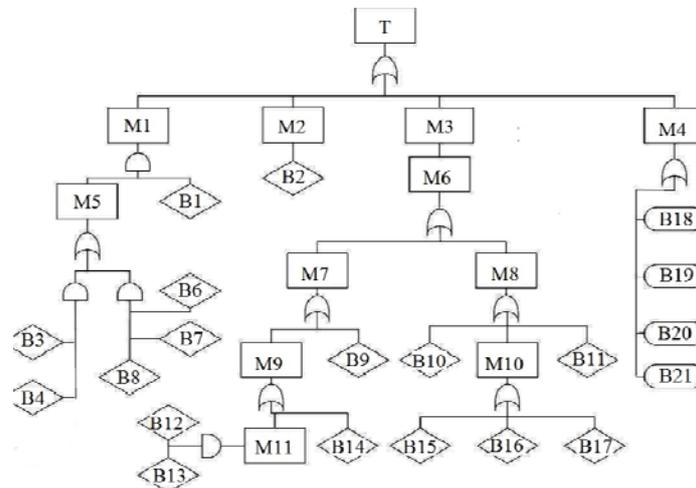


Рис. 2. Дерево отказов для технологических резервуаров

Таблица 1

Характерные инициирующие события
и вероятности (частоты) их возникновения

Обозначение	Характеристика события	Вероятность (частота) события (год ⁻¹)
T	Разрыв емкости и взрыв	$5,9 \cdot 10^{-4}$
M1	Внутренний взрыв	$3,7 \cdot 10^{-6}$
M2	Пожар на соседних емкостях	$5,2 \cdot 10^{-4}$
M3	Катастрофический разрыв емкости	$7,1 \cdot 10^{-5}$
M4	Внешние причины	$4 \cdot 10^{-8}$
M5	Самовоспламенение	$4,2 \cdot 10^{-6}$
M6	Создание избыточного давления	$7,1 \cdot 10^{-5}$
M7	Повышение температуры емкости	$4 \cdot 10^{-5}$
M8	Избыточное заполнение емкости	$3,1 \cdot 10^{-5}$
M9	Внешний источник нагрева	$9 \cdot 10^{-6}$
M10	Повышение контрольного уровня	$1,1 \cdot 10^{-5}$
M11	Разряд статического потенциала	$8,3 \cdot 10^{-6}$
V1	Наличие парогазовой фазы	$9 \cdot 10^{-1}$
V2	Образование горячей гидродинамической волны	$5,2 \cdot 10^{-4}$
V3	Горючая смесь	$8,3 \cdot 10^{-3}$
V4	Источник тепла	$3 \cdot 10^{-4}$
V6	Горючая компонента	$8 \cdot 10^{-3}$
V7	Окислитель воздуха	$7 \cdot 10^{-4}$
V8	Пирофорные отложения	$3 \cdot 10^{-1}$
V9	Перегрузка емкости	$3,1 \cdot 10^{-5}$
V10	Отказ аварийного вентиля	$1 \cdot 10^{-5}$
V11	Отказ предохранительных клапанов	$1 \cdot 10^{-5}$
V12	Проведение сварных работ	$1,8 \cdot 10^{-3}$
V13	Наличие горючей смеси	$4,6 \cdot 10^{-3}$
V14	Искра удара	$7 \cdot 10^{-7}$
V15	Отказ запорной арматуры	$2 \cdot 10^{-6}$
V16	Ошибка оператора	$7 \cdot 10^{-6}$
V17	Отказ контрольной аппаратуры	$2 \cdot 10^{-6}$
V18	Удар молнии	$1 \cdot 10^{-8}$
V19	Падение метеорита	$1 \cdot 10^{-8}$
V20	Землетрясение	$1 \cdot 10^{-8}$
V21	Авиакатастрофа	$1 \cdot 10^{-8}$

Была проведена качественная оценка дерева отказов при помощи метода минимальных сечений.

Сечение определяется как множество элементарных событий, приводящих к нежелательному исходу. Если из множества событий, принадлежащих некоторому сечению, нельзя исключить не одного и в то же время это множество событий приводит к нежелательному исходу, то в этом случае говорят о наличии минимального сечения.

Для дерева отказов в резервуарах (рис .2) качественный анализ показал, что для того, чтобы произошел разрыв емкости и взрыв (T) необходимо, чтобы был реализован или внутренний взрыв (M1), или пожар на соседних емкостях (M2), или катастрофический разрыв емкости (M3), или имелись какие-либо внешние причин (M4), индуцирующих головное событие T.

Внутренний взрыв (M1), в свою очередь, происходит при наличии парогазовой фазы (B1) и явления самовоспламенения (M5), которые характеризуются наличием или системы из горючей смеси (B3) и источника тепла (B4), или системы из горючей компоненты (B6), окислителя воздуха (B7) и пирофорных отложений (B8).

Пожар на соседних емкостях (M2) является причиной возникновения события T при образовании горячей гидродинамической волны (B2).

Катастрофический разрыв емкости (M3) является результатом создания избыточного давления (M6), которое инициируется повышением температуры емкости (M7) или избыточным заполнением емкости (M8). Повышение же температуры емкости (M7) может возникнуть из-за воздействия внешнего источника нагрева (M9) или перегрузки емкости (B9). Избыточное заполнение емкости (M8) возможно или при отказе аварийного вентиля (B10), или при отказе предохранительных клапанов (B11), или же при повышении контрольного уровня (M10). Внешний же источник нагрева (M9) является итогом или разряда статического потенциала (M11), образующегося при проведении сварных работ в резервуарах (B12) с наличием горючей смеси (B13), или искры удара (B14), возможно при ведении каких-либо ремонтных работ.

Превышение контрольного уровня (M10) имеет место быть или при отказе запорной арматуры (B15), или ошибки оператора (B16), или отказа контрольной аппаратуры (B17)

Внешние причины (M4) могут быть проявлением либо удара молнии (B18), либо падения метеорита (B19), либо землетрясения (B20), либо авиакатастрофы.

Таким образом, можно сделать вывод, что последовательность событий на основании условия минимального сечения будет следующая: M2->T, M4->T, M1->M1, M3->T, то есть наиболее соответствовать данному условию будет разрыв емкости и взрыв при внутреннем взрыве, наименее – катастрофический разрыв емкости.

Количественный анализ дерева отказов (рис. 2) был проведен аналитическим методом.

Для данного исследования использовались численные значения частот для каждого базового события.

Расчет начинается с подножия дерева отказов – промежуточных событий и продолжается в направлении вершины – головного события.

Для исследуемого случая аварий технологических резервуаров, расчет начинается слева направо, то есть первой исследуемой частью будет левая ветвь дерева отказов.

Событие M5 «Самовоспламенение» наступает при альтернативном наступлении или одного блока событий, или другого, но наступление этих блоков будет при одновременном наступлении нескольких базовых событий, следовательно, там где одновременная реализация перемножим соответствующие им вероятности, а альтернативная – применим операцию сложения:

$$P(M5)=P(B3) \cdot P(B4)+P(B6) \cdot P(B7) \cdot P(B8)=8,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{-4}+8 \cdot 10^{-3} \cdot 7 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 10^{-1}=4,2 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$$

К M1 ведет одновременное исполнение события M5 и B1, таким образом выражение будет иметь вид:

$$P(M1)=P(M5) \cdot P(B1)=4,2 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^{-1}=3,7 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$$

Очевидно, что P(M1) можно записать в общем виде, подставив P(M5):

$$P(M1)=P(M5) \cdot P(B1)=P(B3) \cdot P(B4)+P(B6) \cdot P(B7) \cdot P(B8) \cdot P(B1)=3,7 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$$

К M2 (следующая ветвь) ведет реализация B2, так

$$P(M2)=P(B2)=5,2 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$$

Перейдем правее - к третьей ветви:

$$P(M3)=P(M6)=P(M7)+P(M8)=P(M9)+P(B9)+P(B10)+P(B11)+P(M10)=P(M11)+P(B14)+P(B10)+P(B11)+P(B15)+P(B16)+P(B17)=P(B12) \cdot P(B13)+P(B14)+P(B10)+P(B11)+P(B15)+P(B16)+P(B17)=7,1 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$$

Далее, расчет вероятности для самой крайней ветви будет иметь вид:

$$P(M4)=P(B18)+P(B19)+P(B20)+P(B21)=4 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1}$$

По тем же правилам рассчитывается событие T:

$$P(T)=P(M1)+P(M2)+P(M3)+P(M4)=5,9 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$$

В результате проведенного качественного и количественного анализов дерева выяснили, что наиболее вероятное событие - разрыв емкости при внутреннем взрыве, наименее – катастрофический разрыв емкости.

Вероятность головного события – «Разрыв емкости и взрыв» в численном выражении равна: $P(T) = 5,9 \cdot 10^{-4} \text{год}^{-1}$.

Так представляется возможность численного выражения риска возникновения какого-либо вида аварии на технологических резервуарах.

Таким образом, наличие горючей парогазовой смеси, наличие окислителя, содержащегося в воздухе и наличие пиррофорных отложений, все это могло явиться возникновением нештатной ситуации на рассматриваемом объекте, отсюда предлагаемые дополнительные мероприятия будут следующие:

- пропарка при работе с аналогичной технологической схемой должна проводиться путем завода через емкость трубы с паром;
- следует ориентироваться на условия, при которых производится процесс пропарки, т.е. для условий зимы пропарку рекомендуется делать с более низкой температурой пара, при этом коэффициент запаса должен составлять порядка 0,3;
- при пропаривании также необходимо принимать во внимание время индукции самовоспламенения. Для этого уместно использовать прогнозно-экстраполяционную кривую по характеристикам пожаровзрывоопасности отложений нефти, основанную на степенной зависимости времени индукции от температурных показателей вещества.

Практическая же значимость полученных результатов заключается в возможности понимания, представления и прогноза вероятных аварийных ситуаций и принятия соответствующих мер, направленных на предотвращение их возникновения, что устраняет или существенно снижает ущерб, наносимый ЧС(Н), выражающийся, как в нарушении технологического процесса на предприятии, финансовых затратах, так и в гибели людей и во вредном влиянии на экологию территории.

В результате анализа реальной аварийной ситуации на ООО «Н-СКОЕ» и с учетом всех физико-химических показателей нефти, предложены дополнительные мероприятия при ведении работ по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов:

- пропарка при работе с аналогичной технологической схемой должна проводиться путем завода через емкость трубы с паром;
- следует ориентироваться на условия, при которых производится процесс пропарки, т.е. для условий зимы пропарку рекомендуется делать с более низкой температурой пара, при этом коэффициент запаса должен составлять порядка 0,3;
- при пропаривании также необходимо принимать во внимание время индукции самовоспламенения. Для этого уместно использовать прогнозно-экстраполяционную кривую по характеристикам пожаровзрывоопасности нефти, основанную на степенной зависимости времени индукции от температурных показателей вещества.

Таким образом, в результате проведенного изыскания:

- решена проблема по обеспечению безопасности работ при зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов;
- изучены возможные опасности, возникающие в связи с проведением работ по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов;
- построено дерево событий для конкретного технологического объекта, позволяющее понять причинно-следственную связь основных элементов аварийных ситуаций, увидеть совокупность условий для их возникновения, а зная причины и их взаимодействие, можно с большой вероятностью устранить возможность их возникновения, тем самым обезопаситься от негативных последствий ЧС;
- проведен анализ выполняемых мероприятий при проведении работ по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов, который предоставляет возможность устранения типовых ошибок при ведении работ, концентрирует повышенное внимание на определенных аспектах, тем самым также снижая риск возникновения аварийных ситуаций.

Литература.

1. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочное издание.-М., Химия, 1990;
2. Коновалов Е. Н., Ширяева Е. А. Транспортировка и хранение нефти и нефтепродуктов. 1979. № 6. С. 9-11;
3. Коротких И.П., Баратов А.Н., Надубов В.А. и др. Горючесть веществ и химические средства пожаротушения. – М.: ВНИИПО, 1976. Вып.3. С.49-56;
4. Монахов В.Т. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и жидкости.(с приложениями). –М., 2007;
5. Рябов И.В.Пожарная опасность веществ и материалов: Справочник– М.: Стройиздат, ч. 1, 1966 – 244 с.; ч. 2;
6. Сучков В.П., Безродный И.Ф. , Вязниковцев А.В. Пожары резервуаров с нефтью и нефтепродуктами- М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1992.
7. Зачистка резервуаров. – режим доступа: <http://legion-oil.com>;
8. Зачистка хранилищ, шламонакопителей, отстойников, очистных сооружений, гидронаторов, нефтям и т.д. Очистка резервуаров, зачистка резервуаров, очистка резервуаров от нефтепродукта. зачистка резервуаров от нефтешлама. – режим доступа: <http://www.ecog-ltd.ru>;
9. Методы экспертных оценок. - режим доступа: <http://emm.ostu.ru>;
10. Очистка (зачистка) топливных резервуаров от нефтешламов и других наслоений. - <http://www.neftesk.ru>;
11. Предупреждение и ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов. - режим доступа: <http://www.ecoguild.ru>;
12. Хранение и транспортировка сырой нефти, природного газа, жидких нефтепродуктов и других химических веществ. – режим доступа: <http://base.safework.ru>

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ
БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛИГОНА ТОКСИЧНЫХ
ОТХОДОВ**

*А.А. Пономарев, магистрант, И.Н. Долдин, аспирант, А.И. Сечин, д.т.н., проф.
Томский политехнический университет, г. Томск
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: drgop@sibmail.com*

В современном мире увеличилось количество бытовых, промышленных и токсичных отходов. Это связано с ростом инфраструктуры городов, увеличением населения и новых технологий. С увеличением объемов и разнообразием токсичных отходов возрастает нагрузка на полигоны токсичных отходов, в результате их не успевают вовремя перерабатывать и утилизировать. В связи с этим возрастает угроза загрязнения окружающей среды, роста количества онкологических заболеваний среди населения, возникновения чрезвычайных ситуаций.

Токсичные отходы по своим химическим и физическим свойствам не могут быть в полном объеме утилизированы с точки зрения безопасности окружающей среды. Для решения этой проблемы возникла необходимость создания региональных полигонов по обезвреживанию и захоронению не утилизируемых токсичных отходов.

Полигоны являются природоохранными сооружениями по сбору, хранению, обезвреживанию и утилизации отходов. Правительство Российской Федерации ежегодно вносит поправки в нормативно-правовые документы по решению данного вопроса, и следят за их выполнением. В Российской Федерации полигоны по утилизации токсичных отходов обеспечены сооружениями по переработке различного вида отходов на 30%.

Одним из таких примеров является Томский полигон токсичных отходов ОАО «Полигон». В настоящее время Томский полигон не имеет конкурентов, в связи с тем, что он единственный в Сибирском федеральном округе. Все токсичные отходы с ближайших регионов утилизируют на этом полигоне.