



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

www.experts-pb.ru



Сетевое периодическое издание.
Периодичность выхода –
ежеквартально.

№ 1
июль-сентябрь
2015



РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ

Беляев Г.С.
ООО «Промтехэкспертиза»,
директор по науке
и технике

Лихачёв Ю.Ф.
ООО «Промтехэкспертиза»,
директор по маркетингу

Шолохова Н.Ю.
ООО «Промтехэкспертиза»,
инженер

Щебрикова Е.К.
ООО «Промтехэкспертиза»,
к. э. н.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Глухова А.В., Лебедев А.Л., Митяков А.Н., Елисеев Д.Н., Шевченко А.В.</i>	Оценка достаточности сил и средств ликвидации аварийных разливов нефти на перевалочной нефтебазе	5
<i>Глухова А.В., Лебедев А.Л., Митяков А.Н., Елисеев Д.Н., Шевченко А.В.</i>	Оценка последствий аварий на автозаправочных станциях	15
<i>Богатова Н.М., Глухова А.В.</i>	Характер и причины повреждения баков (резервуаров) для хранения концентрированной серной кислоты	20
<i>Онькин А.М., Колпаков А.С., Титов С.А.</i>	Характерные нарушения требований промышленной безопасности при эксплуатации ленточных конвейеров на предприятиях хранения и переработки растительного сырья	23
<i>Глухова А.В., Дедов В.В., Бич А.Н., Зубанев В.В. Елисеев Д.Н.</i>	Методика определения степени опасности участков и составляющих магистрального нефтепровода	31
<i>Перовский К.Э., Митяков А.Н., Зубанев В.В., Лебедев А.Л.</i>	Оценка напряженно-деформированного состояния трубопроводной обвязки газоперекачивающего агрегата методом конечных элементов с применением современных инженерных систем автоматизации проектирования, расчета и анализа	38
<i>Глухова А.В., Лебедев А.Л., Зубанев В.В., Елисеев Д.Н., Борисов В.В.</i>	Оценка риска аварий на опасном производственном объекте – нефтегазопроводе	41
<i>Онькин А.М., Колпаков А.С., Титов С.А.</i>	Методика оценки остаточного ресурса ленточной нории	54
<i>Онькин А.М., Колпаков А.С., Титов С.А.</i>	Технический паспорт взрывобезопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья	61



<i>Хохлов В.Г., Митрофанов А.Л., Пидгирец В.Н.</i> Характерные нарушения требований промышленной безопасности при эксплуатации подъемных сооружений	67
<i>Филяков В.В.</i> Проблемы обеспечения безопасной эксплуатации зданий производства алюминиевой пудры	71
<i>Онькин А.М., Колпаков А.С., Титов С.А.</i> Особенности обеспечения безопасного пылевого режима на опасных производственных объектах хранения и переработки растительного сырья с применением современных технических устройств, не указанных в Федеральных нормах и правилах «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья»	75
<i>Митяков А.Н., Зубанев В.В., Лебедев А.Л., Елисеев Д.Н.</i> Анализ диагностических данных резервуаров вертикальных стальных номинальным объемом от 100 до 10 000 кубических метров, эксплуатируемых в Южном федеральном округе	79
<i>Митяков А.Н., Бич А.Н., Зубанев В.В., Глухова А.В., Елисеев Д.Н.</i> Анализ результатов расчета остаточного ресурса резервуаров	83
<i>Филяков В.В.</i> Выявление проблем и пути их решения при обеспечении безопасности зданий складов хранения аммиачной селитры в таре	87
<i>Куценко М.М., Чуфаров М.В., Зорин П.Н., Бикбнеев Д.В.</i> Расслоение в шаровом резервуаре	93
<i>Глухова А.В., Лебедев А.Л., Зубанев В.В., Елисеев Д.Н., Шевченко А.В.</i> Ситуационные модели наиболее опасных чрезвычайных ситуаций и их социально-экономических последствий для персонала, населения и окружающей среды на прилегающей территории для добывающей фонтанной скважины	100
<i>Борисов В.В., Высоких Р.В., Равинский И.Д., Блатов А.А., Хохлов В.Г.</i> Рекомендации по эксплуатации стальных конструкций на опасных производственных объектах	106
<i>Ширяев А.М., Борисов В.В., Егоров П.А., Малеев О.А.,</i>	112



<i>Морозов Б.П., Марков М.А., Максимов А.В., Заитов М.Т., Артемов А.В.</i>	
Применение методов технического диагностирования коррозионного состояния тепловых сетей – необходимое условие их безопасной и надежной эксплуатации.	
<i>Митяков А.Н., Бич А.Н., Зубанев В.В., Лебедев А.Л., Глухова А.В.</i>	120
Оценка технического состояния технологических трубопроводов нефтебаз	
<i>Митяков А.Н., Бич А.Н., Зубанев В.В., Лебедев А.Л., Шевченко А.В.</i>	124
Продление сроков безопасной эксплуатации трубопроводов	
<i>Митяков А.Н., Перовский К.Э., Зубанев В.В., Лебедев А.Л., Шевченко А.В.</i>	127
Особенности ультразвукового контроля отремонтированных дефектных участков резервуаров	
<i>Глухова А.В., Бич А.Н., Зубанев В.В., Елисеев Д.Н., Богатова Н.М.</i>	130
Анализ опасности на примере атмосферно-вакуумной комбинированной установки с электрообессоливанием (ЭЛОУ АВТ)	
<i>Елисеев Д.Н., Горбунов Д.В., Глухова А.В., Артёмов А.В., Борисов В.В.</i>	145
Анализ результатов обследования зданий, эксплуатируемых на опасном производственном объекте для производства минеральных удобрений НРК (нитроаммофосфаты)	



ОЦЕНКА ДОСТАТОЧНОСТИ СИЛ И СРЕДСТВ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА ПЕРЕВАЛОЧНОЙ НЕФТЕБАЗЕ

УДК 621.645

Глухова Ася Владимировна	Начальник отдела проектной документации и разрешения на применения
Лебедев Андрей Леонидович	Начальник отдела экспертизы технических устройств
Митяков Анатолий Николаевич	Эксперт отдела экспертизы технических устройств
Елисеев Денис Николаевич	Начальник отдела экспертизы зданий и сооружений
Шевченко Алексей Владимирович	Эксперт отдела экспертизы зданий и сооружений ООО «Промтехэкспертиза», Северо-Кавказский филиал

01.09.2015

Нефтебаза – это самостоятельное предприятие с резервуарным парком и комплексом зданий, сооружений и коммуникаций, предназначенное для приема, хранения и отпуска нефтепродуктов.[1]

Не для кого не секрет, что нефть и нефтепродукты считаются одними из самых распространённых и наиболее опасных загрязняющих веществ в гидросфере, так как около трети её мирового производства добывается на континентальном шельфе. [2]

Нефтепродукты оказывают определённый токсический эффект на бентических гидробионтов. Степень воздействия нефти на организм зависит, прежде всего, от уровня его организации и развития. Все морские организмы на ранних стадиях своего развития высокочувствительны к нефтяному загрязнению. Нефть оказывает поражающий эффект на морские организмы даже при кратковременном воздействии (минуты, часы), приводя к гибели гидробионтов уже после дальнейшего пребывания их в чистой морской воде. Накопленные в клетках нефтеуглеводороды могут передаваться

по пищевым цепям другим гидробионтам. Нефтепродукты токсичны для всех уровней организации животного и растительного мира моря.

Анализ общих причин аварий в гаванях и на терминалах показывает, что наиболее частыми причинами разливов нефти являются:

- утечки из труб, клапанов, а также неисправных уплотнителей и прокладок;
- перелив судового танка;
- неправильное расположение клапанов, включая обратный поток с терминала;
- разлив при перекачке отходов;
- разлив сырой нефти из грузовых танкеров судна в результате аварии (посадка на мель, столкновение, взрыв, пожар);
- разлив сырой нефти с терминала или судна во время грузовых операций;
- загрязнение сырой нефтью с терминала из-за утечки;
- отходы, загрязненные разлитой нефтью с судна во время грузовых операций;
- разлив из бункерного танка в результате аварии [3].



Рис. 1. Перевалочная нефтебаза вблизи Черного моря.

Сбросы нефти с судов можно разделить на две группы: эксплуатационные (преднамеренные), которые можно и необходимо регулировать, и аварийные (случайные), которые в целом не поддаются регулированию, но во многом зависят от надежности судна, конструктивных мер безопасности, соблюдения правил мореплавания. [4]

Наиболее эффективным средством предотвращения распространения нефтяного пятна по водной поверхности являются боновые заграждения. Существует множество видов бонов, созданных специально для различных условий использования.

Боны заградительные предназначены для локализации пятна нефти, разлитой по водной поверхности, с целью предупреждения его дальнейшего распространения, подвода пятна к

нефтесобирающим устройствам и защиты береговой линии от загрязнения. [6]

В настоящее время применяются различные классы боновых заграждений:

а) 1 класс – боны для использования на мелководье. Бон представляет собой полотнище из синтетической ткани, в верхней части которого находятся цилиндрические поплавки из вспененного полистирола, а в нижней – балластная цепь, также воспринимающая нагрузки при натяжении ограждения;

б) 2 класс – боны для прибрежной зоны морей, перекрытия входов в гавани, порты, акватории предприятий. Это стационарное плавающее ограждение представляет собой полый металлический барьер каплевидного сечения;

в) 3 класс – боны для использования в открытом море.

Характеристики бонов различных классов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики бонов [6].

Класс бонов	Высота, см		Предельное усилие на разрыв, т
	Надводной части	Подводной части	
1	10...15	20...30	1...2,5
2	20...30	35...50	5...15
3	50...80	100 и более	15...30

Исследованиями установлено, что боновые заграждения наиболее эффективно задерживают нефтепродукты, если они установлены перпендикулярно направлению течения. Боновые заграждения эффективно работают, когда скорость течения не превышает 0,2...0,6 м/с. [6]

Конструкция бонового заграждения состоит из плавучей, экранирующей и балластной частей. Плавучая часть бона может быть выполнена в виде отдельных поплавков прямоугольного или круглого сечения. Экранирующая часть представляет собой гибкую или жесткую пластину, присоединенную к плавучей части бона и нагруженную для придания устойчивости балластной цепью, трубой или растяжками.

Нефть и нефтепродукты в воде могут находиться в виде пленки, эмульсии, в растворенном состоянии и в виде осадка. Процессы удаления каждого из указанных видов разлитой нефти не идентичны и имеют свои трудности.

В настоящее время применяют следующие методы сбора нефти с водных поверхностей и почвогрунтов: механические, физико-химические, химические, биохимические. Рассмотрим их более подробно.

Механические методы:

- сбор с помощью шнековых устройств – в основном для удаления вязкой нефти, шнеки аналогичны шнекам земснарядов и имеют ограниченный радиус действия;

- сбор с помощью пороговых (переливных) устройств:

а) устройства с постоянным порогом – использование плавающих емкостей, один из бортиков которых опущен ниже поверхности на предполагаемую толщину слоя нефти. Недостаток – невысокая скорость сбора нефти, значительный "прихват" воды при

волнении и в конце операции при уменьшении толщины пленки;

б) устройства с регулируемым порогом – то же, но меньше захват воды за счет регулирования заглубления переливного порога;

- сбор с помощью всасывающих устройств:

а) вакуумных устройств – с вакуумированным сборником на судне или на берегу и с плавающей головкой (возможно с пороговым устройством). При правильном регулировании образуется мало водонефтяных эмульсий, но существуют ограничения по высоте подъема (от 5 до 7 м) и вязкости продукта);

б) устройств с плавающими насосами (могут комплектоваться пороговыми устройствами, откачивать продукты любой вязкости на значительные расстояния и высоту, но образуются трудноразделимые водонефтяные эмульсии);

в) устройства с тонкими сетками – метод основан на разных поверхностных натяжениях нефтепродукта и воды: через тонкие сетки при определенном разряжении проходят только легкие нефтепродукты (бензин, керосин, дизтопливо). Недостаток – чувствительность к уровню разряжения и типу нефтепродукта, возможное загрязнение сеток;

- сбор с помощью гидродинамических устройств (с использованием центробежных сил):

а) с использованием гидроциклона – разделение смеси нефти и воды из-за разности их плотностей, степень разделения зависит от дисперсности водонефтяной эмульсии, скорости вращения и времени пребывания жидкой смеси в аппарате. Обычно используется для первичного разделения фаз с последующей доочисткой;



б) с использованием вихревой воронки – то же, но другие принципы закручивания потока;

в) с использованием устройств для образования большого числа микровихрей – то же, но с закручиванием естественного потока на специальных решетках и других конструкциях. [8]

Термический метод – сжигание.

При наличии достаточно толстого слоя нефти для предотвращения дрейфа пятна и образования водонефтяных эмульсий, чаще всего в условиях Севера, где естественного разложения нефти почти не происходит. Недостаток – загрязнения воздуха и воды продуктами горения; [8]

Физико-химические методы:

• сбор с помощью адгезионных устройств – скиммеров:

а) конвейерных – действие основано на принципе избирательной адгезии нефти гидрофобными покрытиями (алюминий, некоторые пластики и др.), с последующей очисткой поверхности от нефти специальными скребками. Достоинство – незначительное остаточное содержание нефти в воде при толщине пленки 1 мм и более. Недостаток – малый радиус действия и громоздкость конвейеров;

б) с вращающимся барабаном – принцип тот же. Достоинства – мобильность, малая осадка, сбор в промежуточную емкость, откуда нефть откачивается на судно или берег. Привод барабана и насоса – гидравлический или пневматический;

в) с вращающимися дисками – принцип тот же. Достоинства по сравнению с барабанными скиммерами – большая поверхность дисков, возможность их модификации для сбора высоковязкой нефти;

• сорбционные методы:

а) с рассевом и последующим сбором дисперсных сорбентов – для удаления пленок любой толщины, но особенно

эффективен для сбора пленок толщиной менее 1 мм. Недостатки – унос ветром, потери при сборе;

б) со сбросом и последующим сбором формованных сорбентов (рулонных материалов) – для удаления пленки любой толщины, но малоэффективен при толщине пленки менее толщины материала;

в) с конвейерами со щеточным или сорбирующим покрытием – то же, имеют ограниченный радиус действия, эффективны при сборе тяжелых фракций, но быстро засмолятся;

г) с непрерывной сорбирующей трос-шваброй – то же, более эффективны для легких фракций. [9]

Химические методы:

• осаждение с использованием реагентов-диспергентов: жидких – диспергируют нефтяную пленку для ускорения оседания эмульсии на дно (в основном для тяжелых фракций); на твердых носителях – то же, дополнительно уменьшают потери реагента в объеме воды;

• сбор нефти с использованием реагентов-сгустителей: жидких – отвергают нефтяную пленку, давая возможность собрать ее механическими устройствами; на твердых носителях – то же, при этом часть нефти сорбируется. [8]

Методы фотохимического разложения – пока только лабораторная разработка из-за дороговизны катализатора.

Биохимические методы – разложение нефти на месте разлива микробиологической культурой в виде суспензии или на носителях – сорбентах – применяется для очистки водных поверхностей пока редко, так как для биоразложения нефти требуется длительное время и повышенная температура. [8]

Помимо средств локализации аварийных разливов нефти применяются

средства для сбора нефти. Это сорбенты различной природы.

Сорбенты, применяемые для ликвидации аварийных разливов нефти, обладают высокой пористостью, что позволяет им быстро и в большом объеме впитывать нефтепродукты. В зависимости от их вязкости, сорбент впитывает его от 10 до 20 раз больше своей массы. Он имеет высокую водоотталкиваемость, противостоит растворителям, не тонет; его можно использовать многократно в зависимости от способа удаления из него нефти (выжимание, центрифугирование). В настоящее время для сбора нефти применяют сорбенты: «Пенографит», «Униполимер», «Лессорб-экстра», «Лессорб», «Сибсорбент», «Сорбойл», «Блэк-Грин» и другие. [9]

При выборе наилучшего сорбента необходимо учитывать климатические условия и время года, характер рельефа, размеры водоёма, тип растительности, технологию нанесения, хранения и транспортировки сорбента, его сорбирующую способность по нефти, способ утилизации, стоимость.

Кроме сорбентов для улавливания разлитой нефти и нефтепродуктов применяется различная техника: нефтесборщики, скиммеры, насосы и так далее.

Адгезионные устройства работают по принципу прилипания нефтепродуктов к поверхности элемента. К таким материалам относятся алюминиевые сплавы и некоторые виды пластмасс. Такие устройства эффективно работают при сборе вязких, липких компонентов в наиболее толстом слое. Установки адгезионного типа обычно выполняют в виде многодисковых барабанов или длинных транспортных лент, к которым прилипает собираемый продукт при подъеме на борт, соскабливается скребками или удаляется другими способами.

Пороговые устройства основаны на принципе перепада уровней жидкости. За счет этого поверхностный слой жидкости стекает в емкость с пониженным уровнем и затем собирается в другую емкость. Этот метод эффективен в тех случаях, когда береговая линия покрыта растительностью; кроме того, необходимо отсутствие волнения на поверхности воды.

Шнековые устройства позволяют собирать толстый и вязкий слой нефтепродуктов. Шнековые устройства отличаются простотой, надежностью и долговечностью конструкции, мало чувствительны к волнению, не реагируют на свойства нефтепродуктов. Основным недостатком – быстрое забивание устройства механическим мусором.

Устройства, работающие с использованием центробежных сил, образуют вихревую воронку с помощью импеллера или направленной струи воды под давлением (гидроциклон). Работа гидроциклона основана на принципе сепарирования; при вращении жидкости начинается разделение её в зависимости от плотности. Волнение не оказывает существенного влияния на работу установки.[7]

Так же используют насосы для перекачки нефти в емкости с поверхности водоема, с последующим отделением ее от воды. Иногда при высокой вязкости нефти ее вспенивают вместе с водой, что облегчает сбор насосами.

В настоящее время для сбора аварийных разливов нефти предложены различные технические устройства, некоторые из которых успешно применяются в нефтегазовой промышленности.

Особое внимание привлекают перевалочные комплексы, расположенные на берегу Черного моря, в районе жилой зоны, это означает необходимость выполнения

максимального объема работ, нацеленных на обеспечение безопасного транспорта нефти и повышение её экологической безопасности, и, естественно, жесточайший контроль со стороны государственных природоохранных органов. [10]

Перевалочные нефтебазы, расположенные на берегу Черного моря, могут представлять реальную угрозу морю, которое считается уникальным объектом природы не только в нашей стране, но и во всем мире.

К сожалению, в истории Новороссийской бухты есть даты, отмеченные чрезвычайными ситуациями, итог которых – неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Из-за попадания нефти и нефтепродуктов в воду при крушении теплохода «Адмирал Нахимов» (1986 г.), разрыва магистрального трубопровода перевалочной нефтебазе «Шесхарис» (выброс более 497 т нефти в бухту в мае 1997 г.), аварии на судне, налетевшем на нефтепричал (1999 г.) и аварии морского заправщика «Федор Котов», получившего пробоину (2000 г.), нанесен урон природе. [12,13]

Авария, произошедшая на «Шесхарисе» в мае 1997 года стала тяжелым, но поучительным уроком: персоналу пришлось приложить все возможные усилия для локализации участка и ликвидации последствий аварийного разлива нефти. [11]

Возможны следующие аварийные ситуации на перевалочных нефтебазах:

- выход судна из зоны обслуживания стендеров при выгрузке балласта, погрузке или бункеровке судна;
- разгерметизация берегового трубопровода, разлив нефти в море;
- разлив нефти на судне;
- пожар на судне или причале. [7]

Нефть и нефтепродукты по отрицательному воздействию на морскую среду являются наиболее опасным

загрязнителем, поэтому особое внимание следует обращать на предотвращение и ликвидацию нефтяного загрязнения акватории города Новороссийска.

Согласно [5], в зависимости от объема разлива нефти и нефтепродуктов, на море выделяются чрезвычайные ситуации следующих категорий:

- локального значения – разлив до 500 тонн;
- регионального значения – разлив от 500 до 5000 тонн;
- федерального значения – разлив свыше 5000 тонн.

Время локализации разлива нефти и нефтепродуктов в акватории не должно превышать 4 часов.

Исходя из местоположения разлива и гидрометеорологических условий, категория чрезвычайной ситуации может быть повышена. [5]

В отношении предприятий Новороссийского портового комплекса объектовая ответственность предусмотрена в первую очередь для нефтяных терминалов в объеме не менее 1500 т разлива нефти для каждого.

Выбор метода ЛАРН зависит от таких обстоятельств, как погодные условия (сила и направление ветра, наличие осадков, температура воздуха, морской воды, волнение моря и т.д.), возможности использования собранной нефти, экологической безопасности и производительности сбора.

Метод сжигания не применим в условиях бухты, из-за близости жилой и рекреационной зон, которые могут подвергнуться атмосферному загрязнению продуктами сжигания нефти. Не рекомендуется также применение химических методов сбора, которые могут загрязнить уникальные экосистемы Черного моря и его побережья. Эти способы удаления нефти с поверхности воды хотя и достаточно экономичны в использовании, но не



позволяют собрать нефть для дальнейшего ее использования.

Из перечисленных методов сбора нефти наиболее экологически безопасными являются механические и физико-химические методы. При повышенном ветровом режиме местности позволит использовать очень легкие сыпучие сорбенты достаточно редко. Многие из механических методов, например, с использованием шнековых или пороговых устройств, хотя и являются экологически безопасными, но не обеспечивают достаточно высокой производительности сбора нефти.

Наиболее эффективными, экономичными и быстрыми в условиях бухты являются адгезионные методы сбора нефти, с использованием специальных устройств – скиммеров. Эти способы безопасны для окружающей среды, обладают высокой производительностью сбора, и, что наиболее актуально в настоящее время, позволяют использовать и перерабатывать собранную нефть. Возможно также использование некоторых механических методов: с использованием гидродинамических и вихревых устройств.

Исходные данные и определение порядка расчета достаточности средств ЛАРН:

Данные перевалочной нефтебазы:

Часовой объем прокачки нефти по трубопроводу – 11000 т/час.

Обход трубопровода по регламенту производится один раз в час.

Время от закрытия задвижки до прекращения утечки – 15 мин.

Общая производительность нефтесборных средств нефтебазы – 861,5 м³/час.

Время начала работ – не позже, чем через два часа с момента получения сигнала об аварии.

За час испаряется – 1,5 % нефти, за два часа – 3 % нефти.

Плотность нефти – 0,850 т/м³

Время подготовки нефтесборной техники к работе:

- погрузка на автомобили аварийно-восстановительного пункта – 30 минут;
- доставка к причалу – 25 минут;
- погрузка на катера – 35 минут;
- доставка к месту разлива и установка – 30 минут.

Толстые пленки (толщиной более 1 мм) занимают 20 % площади пятна и содержат 90 % массы нефти. При разливе второго уровня требуется двойное ограждение пятна бонами. Расчет производится при силе ветра не более 10 м/с. Определение вероятных разливов нефти производится по [5]:

Максимальный размер разлива нефти на объектах нефтебазы:

- трубопровод при прорыве – 25 % максимального объема прокачки в течение 6 часов и объем нефти между запорными задвижками на порванном участке трубопровода;
- трубопровод при прорыве – 2 % максимального объема прокачки;
- нефтяной терминал – 1500 т.

Массу вылившейся нефти определяют по формуле:

$$M_n = Q_{\text{час}} \times t \times q$$

где $Q_{\text{час}}$ – часовой объем прокачки нефти, т/час;

t – время от обнаружения утечки до её прекращения, час.

q – доля вылившейся из трубопровода нефти.

При расчете достаточности средств ЛАРН по следующим формулам определяют:

- Массу вылившейся нефти с учетом испарения:

$$M = M_n - M_n \times q_{\text{и}};$$

где $q_{\text{и}}$ – доля испарившейся нефти.

- Объем разлитой нефти:

$$V = M / \rho;$$

где ρ – плотность нефти, т/м³.

- Площадь нефтяного пятна:



$$S = V / h$$

где h – толщина нефтяной пленки, м.

- Радиус пятна:

$$R = S / \pi$$

- Полупериметр нефтяного пятна:

$$P_{1/2} = R \times \pi$$

Необходимое количество боновых заграждений принимают на 150 – 200 м больше полупериметра нефтяного пятна.

Определение вероятных разливов нефти:

А) При утечке 2%: По регламенту обход производится 1 раз в час. Примем время обнаружения и заделки: 2 часа. Масса вылившейся нефти равна:

$$M = 11000 \times 2 \times 0,02 = 440 \text{ тонн.}$$

Б) При утечке 25 %, время от обнаружения до прекращения утечки – менее 1 часа. Масса вылившейся нефти равна:

$$M = 11000 \times 1 \times 0,25 = 2750 \text{ тонн.}$$

Для нефтебазы примем разлив:

1 уровня – 500 тонн;

2 уровня – 3000 тонн.

По [5] максимальный размер разлива нефти для терминала равен 1500 т.

Рассмотрим действия по ЛАРН при разливах 500 т (1 уровень), 1500 т и 3000 т (2 уровень).

Разлив 500 тонн (1 уровень – локальный):

Через 2 часа после разлива 500 т нефти на поверхности воды останется:

$$M = 500 \times 0,03 = 485 \text{ т.}$$

Объем вылившейся нефти:

$$V = 485 / 0,85 = 571 \text{ м}^3.$$

Площадь пятна:

$$S = 571 / 1,6 \times 10^{-3} = 356875 \text{ м}^2.$$

Радиус пятна:

$$R = 0.356875 / 3,14 = 337 \text{ м.}$$

Полупериметр пятна:

$$P_{1/2} = 3,14 \times 337 = 1058,2 \text{ м.}$$

То есть, для ограждения пятна потребуется 1200 м боновых заграждений.

При получении сигнала необходимо произвести погрузку бонов на рабочий

катер и доставить на место аварии. После разворачивания бонов на место аварии необходимо доставить нефтесборщики общей производительностью не менее 140 м³/час при начале работ с момента разлива или 280 м³/час при начале работ с момента разворачивания бонов. При этом разлив ликвидируется менее чем за два часа с начала работ или за четыре часа с момента разлива, что удовлетворяет требованиям [5].

Необходимое оборудование:

- боновые заграждения – 1200 м;
- скиммеры;
- судно-нефтесборщик;
- рабочий катер-бонопостановщик – 1 шт;
- катер для доставки скиммеров – 1 шт;
- баржа для собранной нефти – 500 м³.

Разлив 1500 тонн (2 уровень – региональный):

А) Через 1 час после разлива на поверхности воды останется:

$$M = 1500 - 1500 \times 0,015 = 1478 \text{ м}$$

Объем разлитой нефти будет равен:

$$V = 1478 / 0,850 = 1739 \text{ м}^3;$$

Площадь разлитой нефти:

$$S = 1739 / 3,6 \times 10^{-3} = 483056 \text{ м}^2$$

Радиус нефтяного пятна:

$$R = 483056 / 3,14 = 392 \text{ м.}$$

Полупериметр нефтяного пятна:

$$P_{1/2} = 3,14 \times 392 = 1231 \text{ м.}$$

Б) Через два часа на поверхности воды останется:

$$M = 1500 - 1500 \times 0,03 = 1455 \text{ м.}$$

Объем разлитой нефти будет равен:

$$V = 1455 / 0,850 = 1712 \text{ м}^3;$$

Площадь разлитой нефти:

$$S = 1712 / 2,3 \times 10^{-3} = 744348 \text{ м}^2$$

Радиус нефтяного пятна:

$$R = 744348 / 3,14 = 487 \text{ м.}$$

Полупериметр нефтяного пятна:

$$P_{1/2} = 3,14 \times 487 = 1529 \text{ м.}$$

Для двойного ограждения потребуется 1 км самонадувных бонов и 2 км бонов для открытого моря.



Работы по сбору начинаются через два часа, локализация пятна начинается через один час с соблюдением мер безопасности.

На первом этапе привлекаются силы 1 уровня с общей производительностью 280 м³/час.

На втором этапе необходимо доставить дополнительные скиммеры производительностью не менее 500 м³/час, привезенные с базы на причал, ближайший к месту разлива грузовыми автомобилями.

К месту аварии скиммеры, мотопомпы и бункеровщик для собранной нефти с объемом танков – 1100 т доставляются в течение 2 часов с момента начала работ.

Погрузка на автомобили на базе – 0,5 часа;

Доставка к причалу – 25 минут;

Погрузка на катера – 35 минут;

Доставка к месту разлива и установка – 0,5 часа.

После 3 часов работ производительность: 280 + 500 = 780 м³/час.

После 1 часа работ собрано – 280 м³;

Осталось – 1459 м³ – ее можно собрать данными средствами менее, чем за 2 часа.

Разлив будет ликвидирован за 1+2+2=5 часов с начала работ по сбору нефти или за 7 часов после получения сигнала об аварии, что соответствует требованиям [5].

Разлив 3000 т (2 уровень – региональный):

Необходимо в первую очередь оградить и собрать толстые (более 1 мм) пленки нефти. Они составляют 90% разлитой нефти и 20% площади пятна.

Учитывая эти условия, через 2 часа на поверхности воды остается нефти:

$$M = 3000 - 3000 \times 0,2 = 2400 \text{ м}^3$$

Площадь пятна:

$$S = 2400 / 1,2 \times 10^{-3} = 1,2 \text{ км}^2.$$

Толстые пленки занимают около 1,2 x 0,2 = 0,24 км².

Для двойного ограждения потребуется 4 км бонов и для сбора разлитой нефти используются средства 1 и 2 уровней.

Ограждение пятна производится через 2 часа после получения сигнала об аварии:

- за 1 час работ будет собрано – 310 м³;
- через 4,5 часа – 1600 м³;
- через 6 часов – 2400 м³.

Часть нефти может быть выброшена на берег. Для очистки береговой полосы потребуется привлечение строительной техники: грейферов и бульдозеров; ручных средств очистки и вакуумной нефтесборной системы с производительностью 380 м³/час по воздуху.

Разлив будет ликвидирован за 8 часов с момента получения сигнала об аварии.

При наличии всех этих сил и средств ЛАРН на нефтебазе, данного оборудования достаточно для ликвидации разливов нефти первого и второго уровня (до 3000 т нефти).

Данный расчет, может быть, применим при планировании действий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, который проводится в целях заблаговременного проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливами нефти и нефтепродуктов, поддержанию в постоянной готовности сил и средств их ликвидации для обеспечения безопасности населения и территорий, а также максимально возможного снижения ущерба и потерь в случае их возникновения.

Литература

1. Правила технической эксплуатации нефтебаз. Под ред. Куликова В.А. – М.: Недра, 1986.
2. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении /Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская.– М.: Высш. шк., 2002. –334с.
3. Герман–шахлы Ю.Г., Попов В.В. Научный опыт создания техносферы специализированного морского нефтеналивного порта. – М., Рконсульт, 2003. – 544с.
4. Правила ведения работ по очистке загрязненных акваторий портов. РД 31.04.01–90. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1991.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 августа 2000 года, № 613 «Об неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов», – М.: 2002.
6. Анцевич А.В., Тарасов В.Я. Судовые средства по предотвращению загрязнения моря и их эксплуатация, – Мурманск, Кн. Изд-во, 1988. – 176с.
7. Зуринов С.П., Ищук Ю.Г., Косовкий В.И. Охрана окружающей среды при эксплуатации судов. –Л.: Судостроение, 1989, - 256с.
8. «Методы ликвидации аварийных разливов нефти» // Экология и промышленность России, сентябрь, 1999, 15–18с.
9. Горожанкина Г.И., Пинчукова Л.И. Сорбенты для сбора нефти: сравнительная характеристика и особенности применения.// Трубопроводный транспорт нефти, №4, 2000, 45–49с.
10. Глубоковская О. ОАО «Черномортранснефть». Экологическая политика.// Трубопроводный транспорт нефти, №6, 2002, 49–52с.
11. Попов Ю.В., Смоляр Р.И., Пелипенко С.В. Опыт работы «Черномортранснефти» по ликвидации последствий аварийных разливов нефти.// Трубопроводный транспорт нефти, №8, 2001, 36–41с.
12. Смоляр Р.И., Караева Э.В. Экологический мониторинг состояния Цемесской бухты. // Трубопроводный транспорт нефти, №7, 2002. 37–42с.
13. Станев В.С., Воробьев В.А. Перспективы развития трубопроводного транспорта России. // Трубопроводный транспорт нефти № 10, 2000. 23–25с.



ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

УДК 621.64

Глухова Ася Владимировна	Начальник отдела проектной документации и разрешения на применения
Лебедев Андрей Леонидович	Начальник отдела экспертизы технических устройств
Митяков Анатолий Николаевич	Эксперт отдела экспертизы технических устройств
Елисеев Денис Николаевич	Начальник отдела экспертизы зданий и сооружений
Шевченко Алексей Владимирович	Эксперт отдела экспертизы зданий и сооружений ООО «Промтехэкспертиза», Северо-Кавказский филиал

27.08.2015

Согласно [1], автомобильные заправочные станции (далее по тексту – АЗС) предназначены для обеспечения потребителей нефтепродуктами.

В процессе эксплуатации АЗС эксплуатационному персоналу необходимо иметь представление об основных возможных опасностях, таких как пожары, взрывы и т.д.

Наиболее распространенная технологическая схема АЗС состоит из трех стадий:

1. стадия приема нефтепродуктов из автоцистерн (бензовозов) в подземные резервуары;

2. стадия хранения нефтепродуктов в резервуарах до момента их перекачивания через топливораздаточные колонки для заправки транспортной техники;

3. стадия заправки нефтепродуктами из подземных резервуаров транспортной техники через топливораздаточные колонки (далее по тексту - ТРК).

Технологическая схема составлена так, что:

- обеспечивает прием нефтепродуктов и подачу их в резервуарный парк;
- обеспечивает отпуск нефтепродуктов потребителям;

- не допускает смешивания или потери нефтепродуктов при перекачке.

Бензины всех марок и все виды дизельного топлива относятся к легковоспламеняющимся жидкостям (далее по тексту – ЛВЖ), другие виды топлива – к горючим жидкостям (далее по тексту – ГЖ) (масла моторные). Наличие их большого количества в емкостном оборудовании создает опасность возникновения пожара, в случае утечки топлива и наличия источника воспламенения.

На основании анализа аварийности на аналогичных объектах с аналогичными веществами были выбраны следующие типичные последствия аварий:

- разливы нефтепродуктов;
- пожары проливов;
- взрывы (хлопки) и пожары в резервуарах хранения;
- хлопки, пожары в автоцистернах;
- распространение взрывоопасных облаков паров, с возможным попаданием облака в помещение и взрывом (хлопком) внутри;
- сгорание перемешанных и не смешанных с воздухом газовых и паровых облаков на открытом пространстве (взрыв, хлопок, вспышка);

• Поражающими факторами рассмотренных аварий являются:

- открытое пламя, тепловое излучение пламени и горячие продукты горения;
- токсичные продукты горения;
- ударная волна;
- осколки разрушенного оборудования, обрушения конструкций.
- Основные причины и факторы, способствующие возникновению и развитию аварий на оборудовании АЗС:
 - опасности, связанные с типовыми процессами;
 - физический износ, коррозия, механические повреждения, температурные деформации оборудования или трубопроводов;
 - прекращение подачи энергоресурсов;
 - возможные ошибки персонала;
 - внешние воздействия природного характера.

Начальным событием аварии на АЗС является утечка нефтепродукта, что может произойти вследствие:

4. разгерметизации емкости (резервуара);
5. разгерметизации автоцистерны;
6. разгерметизации элемента наливной эстакады (гибкого шланга).

На основании анализа технологической схемы АЗС и с учетом физико-химических свойств веществ проведем оценку параметров возможного взрыва, пожара, характеристику токсического заражения с определением зон поражения и количеством возможных жертв. Оценку можно провести по известным методикам [2-5], которые позволяют с достаточной точностью определить возможные последствия аварийных ситуаций на АЗС.

Согласно [5] проведем расчеты для следующих сценариев выброса опасного вещества применительно для АЗС:

Сценарий 1. Полное разрушение оборудования, содержащего опасное вещество.

Сценарий 2. Нарушение герметичности (частичное разрушение) оборудования, содержащего опасное вещество.

По сценарию 1 опасное вещество поступает в окружающую среду мгновенно; по сценарию 2 опасное вещество поступает в окружающую среду через отверстие площадью S в течение продолжительного времени.

Сценарии 1 применимы только к емкостному оборудованию, сценарии 2 – как к емкостному оборудованию, так и к трубопроводам.

По сценарию 1 причинами разрушения емкости могут быть различные иницирующие события, вызванные как внутренними, так и внешними факторами, например, землетрясение и подвижки земной поверхности, падение самолета и других летательных аппаратов, диверсии и террористические акты, тепловые удары и гидравлические разрывы.

Второй сценарий предусматривает локальное разрушение оборудования с нефтепродуктами.

Расчет производится для трех вариантов:

- взрыв топливно-воздушной смеси при выходе продукта из емкости;
- пожар пролива ЛВЖ или ГЖ;
- "огненный шар" при разрыве емкости с веществом под давлением.

На рисунке 1 представлен сценарий развития аварийной ситуации для количественного анализа сценария аварии на АЗС.

Для проведения анализа последствий аварийных ситуаций необходимо определить количество и площадь разлива опасного вещества, массу парогазового облака, параметры взрывного воздействия на окружающие объекты, теплового воздействия пожара пролива и огненного шара (таблица 1). Результаты расчета зон поражения ударной волной, пожаром пролива и

огненным шаром для рассматриваемых типов аварийных ситуаций приведены в таблицах 2-4.



Рис. 1. Сценарий развития аварийной ситуации (ЖФ – жидкая фаза, ПГФ – парогазовая фаза, ПВС – паровоздушная смесь, ПГФ – парогазовая фаза)

Таблица 1

Исходные данные

Наименование оборудования	Максимальный объем, м ³	Площадь разлива опасного вещества, м ²
Резервуар	25	свободная
Автоцистерны	10	90
Гибкие шланги ТРК	Производительность - 50 л/с	свободная

Таблица 2

Зоны поражения ударной волной

Наименование вещества	Масса вещества, кг	Радиус зоны полных разрушений (100 кПа), м	Радиус зоны сильных разрушений (53 кПа), м	Радиус зоны средних разрушений (28 кПа), м	Радиус зоны слабых разрушений (12 кПа), м
Резервуар					
Бензин Аи-92	21,78	7	10	15	24
Бензин Аи-95	21,78	7	10	15	24
Дизельное топливо	20,94	6	9	14	23
Автоцистерны					
Бензин Аи-92	8,13	5	7	11	17
Бензин Аи-95	8,13	5	7	11	17
Дизельное топливо	7,82	4	6	10	16
ТРК					
Бензин Аи-92	3,37	4	6	8	13
Бензин Аи-95	3,37	4	6	8	13
Дизельное топливо	3,24	4	5	8	13

Таблица 3

Зоны поражения пожаром пролива

Наименование вещества	Масса вещества, кг	Диаметр пролива, м	Высота пламени, м	Интенсивность теплового излучения
Резервуар				
Бензин Аи-92	21,78	17,52	24,62	9,70
Бензин Аи-95	21,78	17,52	24,62	9,70
Дизельное топливо	20,94	17,52	19,23	9,70
Автоцистерны				
Бензин Аи-92	8,13	10,70	17,49	14,17
Бензин Аи-95	8,13	10,70	17,49	14,17
Дизельное топливо	7,82	10,70	13,65	14,16
ТРК				
Бензин Аи-92	3,37	6,89	12,87	10,31
Бензин Аи-95	3,37	6,89	12,87	10,31
Дизельное топливо	3,24	6,89	10,05	10,29

Таблица 4

Зоны поражения огненным шаром

Наименование вещества	Масса вещества, кг	Эффективный радиус огненного шара, м	Время существования огненного шара, с	Интенсивность теплового излучения
Резервуар				
Бензин Аи-92	21,78	14,56	2,34	136,82
Бензин Аи-95	21,78	14,56	2,34	136,82
Дизельное топливо	20,94	14,41	2,31	138,49
Гибкие шланги				
Бензин Аи-92	8,13	10,57	1,74	184
Бензин Аи-95	8,13	10,57	1,74	184
Дизельное топливо	7,82	10,44	1,72	186



Наименование вещества	Масса вещества, кг	Эффективный радиус огненного шара, м	Время существования огненного шара, с	Интенсивность теплового излучения
ТРК				
Бензин Аи-92	3,37	7,93	1,33	240
Бензин Аи-95	3,37	7,93	1,33	240
Дизельное топливо	3,24	7,82	1,31	243

Анализ данных результатов показывает, что наиболее опасным поражающим фактором является ударная волна, а наиболее опасным источником аварий – автоцистерны (вследствие больших объемов веществ подземные резервуары представляют наибольшую опасность).

Индивидуальный риск, рассчитанный по методике [2], для ударной волны составляет $1,3 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹, для огненного шара – $4,3 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹.

Ударная волна практически стопроцентно поражает людей в радиусе до 10 м (избыточное давление взрыва – до 50 кПа). Поражающий фактор огненного шара резко ослабевает при удалении от границы, очерчиваемой его эффективным радиусом, и для людей,

находящихся на поверхности даже непосредственно под огненным шаром, поражение редко бывает стопроцентным. Вместе с тем опасность огненного шара заключается в возможности аварии с образованием эффекта Домино.

Расчет зон последствий аварийных ситуаций может быть использован при проектировании и размещении АЗС и позволит планировать мероприятия по уменьшения последствий возможных аварийных ситуаций.

Также расчет зон последствий аварий является одним из важнейших разделов декларации промышленной безопасности опасного объекта, плана ликвидации аварий и паспорта безопасности опасного производственного объекта.

Литература

1. РД 153-39.2-080-01 «Правила технической эксплуатации автозаправочных станций».
2. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
3. Руководство по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ» (утверждено приказом Ростехнадзора от 20.04.2015 № 158).
4. Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» (утверждено Приказом Ростехнадзора от 20.04.2015 № 159).
5. Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварий на взрывопожароопасных химических производствах» (утверждено Приказом Ростехнадзора от 20.04.2015 № 160).



ХАРАКТЕР И ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ БАКОВ (РЕЗЕРВУАРОВ) ДЛЯ ХРАНЕНИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

УДК 67

Богатова Надежда
Михайловна
Глухова Ася
Владимировна

Эксперт отдела экспертизы технических устройств
Средне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»
Начальник отдела проектной документации и разрешения
на применения Северо-Кавказского филиала ООО
«Промтехэкспертиза»

24.09.2015

Аннотация. Опыт контроля и диагностики баков (резервуаров) для хранения концентрированной серной кислоты..

Ключевые слова: причины повреждения баков для серной кислоты в процессе эксплуатации.

Для обеспечения безопасной эксплуатации и сохранения работоспособности баков (резервуаров) для хранения серной кислоты необходимо своевременное проведение технического диагностирования всех элементов конструкции с целью выявления несоответствий требованиям нормативной документации в области промышленной безопасности.

Целью проведенного анализа являлось выявить типичные дефекты резервуаров для хранения серной кислоты и оценка степени влияния этих дефектов на безопасность и надежность эксплуатации.

За период исследования, начиная с 2006 по август 2015 годы, было проведено обследование и техническое диагностирование на предприятиях ТЭС в количестве 20 штук баков для хранения серной кислоты объемом от 75 до 200 м³.

Среда в баках - концентрированная серная кислота 72-84%, которая используется в системе водоподготовки: для регенерации катионитовых фильтров обессоливающей установки для питания котлов. Возможно уменьшение концентрации при попадании влаги через дыхательный патрубок атмосферными осадками (дождь, снег).

Так как серная кислота вызывает наибольшую коррозию при концентрации 10-20%. С дальнейшим повышением концентрации кислоты коррозия замедляется, но до 50-60% концентрации остается довольно значительной. При концентрации свыше 70% серная кислота при нормальной температуре почти не корродирует металл, а при концентрации 95-98% полностью теряет свою коррозионную активность. Незначительная глубина коррозии объясняется плохой растворимостью в концентрированной серной кислоте окислов и сульфатов трехвалентного железа, образующих на поверхности металла и защищающих его от дальнейшего контакта с агрессивной средой. [3. Раздел III.]

Кислота хранится в вертикальных стальных резервуарах с плоскими днищами и крышами, изготовленных из листовой углеродистой стали и смонтированных выше уровня земли на ленточных фундаментах, что обеспечивает возможность осмотра и ремонта днищ. [3. Раздел IV]

Обычно устанавливают несколько баков, чтобы можно было производить их чистку и ремонт без остановки процесса

производства. Также следует отметить, что хранится концентрированная (свыше 72%) серная кислота хранится в баках без антикоррозионной защиты.

Опыт контроля и диагностики резервуаров позволяет сделать вывод, что повреждения в основном носят коррозионный характер.

Таблица 1.
Причины повреждений резервуаров

Основные причины повреждения резервуаров для хранения концентрированной серной кислоты	
1	Коррозия основного металла под воздействием серной кислоты
2	Точечная коррозия днищ

При контроле металла на одном из баков была выявлена основная причина протечки – применение в конструкции бака марки стали ст. 3 кп. Марка стали была подтверждена химическим анализом металла с помощью вырезки и мокрого растворения образцов. Анализ литературных источников [1,2] показал, что сталь кипящая не предусмотрена при изготовлении. Пунктом 3.1.9 «Правил проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных» [1] предусмотрено изготовление емкостей из стали марки ст. 3пс4 и ст. 3сп4.

На рисунке 1 представлена фотография резервуара, толщина стенки по месту протечки которого составила 3,2 мм при номинальном значении 6 мм.

Второй причиной повреждения и разрушения резервуаров является точечная коррозия днищ. Так как на предприятии обычно поступает значительно загрязненная серная кислота, в процессе эксплуатации и хранения на дно баков выпадает осадок в виде ила (гелеобразная, почти бесцветная субстанция). Для контроля за состоянием днища эти отложения необходимо периодически удалять [4 п.9]. Так как

сделать очистку через дренажный патрубок невозможно, требуется вырезка люка для прочистки в обечайке бака, что приводит к увеличению затрат на производство ремонта.



Рис.1. Бак запаса серной кислоты
 $V=75 \text{ м}^3$.

Зачастую эксплуатирующие предприятия не проводят указанные работы, что в конечном итоге приводит к увеличению вероятности образования сквозной коррозии металла и протечкам днищ.

Только систематическая зачистка расходных резервуаров дает гарантию их безаварийной работы в течение предусмотренного заводом-изготовителем срока эксплуатации.

В результате анализа основных причин повреждения резервуаров для хранения концентрированной серной кислоты установлено, что основной причиной возникновения большинства выявленных при обследовании несоответствий являются нарушения, допущенные при производстве строительно-монтажных и ремонтных



работах и отклонения от требований НТД.

Выводы:

1. При проведении анализа технической документации необходимо обращать внимание на концентрацию среды: при концентрации среды менее 80% особое внимание следует уделять проведению толщинометрии листовых полос обечайки и днища с увеличением точек контроля.

2. При проведении анализа исполнительной заводской документации и паспортных данных необходимо учитывать марку материала, при

отсутствии данных – проводить контроль металла.

3. При составлении программы диагностики необходимо исходить из объективных (установленных) данных о проведении периодичности и объеме технического обслуживания объектов (в том числе данных об удалении осадков).

4. Рекомендовать производителям предусмотреть в конструкции дренажных патрубков диаметром не менее 200 мм для исключения производственных вырезов люков.

Литература

1. ПБ 03-584-03 «Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных» (утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 10 июня 2003 г. N 81).
2. АО НИИХИММАШ, АО ЦНИИПСК им. Мельникова, АО ГИАП, НПК «Изотермик». Инструкция по проведению обследования и диагностирования технического состояния сернокислотных резервуаров. Выпуск НПК «Изотермик», М., 1996. 17 с.
3. Малина К.М. Справочник сернокислотчика. Изд. Химия, М., 1971, 784 с.
4. РД 153-34.1-37.525-96. Методические указания по эксплуатации баков серной кислоты и едкого натра на ТЭС. Утвержден РАО «ЕЭС России», 02.08.1996. 14 с.



ХАРАКТЕРНЫЕ НАРУШЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Онькин А.М.

Колпаков А.С.

Титов С.А.

Эксперт в области промышленной безопасности Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Специалист по неразрушающему контролю Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Эксперт в области промышленной безопасности Волжско-Окского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

21.08..2015

Современные предприятия хранения и переработки растительного сырья -- это высокотехнологичные объекты. К ним можно отнести: объекты приема, хранения, подработки и сушки растительного сырья и продуктов его переработки, включая отдельно стоящие приемно-отпускные устройства, приемно-очистительные башни, отдельно стоящие зерносушильные участки, элеваторы, склады силосного типа, склады бестарного напольного хранения, солодовенное производство, подготовительные (дробильные) отделения, в том числе в составе предприятий пищевой промышленности; объекты производства муки, крупы, объекты производства комбикормовой промышленности.

В соответствии с требованиями Федерального закона от 21.07.1997 №116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов» предприятия, на которых осуществляется хранение или переработка растительного сырья, в процессе которых образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, способные самовозгораться, возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления, должны быть

идентифицированы в качестве опасных производственных объектов.

Элеваторам, опасным производственным объектам мукомольного, крупяного и комбикормового производства присваивается III класс опасности. Для иных объектов, на которых осуществляется хранение или переработка растительного сырья и которые идентифицированы в качестве опасных производственных объектов, присваивается IV класс опасности.

Для того, чтобы представить основные технологические процессы на опасных производственных объектах, на которых осуществляется хранение или переработка растительного сырья, необходимо рассмотреть, для примера, состав подразделений типового зернового элеватора. И так, зерновой элеватор включает в себя следующие производственные участки:

- весовая;
- приемное отделение (для выгрузки ж/д или автотранспорта),
- рабочая башня, в ней располагаются машины для предварительной, первичной и, при необходимости, вторичной очистки зерна, а также система аспирации для очистки от лёгких примесей;

- сушильное отделение, включает в себя ёмкости для накопления влажного и сухого материалов, а также необходимое количество сушилок различного исполнения с горелками под нужный вид топлива;

- отделение хранения, в современном элеваторе представляет собой силосы (банки) требуемой вместимости, расположенные либо в один ряд, либо в несколько взаимосвязанных рядов, что позволяет хранить различные культуры или сорта одних и тех же культур в одном элеваторе;

- отделение отгрузки, как правило представляют собой систему бункеров-хопперов для отгрузки на ж/д или автотранспорт;

- транспортное оборудование связывает все маршруты элеватора (нориями и транспортёрами различных видов и модификаций);

- металлоконструкции (норийные вышки и транспортные мосты и галереи);

- системы электрики и автоматизации, включают в себя шкафы управления, частотные преобразователи, датчики, электро-кабельную продукцию, освещение и т. д.;

- административно-бытовой корпус, лаборатория, пожарный резервуар и прочие, требуемые по нормативам, здания и сооружения.

Анализируя производственную структуру зернового элеватора, мы, на первый взгляд не увидим ничего экстра опасного. Но немного углубившись в практику вопроса, ясно видна основная проблема, из-за которой элеваторы и другие подобные объекты отнесены к III классу опасных производственных объектов. И проблема эта состоит в повышенной взрывопожароопасности зерновой или мучной пыли, обильно образующейся при переработке зерна и способной самовозгораться или возгораться от источника зажигания, в случаях нарушения установленных

требований к осуществлению технологических процессов, эксплуатации оборудования, инженерных систем зданий и сооружений.

Пылевой взрыв является самым страшным последствием наличия зерновой пыли помимо пожаров, возгораний и задымлений. Настоящему риску подвержены все предприятия отрасли, независимо от размера, типа, конструкции зданий и сооружений. Элеваторы, предприятия со складами напольного хранения, комбикормовые заводы и мельницы, мелкие перевалочные зерновые пункты и огромные портовые терминалы подвержены риску полного разрушения в результате пылевого взрыва или пожара.



Фото 1. Взрыв элеватора в штате Канзас, США.



Фото 2. Взрыв элеватора в Новом Орлеане, США. Погибло 36, ранено 9 человек. Верхние этажи рабочей башни полностью разрушены.



Фото 3. Взрыв элеватора в штате Огайо, США.



Фото 4. Эта восьмизэтажная мельница в Канзас-сити, США, была полностью разрушена также в результате пылевого взрыва. К счастью, обошлось без жертв и только 5 сотрудников получили тяжелые ожоги.



Фото 5. Полностью разрушен в результате взрыва зерновой пыли и пожара элеватор

емкостью 50 тыс. тонн в штате Айова, 24 ранено, 5 погибло.



Фото 6. Элеватор с отпуском на воду в штате Иллинойс разрушен взрывом до основания в течение одной минуты, 5 погибло



Фото 7. Завод по переработке солода во Франции, полное разрушение, 5 ранено, 12 погибло.



Фото 8. Пожар на элеваторе. Город Саратов.



Фото 9. Обширный пылевой взрыв зернового элеватора в городе Галвестон, штат Техас, США, - 22 человека ранено, 18 погибло.

Зерновая пыль, источником которой является трение зерен друг о друга во время любого перемещения, при минимальной концентрации в воздухе обладает более разрушительной силой, чем динамит.

Зерновая пыль, осевшая на стенах, полу и оборудовании, легко поднимается в воздух и достигает взрывоопасной концентрации при обычных рабочих условиях предприятия (вторичное пыление).

Увеличению пылевыделения способствует как недостаточная герметизация оборудования, так и неэффективная работа аспирационных систем и вентиляции. Даже при хорошей работе аспирации в воздухе присутствует пыль перерабатываемого продукта. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) зерновой пыли – 4 мг/м^3 , мучной пыли – 6 мг/м^3 .

В отдельных зонах производственных помещений и при аварийных ситуациях концентрация пыли в воздухе может превышать нормативные значения и повышаться до взрывоопасных концентраций. Пылевой взрыв внутри замкнутого пространства создает избыточное статическое давление, в 12,5 раз превышающее точку разрушения железобетонной плиты.

Пылевой взрыв представляет собой практически мгновенное возгорание мелких частиц зерновой пыли, приводящее к резкому росту температуры и давления. Все эти факторы присутствуют в любом зернохранилище или на перерабатывающем предприятии: есть более чем достаточное количество воздуха; есть зерновая пыль, осевшая на полу, оборудовании, приставшая к стенам или залегшая в самотечных трубах, внутри конвейеров и норий; при работающем оборудовании есть некоторая взвесь зерновой пыли в воздухе, особенно в зонах приемки, перемещения или переработки зерна; имеется более чем достаточно источников возгорания (короткое замыкание, статическое электричество, перегрев подшипника, сход ленты, засыпанная нория, сварочные работы, резка металла и т.д.).

Нижний порог взрывоопасной концентрации зерновой пыли в воздухе составляет 40 мг/м^3 и 100 мг/м^3 для мучной пыли. Такое количество пыли едва сможет покрыть площадь в 1 кв.м. , но при этом любая более высокая концентрация пыли в воздухе обладает еще более мощным взрывным потенциалом. Температура в зоне пылевого взрыва возрастает до 3000 градусов Цельсия, а избыточное статическое давление достигает 10 кг/кв.см. Для сравнения – давление, необходимое для того, чтобы разбить оконное стекло, составляет $0,07 \text{ кг/см}^2$; давление, достаточное для разрушения деревянной конструкции составляет $0,14 \text{ кг/см}^2$; точка разрушения средней по толщине железобетонной плиты – $0,56 \text{ кг/см}^2$.

Причиной масштабных разрушений предприятий является вторичный пылевой взрыв. Это явление приводит к намного более тяжким последствиям, чем изначальный «хлопок» и приводит к

полному разрушению объекта в течение 1-2 минут.

Анализ факторов взрывоопасности показывает нам, что их можно разделить на 2 основные группы.

Первая группа – физико-химические составляющие образования воздушной среды, обусловлены наличием:

а) мельчайших частиц горючей зерновой пыли;

б) газов, в том числе кислорода;

в) турбулентного движения воздушных масс, обусловленного естественными и производственными факторами.

Вторая группа – физические явления, сопутствующие эксплуатации оборудования (вибрации, нагрев, трение, удары, электрические явления) и вызывающие, при определенных условиях, процессы взрыва и горения. Все эти вредные физические явления не проявятся, если при использовании технических устройств соблюдаются требования промышленной безопасности. Технические устройства, например, на зерновых элеваторах представлены следующей группой: воздушно-ситовые зерноочистительные машины, зерносушилки непрерывного действия, нории, сепараторы, ленточные и скребковые конвейеры (транспортеры).

Остановимся подробнее на технических характеристиках ленточных конвейеров (транспортеров), которые используются на опасных производственных объектах хранения и переработки растительного сырья.

Ленточные конвейеры — наиболее производительный вид непрерывного транспорта, используемый для транспортирования сыпучих и штучных грузов с различной производительностью и скоростью движения конвейерной ленты. Их принцип действия основан на выполнении замкнутой лентой одновременно двух функций -- грузонесущей и тяговой.

Рабочим органом практически всех ленточных конвейеров является резиноканевая лента, несущая транспортируемый груз и выполняющая одновременно функции тягового органа. Лента огибает два концевых барабана, а тяговое усилие передается на ленту с приводного барабана посредством сил трения её о барабан. Необходимое прижатие ленты к приводному барабану обеспечивается натяжным устройством. Лента по всей длине опирается на стационарно закрепленные трехроликовые опоры, которые придают ей желобчатую форму, необходимую для транспортирования зерна. Материал подается на полотно через загрузочную воронку, а разгрузка производится за счет привода (рис.1).

Характерная особенность использования ленточных конвейеров в условиях **предприятий хранения и переработки растительного сырья** состоит в том, что они активно эксплуатируются в среде гибридных пылевоздушных смесей, имеющих повышенную взрывоопасность. Следовательно, имеется насущная необходимость изучения и устранения всех возможных неисправностей, ведущих к снижению уровня требований промышленной безопасности к данному техническому устройству.

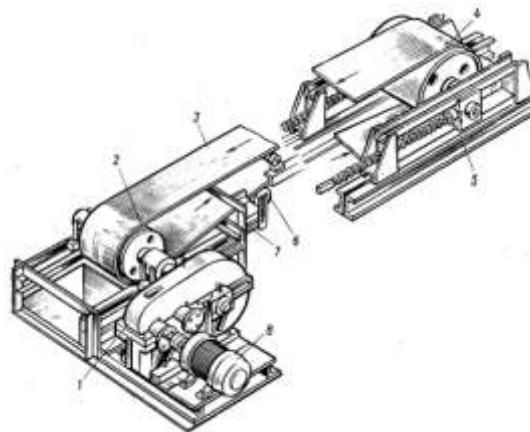


Рис.1. Ленточный конвейер.



1 - редуктор; 2 – приводной барабан; 3 – прорезиненная лента; 4 – обводной (натяжной) барабан; 5 – натяжное устройство (для ленты); 6 – роликовые; 7 – рама; 8 – электродвигатель.

В целях оказания методической помощи предприятиям, занимающимся **хранением и переработкой растительного сырья**, специалисты ООО «Промтехэкспертиза» провели ряд исследований ленточных конвейеров, с целью оценки соответствия их установленным требованиям промышленной безопасности.

В ходе исследований специалисты выявляли дефекты и повреждения элементов и узлов конструкций и состояния соединений.

Были выполнены предварительные визуальные, а в последствии инструментальные обследования состояния конвейеров ленточных. По результатам обследования эксперты ООО «Промтехэкспертиза» предоставляли владельцам:

- схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера;
- описания, фотографии дефектных участков;
- провели предварительную оценку технического состояния металлических конструкций, электродвигателей, электрических соединений, определяемого по степени повреждений и характерным признакам дефектов.

Инструментальное обследование технического состояния ленточных конвейеров экспертами ООО «Промтехэкспертиза», включало в себя:

- инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;
- определение фактических характеристик материалов основных соединений и их элементов;
- измерение параметров эксплуатационной среды, присущей техно-

логическому процессу в здании и сооружении;

- анализ причин появления дефектов и повреждений в соединениях и механизмах ленточных конвейеров.

На основании анализа предоставленной технической документации, актов обследования технических устройств, с приложенными к ним протоколами измерений, выполненных методом неразрушающего контроля, произведенных расчетов остаточного ресурса, сделан вывод о том, что при эксплуатации технических устройств - конвейеров ленточных, не в полной мере соблюдаются требования промышленной безопасности.

Эти нарушения обусловлены наличием следующих основных видов дефектов и нарушений:

1. Отсутствие роликов на верхних роликоопорах, которое способствует усилению вибрации, трению, нагреву и в результате приводит к износу ленты, к перегрузке электродвигателей;
2. Отсутствие крышки клеммной коробки электродвигателя привода конвейера ленточного способствует контакту электрических соединений с пылевоздушной средой;
3. Неполный комплект болтового крепления крышки клеммной коробки электродвигателя привода конвейера ведет к контакту электрических соединений с пылевоздушной средой;
4. Неполный комплект болтового крепления крышек подшипников натяжных и приводных барабанов ведет к контакту нагреваемых и электризирующихся рабочих поверхностей с пылевоздушной средой;
5. Отсутствие устройства для очистки холостой ветви конвейера ленточного приводит к скоплению зерновой пыли на ленте конвейера и переходу ее во взвешенное состояние;
6. Отсутствие аспирации насыпных лотков конвейера ленточного ведет к



активному насыщению зерновой пылью воздушной среды;

7. Отсутствие надписей о назначении кнопок местного управления технического устройства конвейера ленточного ведет к потере времени при необходимости текущего и аварийного отключения технического устройства;

8. Отсутствие указателей нахождения органов аварийного выключения технического устройства конвейера ленточного ведет к потере времени при необходимости аварийного отключения технического устройства;

9. Отсутствие реле контроля скорости не позволяет выдавать сигнал аварии в случае снижения или превышения установленной скорости конвейера;

10. Отсутствие заземления и зануления ведет к замыканиям в электрической сети, накоплению статического электричества на рабочих поверхностях.

11. Отсутствие надежной магнитной защиты на приеме сырья с автотранспорта не исключает попадание посторонних металлических предметов в систему транспортировки сырья и приводит к поломке и простоям оборудования.

12. Сшивка концов ленты металлическими скобами способствует искровыделению при трении о металлические поверхности

13. Неполный комплект клиновых ремней привода конвейера способствует перегрузке электродвигателя.

Все перечисленные нарушения правил промышленной безопасности, прямо или косвенно ведут к превышению всевозможных расчетных эксплуатационных нагрузок ленточного конвейера, что способствует избыточному трению, нагреву поверхностей, накоплению статического электричества на узлах и деталях технического устройства и в конечном итоге снижает взрывобезопасность промышленного объекта в целом.

Специалистам, эксплуатирующим ленточные конвейеры, на предприятиях, на которых осуществляется хранение или переработка растительного сырья, необходимо четко осознавать, что любые, даже на первый взгляд незначительные нарушения и отступления от требований промышленной безопасности опасных производственных объектов, могут привести к катастрофическим последствиям.

Литература

1. Федеральный закон от 21.07.97 г. №116-ФЗ, с изменениями «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Постановление Правительства РФ от 10.06.2013 г. N 492, с изменениями на 15.04.2014 года «О лицензировании эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности».
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 14 ноября 2013 №538. (Зарегистрировано в Минюсте России 26.12.2013 г. №30855).
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья», утвержденные Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21 ноября 2013 г. №560.
5. ГОСТ 26582-85. Машины и оборудование продовольственные. Общие технические условия. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 июня 1985 г. №2079.



6. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 14.06.91 г. №875.
7. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. Введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 28 июня 1976 г. №1581.
8. ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования. Принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации 21 октября 1993 г.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. №681-ст.



МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ УЧАСТКОВ И СОСТАВЛЯЮЩИХ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА

УДК 621.645

Глухова Ася
Владимировна

Дедов В.В.

Бич Александр
Николаевич

Зубанев Виктор
Викторович

Елисеев Денис
Николаевич

Начальник отдела проектной документации и разрешения на применения

Инженер отдела проектной документации и разрешения на применения

Эксперт отдела экспертизы технических устройств

Эксперт отдела экспертизы технических устройств

Начальник отдела экспертизы зданий и сооружений
Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

14.09..2015

Техногенная опасность – это состояние, которое внутренне присуще технической системе, промышленному или транспортному объекту. Оно реализуется в виде поражающих воздействий источника техногенной чрезвычайной ситуации на человека и окружающую среду при его возникновении или в виде прямого или косвенного ущерба для человека и окружающей среды в процессе нормальной эксплуатации этих объектов. [4]

Нефтепровод магистральный — комплекс сооружений для транспортирования нефти от пункта добычи к потребителям (нефтеперерабатывающему заводу или перевалочным нефтебазам). Нефтепровод магистральный сооружается из стальных труб диаметром до 1220 мм на рабочее давление от 5,5 до 6,4 МПа, пропускная способность – до 90 млн. т нефти в год. Нефтепровод магистральный прокладывается подземным, надземным и наземным способами и защищаются от коррозии нанесением изоляционных покрытий, а также с помощью катодной и дренажной защиты.

В состав нефтепровода магистрального входят трубопроводы, линейная арматура, головная и промежуточные нефтеперекачивающие станции, линейные и вспомога-тельные сооружения.

При определении степени опасности участков и составляющих магистрального нефтепровода (далее по тексту - МН) проводятся следующие этапы:

- распределение участков и составляющих МН по показателям риска аварии;
- сравнение показателей риска аварии участков и составляющих МН со среднестатистическим (фоновым) уровнем и установление степени опасности участков и составляющих МН.

Основные показатели риска аварии (индивидуальный $R_{инд}$, потенциальный $R_{пот}$, коллективный риск $R_{колл}$ и социальный риск $F(x)$ гибели человека при аварии согласно [6]) и дополнительные (удельные и интегральные) показатели риска аварии используются для определения степени опасности аварии на линейной части (далее по тексту - ЛЧ) МН.

Основные показатели риска аварии приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1

Показатели риска аварии на ЛЧ МН.

Кодовый номер	Условное обозначение	Наименование	Единица измерения
РИСК-1	Λ_{MN}	Интенсивность аварий на ЛЧ МН	год-1
РИСК-2	Λ_{1000}	Удельная интенсивность аварий	1/(1000 км·год)
РИСК-3	M_A	Средняя масса утечек нефти, нефтепродукта при аварии	тонн
РИСК-4	$\overline{m_A}$	Средняя масса потерь нефти, нефтепродукта при аварии	тонн
РИСК-5	R_m	Ожидаемая масса потерь нефти, нефтепродукта при аварии	т/год
РИСК-6	R_{m1000}	Удельные ожидаемые потери нефти, нефтепродукта при аварии	т/(1000 км·год)
РИСК-7	$\overline{Y_A}$	Средний размер ущерба от аварии, в том числе:	тыс. руб.
РИСК-8	$Y_{\$oc}$	средний размер платы за загрязнение окружающей среды при аварии	тыс. руб.
РИСК-9	$Y_{\$m}$	средние потери нефти, нефтепродукта при аварии в денежном выражении	тыс. руб.
РИСК-10	RY	Ожидаемый ущерб от аварий на ЛЧ МН	тыс. руб./год
РИСК-11	RY_{1000}	Удельный ожидаемый ущерб от аварии	млн. руб./(1000 км·год)
РИСК-12	R_{HC1}	Частота гибели одного и более человека при авариях на ЛЧ МН (интенсивность возникновения аварий со смертельными несчастными случаями)	год-1
РИСК-13	R_{HC10}	Частота гибели 10 и более человек при авариях на ЛЧ МН (интенсивность возникновения крупных аварий с групповыми смертельными несчастными случаями)	год-1
РИСК-14	R_{HC30}	Частота гибели 30 и более человек при авариях на ЛЧ МН (интенсивность возникновения особо крупных аварий с групповыми смертельными несчастными случаями)	год-1
РИСК-15	$R_{инд}$	Индивидуальный среднегрупповой риск гибели в аварии отдельного человека из числа персонала, населения и иных физических лиц	год-1
РИСК-16	$R_{колл}$	Коллективный риск смертельного поражения людей при авариях на ЛЧ МН	чел./год
РИСК-17	$R_{пот}$	Потенциальный территориальный риск гибели человека от аварии (частота возникновения смертельно поражающих факторов аварии в определенной точке территории)	год-1
РИСК-18	$M_{ВКПл}$	Максимально возможное количество потерпевших (в т.ч. погибших) при авариях на ЛЧ МН	чел.
РИСК-19	$F(x)$	Социальный риск гибели людей при авариях на ЛЧ МН	год-1

Распределение участков и составляющих МН по основным опасностям аварий осуществляется для однотипных участков и составляющих МН по характерным для них основным показателям риска аварий.

Для распределения участков ЛЧ МН строим зависимость для характерных показателей риска аварии РИСК-2, РИСК-3, РИСК-4, РИСК-6, РИСК-7, РИСК-8, РИСК-9 и РИСК-11 вдоль всей трассы по форме, полученная в результате деления трассы МН на участки. Она изображена на рисунке 1. L_n – длина n-го участка трассы МН, x_n – расстояние от начала трассы для n-ого участка, $R(n)$ – один из показателей риска для n-го участка.

Составляем таблицу для распределения площадочных объектов МН с полным перечнем рассмотренных элементов, сгруппированных по следующим типам:

- насосное оборудование;
- резервуары и иное емкостное оборудование;
- технологические трубопроводы опасных веществ.

Указываем рассчитанные показатели риска аварии в порядке убывания средней массы потерь нефти, нефтепродукта при наиболее опасном сценарии аварии. Элементы, имеющие максимальные значения по другим показателям (за исключением РИСК-16), указываем отдельно.

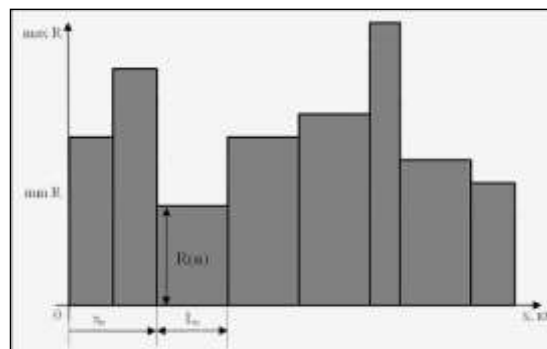


Рис. 1. Общий вид распределения показателя риска $R(n)$ вдоль трассы МН.

Распределение участков и составляющих МН по рассчитанным количественным показателям риска аварии служит основой для установления степени опасности участков и составляющих МН.

Существует четыре степени опасности аварии на участках и составляющих МН, которая устанавливается относительным сравнением со среднестатистическим (фоновым) уровнем риска аварии:

- «малая»;
- «средняя»;
- «высокая»;
- «чрезвычайно высокая».

Степень опасности аварий для участков ЛЧ МН определяется различием между рассчитанным для участка значением показателя риска аварии и среднестатистическим (фоновым) уровнем риска аварии $R_{5лет}$ по критериям, которые приведены в таблице 2 [1].

Таблица 2

Критерии степени опасности аварий на ЛЧ МН по сравнению со среднестатистическим (фоновым) уровнем риска аварии для ЛЧ МН $R_{5лет}$

Сравнительная степень опасности аварии на участке ЛЧ МН	Значение рассчитанного показателя риска аварии R
«Малая»	Менее $0,5 \cdot R_{5лет}$
«Средняя»	От $0,5 \cdot R_{5лет}$ до $5,0 \cdot R_{5лет}$
«Высокая»	От $5,0 \cdot R_{5лет}$ до $50,0 \cdot R_{5лет}$



Сравнительная степень опасности аварии на участке ЛЧ МН	Значение рассчитанного показателя риска аварии R
«Чрезвычайно высокая»	Более 50 · R _{5лет}

На этапе «Планирование организация работ» определяем среднестатистический (фоновый) уровень риска аварии для ЛЧ МН R_{5лет}. Он определяется как среднегодовое значение показателя риска аварии за последний пятилетний период рассмотрения на МН эксплуатирующей организации.

Ниже приведены примеры определения критериев степени опасности участков ЛЧ

МН, где в качестве показателей опасности использованы удельные ожидаемые потери нефти, нефтепродукта и экологический ущерб от аварий за год. Указанные дополнительные показатели риска для ЛЧ МН аварии являются типовыми.

Примеры типовых показателей с критериями опасности аварий:

Таблица 3

Типовые показатели с критериями опасности аварий на ЛЧ МН

Сравнительная степень опасности аварии на участке ЛЧ МН	Типовые показатели риска аварии на ЛЧ МН	
	Удельные ожидаемые потери нефти при аварии R _{m1000} , т/(1000 км·год)	Удельный ожидаемый экологический ущерб от аварии RЭ1000, млн. руб./(1000 км·год)
«Малая»	Менее 5	Менее 2
«Средняя»	От 5 до 50	От 2 до 20
«Высокая»	От 50 до 500	От 20 до 200
«Чрезвычайно высокая»	Более 500	Более 200

Таблица 4

Типовые показатели с критериями опасности аварий на ЛЧ МНПП

Сравнительная степень опасности аварии на участке ЛЧ МНПП	Типовые показатели риска аварии на ЛЧ МНПП	
	Удельные ожидаемые потери нефтепродукта при аварии R _{m1000} , т/(1000 км·год)	Удельный ожидаемый экологический ущерб от аварии RЭ1000, млн. руб./(1000 км·год)
«Малая»	Менее 4	Менее 1
«Средняя»	От 4 до 40	От 1 до 10
«Высокая»	От 40 до 400	От 10 до 100
«Чрезвычайно высокая»	Более 400	Более 100

Иллюстрация формы представления распределения суммарной длины участков L_s трассы по показателю риска аварии R приведена на рисунке 2.

В случае однокilометровых сухопутных участков вместо суммарной длины участков L_s используют общее количество таких участков.

Исходя из значений данного показателя, рассчитанных для участков всей трассы на этапе «Количественная оценка риска аварии на МН», устанавливаем критерии степени опасности, при отсутствии достоверных сведений о среднестатистическом (фоновом) уровне риска аварии для какого-либо показателя риска аварии на

ЛЧ МН. Для этого полный интервал изменения показателя риска {R_{min}, R_{max}} разделяем по критериям степени опасности на ЛЧ МН, которые приведены в таблице 5.

Для площадочных объектов (составляющих) МН степень опасности

аварий определяется показателем максимально возможного количества потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии (в т.ч. смертельно травмированных), по критериям, которые приведены в таблице 6 [1].

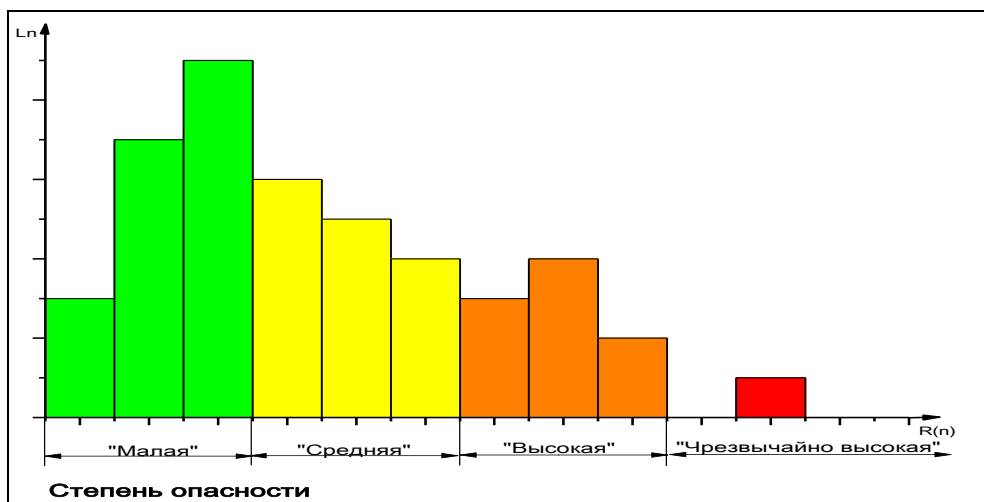


Рис. 2. Иллюстрация формы представления распределения суммарной длины участков L_s трассы по показателю риска аварии R.

Таблица 5

Критерии степени опасности аварий на ЛЧ МН по сравнению с интервалом изменения рассчитанного показателя риска аварии {R_{min}, R_{max}}.

Сравнительная степень опасности аварии на участке ЛЧ МН	Значение рассчитанного показателя риска аварии R
«Малая»	Менее $R_{\min} + 0,3 \cdot (R_{\max} - R_{\min})$
«Средняя»	$R_{\min} + (0,3 - 0,8) \cdot (R_{\max} - R_{\min})$
«Высокая»	$R_{\min} + (0,8 - 0,97) \cdot (R_{\max} - R_{\min})$
«Чрезвычайно высокая»	Более $R_{\min} + 0,97 \cdot (R_{\max} - R_{\min})$

Таблица 6

Критерии степени опасности аварий на площадочных объектах (составляющих площадочных объектов) МН.

Сравнительная степень опасности аварии на площадочном объекте (составляющей площадочного объекта) МН	Максимально возможное количество потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии на площадочном объекте (составляющей площадочного объекта) МН	
	Всего потерпевших	в т.ч. смертельно травмированных
«Малая»	Менее 10	Менее 3
«Средняя»	От 10 до 74	От 3 до 9
«Высокая»	От 75 до 300	От 10 до 30
«Чрезвычайно высокая»	Более 300	Более 30



Данные международной статистики могут использоваться для сопоставительной оценки степени опасности разливов нефти и нефтепродуктов в водные объекты при авариях на МН, например по аварийным разливам при перевозках нефти и нефтепродуктов танкерами.

Таблица 7
Сопоставительные критерии степени опасности аварий при перевозках нефти и нефтепродуктов танкерами.

Сопоставительная степень опасности аварии при перевозке нефти, нефтепродуктов танкерами	Средняя масса потерь нефти (нефтепродуктов), т	
	при наиболее опасном сценарии аварии	при наиболее вероятном сценарии аварии
«Малая»	Менее 350	Менее 7
«Средняя»	От 350 до 3500	От 7 до 70
«Высокая»	От 3500 до 35 000	От 70 до 700
«Чрезвычайно высокая»	Более 35 000	Более 700

Заключительным этапом процедуры оценки степени риска аварии на МН является разработка необходимых рекомендаций по снижению риска аварии. Основанием рекомендаций являются результаты идентификации опасностей аварий, количественной оценке риска аварии на МН и определении степени опасности участков и составляющих МН.

Необходимость разработки рекомендаций по снижению риска аварии безусловна только для чрезвычайно опасных участков и составляющих МН. Для высоко- и среднеопасных участков и составляющих МН необходимость разработки рекомендаций обусловлена имеющимися ресурсами на внедрение дополнительных мероприятий (мер, групп мер) обеспечения безопасности технического и (или) организационного характера [1].

Для обоснования приоритетов в мероприятиях по оптимальному обеспечению безопасного функционирования МН в условиях опасности возможного возникновения промышленных аварий (риск-ориентированный подход) используются рассчитанные показатели риска аварии на ЛЧ МН (участках) и площадочных объектах (составляющих) МН.

Необходимые рекомендации по снижению риска аварии разрабатываются в форме проектных решений или планируемых мероприятий обеспечения безопасности технического и организационного характера.

Альтернативные оптимизационные задачи для оценки эффективности возможных мер обеспечения безопасности:

- выбирают оптимальную группу мер безопасности, обеспечивающих снижение риска аварии до значений, исключающих долгосрочную эксплуатацию чрезвычайно опасных участков и составляющих МН, минимизируя при этом затраты;

- выбирают оптимальную группу мер безопасности при заданных ресурсах, обеспечивающих максимальное снижение риска аварии на МН.

Меры обеспечения безопасности должны уменьшать возможность и (или) смягчать тяжесть последствий возможных аварий. Меры обеспечения безопасности, направленные преимущественно на предупреждение аварии (уменьшение возможности возникновения инцидентов и аварий), относятся к приоритетным необходимым рекомендациям по снижению риска аварии.

Они включают в себя:

- меры по уменьшению вероятности перерастания инцидента в аварийную ситуацию;

- меры по уменьшению вероятности возникновения инцидента.

Меры по уменьшению тяжести последствий аварии имеют следующие приоритеты:

- меры, касающиеся готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации последствий аварий;



- меры, относящиеся к системам противоаварийной защиты и контроля (например, применение газоанализаторов);

- меры, предусматриваемые при проектировании опасного объекта (например, выбор несущих конструкций, запорной арматуры).

Основные мероприятиями по снижению риска аварии:

- повышенная частота проведения внутритрубной диагностики;

- применение повышенных толщин стенки трубы (по сравнению с расчетами по СНиП 2.05.06-85*) и материалов повышенной прочности;

- прокладка МН методом «труба в трубе» на наиболее опасных участках;

- сверхнормативное (по сравнению со СНиП 2.05.06-85*) заглубление МН;

- применение современной системы обнаружения утечек и несанкционированных врезок;

- проведение периодических испытаний на прочность и герметичность эксплуатируемого МН;

- повышенные требования к качеству производства сметно-монтажных работ, включая контроль производства на заводе-изготовителе, заводских испытаний, доставки, погрузки/разгрузки, складирования, хранения, монтажа, испытаний;

- ограничение площадей возможных аварийных разливов нефти, нефтепродукта за счет возведения инженерных сооружений (траншей, дамб, валов)

- повышение эффективности охраны МН и мер защиты от вандализма и терроризма;

- увеличение объема контроля качества сварных стыков различными неразрушающими методами контроля;

- проведение внутритрубной диагностики после завершения строительства МН [1].

Литература

1. Руководство по безопасности «Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и магистральных нефтепродуктопроводов» (утв. приказом Ростехнадзора от 7 ноября 2014 г. № 500).
2. СНиП 2.05.06-85* «Магистральные трубопроводы».
3. СНиП III-42-80* «Магистральные трубопроводы».
4. ГОСТ Р 22.0.05-97 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения».
5. ГОСТ 7.32-2001 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
6. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (утв. приказом Ростехнадзора от 13.05.2015 N 188).



ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ ОБВЯЗКИ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РАСЧЕТА И АНАЛИЗА

Перовский Кирилл Эдвардович	Старший инженер отдела ЭТУ
Митяков Анатолий Николаевич	Эксперт отдела ЭТУ
Зубанев Виктор Викторович	Начальник лаборатории НК
Лебедев Андрей Леонидович	Начальник отдела экспертизы ТУ Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

18.08.2015

В рамках работ по техническому диагностированию оборудования газоперекачивающих компрессорных станций выполняется геодезический мониторинг положения трубопроводных обвязок газоперекачивающих агрегатов (далее – ГПА).

Для анализа влияния отклонений положения трубопроводов от проектного положения на безопасность эксплуатации оборудования необходима обработка полученных результатов, которая может осуществляться следующими способами:

- методами прямых измерений напряжений и деформаций с помощью различных приборных средств контроля, которые не обеспечивают оперативности получения информации из-за необходимости проведения большого объема подготовительных работ и непосредственно измерений, не обладают должной достоверностью и не выявляют истинных причин изменения напряженно-деформированного состояния (далее – НДС) трубопровода (НДС – состояние при котором в металле трубы возникают напряжения и деформации под

воздействием приложенных нагрузок и воздействий);

- расчетами, базирующимися на методах сопротивления материалов и строительной механики, которые не позволяют провести адекватный анализ с требуемой точностью и в некоторых случаях могут дать неверную качественную картину НДС; [1]

- компьютерным моделированием методом конечных элементов (далее – МКЭ), которое позволяет значительно расширить класс и постановку решаемых задач, за счет более полного учета реальных условий нагружения и свойств используемых материалов [1].

С целью оценки фактического состояния трубопроводного оборудования (далее – ТПО) ГПА, обнаружения возможных аварийных участков выполнено исследование с использованием программного пакета ANSYS.

При оценке технического состояния были выполнены работы по изучению проектной документации, выполнено техническое диагностирование ТПО с использованием методов визуально-измерительного и ультразвукового

контроля, определено пространственное положение ТПО и выявлены его отклонения от проектного положения. На основе полученных данных была построена математическая модель ТПО ГПА и ее графическое представление в виде трехмерной модели (Рис.1).

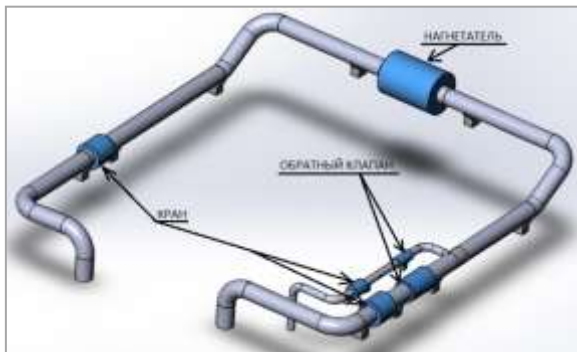


Рис. 1. Трехмерная математическая модель.

Для сравнения результатов на исследуемом участке были проведены прямые измерения напряжений с использованием тензодатчиков.

На начальном этапе подготовки к расчету в программном пакете ANSYS была построена расчетная сетка (Рис.2), так как основа МКЭ – разбиение математической модели конструкции на непересекающиеся компоненты простой геометрии.

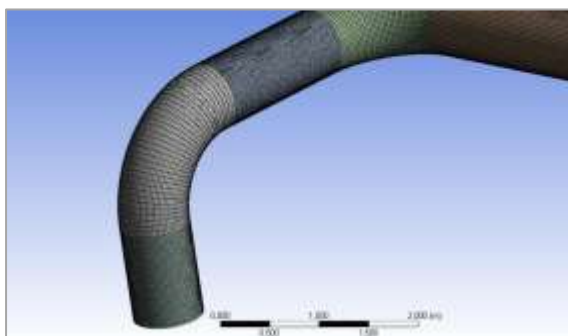


Рис. 2. Фрагмент расчетной сетки.

Далее в процессе подготовки модели к расчету были заданы граничные условия, учитывающие сложную схему действующих силовых факторов:

- кинематическое нагружение, связанное с изменением пространственного положения;
- давление газа (40 МПа – на входе, 55 МПа – на выходе);
- вес трубопровода и запорной арматуры;
- температура газа.

В результате расчета были получены детальные трехмерные картины распределения напряжений в цветовой гамме при действии заданных эксплуатационных нагрузок с возможностью уточнения рассчитанного значения в любой интересующей точке на поверхности трубы (Рис.3).

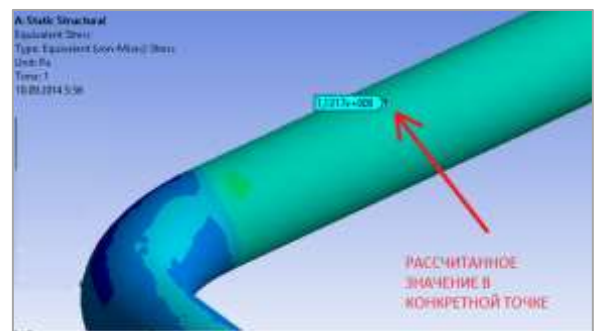


Рис. 3. Фрагмент с уточненным значением в точке на поверхности трубы.

Рассчитанные значения напряжений для существующего положения ТПО ГПА (Рис.4) были сопоставлены с допустимыми для данных материалов и результатами тензометрирования (Табл. 1).

В виду того, что тензодатчики были установлены на трубопроводах отработавших продолжительное время и особенностям данных измерений, возникают расхождения результатов прямых измерений с расчетами в программном пакете Ansys.

Определенные напряжения и деформации для существующего положения являются допустимыми на исследуемом участке.

Использование разобранной методики позволяет повысить надежность эксплуатации ТПО и не только

своевременно обнаружить аварийно-опасные участки, но и оказывает реальную помощь в разработке мероприятий по их устранению.

Для полной картины НДС ТПО необходимо сочетание приведенного метода с прямыми измерениями

различными приборными средствами контроля, следовательно, математическое моделирование является необходимым, но не достаточным средством оценки НДС.

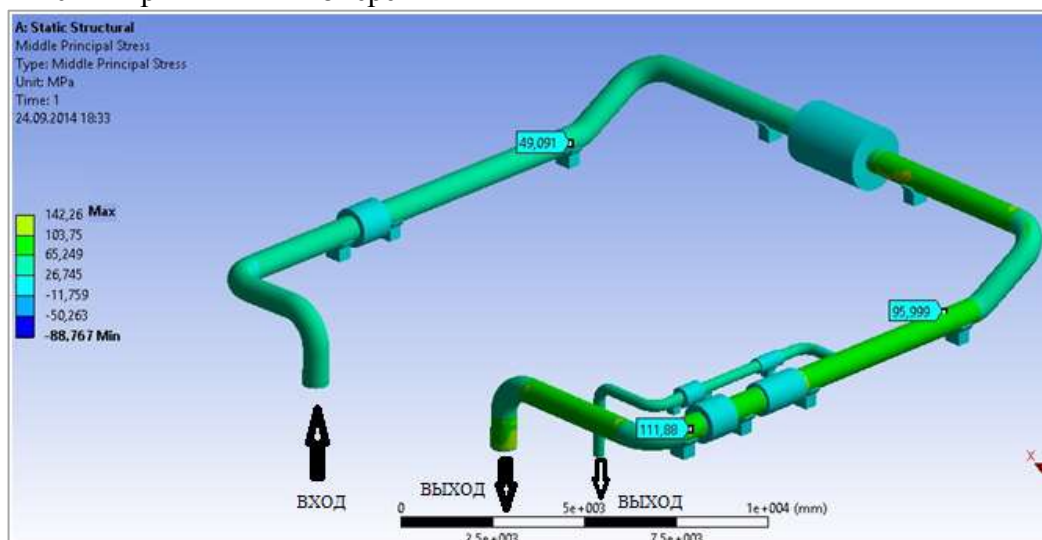


Рис. 4. Распределение напряжений для существующего положения ТПО.

Таблица 1

Максимальные напряжения

	Результаты тензометрирования	Результаты расчета	Допустимые напряжения
Для материала труб, МПа	111	124	209
Для материала отводов, МПа	65	73	188

Литература

1. Рудаченко А.В., Саруев А.Л. Исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов. – Томск: изд-во ТПУ, 2011. – 136 с.



ОЦЕНКА РИСКА АВАРИЙ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ – НЕФТЕГАЗО- ПРОВОДЕ

УДК 66.5

Глухова Ася
Владимировна

Лебедев Андрей
Леонидович

Зубанев Виктор
Викторович

Елисеев Денис
Николаевич

Борисов Виктор
Васильевич

Начальник отдела проектной документации и разрешения на применения Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

начальник отдела экспертизы технических устройств Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

эксперт отдела экспертизы технических устройств Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

начальник отдела экспертизы зданий и сооружений Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»,

технический директор Волжско-Окского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

03.09.2015

Согласно Федеральному Закону [1], нефтегазопроводы являются опасными производственными объектами (далее по тексту – ОПО), так как:

- на объекте транспортируются опасные вещества:

- горючие вещества – жидкости (газовый конденсат), способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

- воспламеняющиеся вещества – газы (попутный газ), которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20°C или ниже;

- используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа.

Рассмотрим нефтепровод диаметром 273x9 мм, предназначенный для транспорта газоконденсатной смеси от скважин.

Исходя из назначения и параметров, в соответствии с действующим нормативным документом Российской Федерации [2], газоконденсатопровод

диаметром 273x9мм, классифицируется как промышленный - III категории, III класса.

Прокладка трубопровода принята подземной, при этом он пересекает каналы рисовой оросительной системы, магистральный канал. Протяженность промышленного газоконденсатопровода – 5,1 км.

Начальную стадию практически любой аварии на промышленных трубопроводах можно представить как разрушительное высвобождение собственного энергозапаса в виде выброса некоторых количеств опасных веществ, транспортирующихся по трубопроводу.

Возможные пути развития аварии на промышленных нефтепроводах:

- при разрыве трубопровода происходит неконтролируемый разлив легковоспламеняющейся жидкости (далее по тексту – ЛВЖ) и выброс попутного газа без возгорания с растеканием жидкой продукции скважин по рельефу местности и рассеиванием газа по направлению ветра;

- при разрыве трубопровода в результате внешнего иницирующего

источника возгорания происходит взрыв облака паровоздушной смеси, воспламенение ЛВЖ и газа и горение разлития ЛВЖ.

Наиболее вероятными вариантами аварий на рассматриваемом объекте являются утечки ЛВЖ из фланцевых разъемов либо свищей сварных швов, мест соединения шаровых кранов с трубопроводом. Такие утечки могут привести к образованию взрывоопасной паровоздушной смеси. В случае

нарушения правил техники безопасности обслуживающим персоналом выездных бригад, либо в других ситуациях при возникновении источника зажигания может произойти взрыв ТВС, пожар.

Определение сценариев возникновения и развития аварий проводилось с помощью блок-схемы, предусматривающей поэтапное развитие аварии, в зависимости от масштаба аварии и тяжести последствий (рисунок 1).

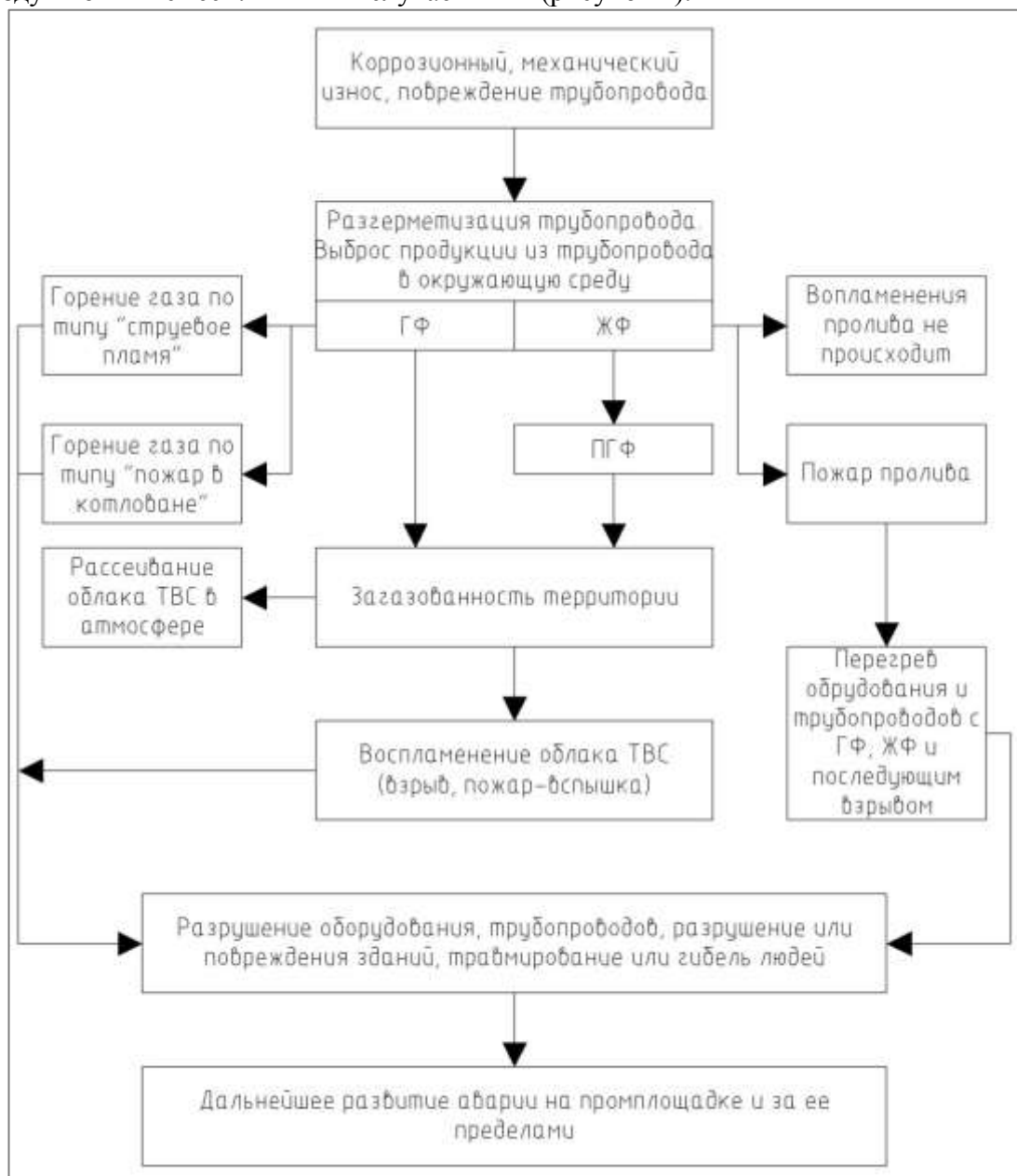


Рис. 1. Блок-схема развития аварии. ГФ – газовая фаза, ЖФ – жидкая фаза, ПГФ – парогазовая фаза, ТВС – топливовоздушная смесь

Рисунок 1. Блок-схема сценариев возникновения и развития аварий

Согласно [3] в качестве расчетных при разработке сценариев аварий были выбраны наиболее вероятные и наиболее неблагоприятные варианты развития аварий.

Для рассматриваемого оборудования разработаны следующие группы сценариев:

C1 – Разрушение трубопровода → выброс газа или разлив ЛВЖ → испарение с поверхности разлива → загазованность территории → возникновение источника зажигания → пожар-вспышка → возможность поражения людей высокотемпературными продуктами сгорания. Поражающие факторы: термическое действие высокотемпературных продуктов сгорания.

C2 – Разрушение трубопровода → выброс газа или разлив ЛВЖ → испарение с поверхности разлива → загазованность территории → возникновение источника зажигания → взрыв ТВС → возможность поражения людей, разрушения зданий и сооружений. Поражающие факторы: избыточное давление взрыва.

C3 – Разрушение трубопровода → выброс газа или разлив ЛВЖ → возникновение источника зажигания → возгорание пролива ЛВЖ → возможность поражения людей, повреждения оборудования, загрязнение атмосферы продуктами горения жидкости. Поражающие факторы: термическая радиация пожара.

C4 – Разрушение трубопровода → выброс газа и/или разлив ЛВЖ в окружающую среду → газ рассеивается в атмосфере, ЛВЖ загрязняет почву.

C5 – Коррозионное истечение из трубопровода → выброс газа и/или разлив ЛВЖ в окружающую среду → газ рассеивается в атмосфере, ЛВЖ загрязняет почву.

C6 – Разрушение трубопровода → выброс газа и/или разлив ЛВЖ в

окружающую среду → газ рассеивается в атмосфере, ЛВЖ загрязняет акваторию и берега канала.

C7 – Коррозионное истечение из трубопровода → выброс газа и/или разлив ЛВЖ в окружающую среду → газ рассеивается в атмосфере, ЛВЖ загрязняет акваторию и берега канала.

Для оценки последствий аварий на рассматриваемом объекте использовались следующие методики:

Руководство по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах", утв. приказом Ростехнадзора от 13 мая 2015 года N 188;

ГОСТ Р.12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля»;

Постановление Правительства РФ от 21 августа 2000 г. № 613 "О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов";

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утв. приказом Ростехнадзора от 11 марта 2013 года №96;

СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливовоздушных смесей», утв. приказом Ростехнадзора №159 от 20 апреля 2015 г.;

«Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утверждена приказом МЧС России от 10.07.2009г. № 404.

Большинство применяемых физико-математических моделей и методов расчета для оценки риска аварий

утверждены или согласованы Ростехнадзором России, МЧС России, ГУ ГПС МВД РФ и широко применяются в инженерной практике.

Количество опасных веществ, участвующих в авариях на рассматриваемом трубопроводе, рассчитывалось по [6].

Зоны действия поражающих факторов при авариях, сопровождающихся пожаром разлива ЛВЖ, рассчитывались по методике [5].

Зоны действия поражающих факторов при реализации сценариев аварии с пожаром-вспышкой рассчитывались по [10].

Радиусы зон возможных разрушений при взрыве облака ТВС в неограниченном пространстве рассчитывались согласно [9].

Согласно [4], при анализе риска следует придерживаться следующих определений и терминов.

Риск аварии – мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на ОПО и соответствующую ей тяжесть последствий.

Понятие риска всегда включают два элемента: частота, с которой осуществляется опасное событие, и последствия этого события.

Количественные показатели риска:

Технический риск – вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня (класса) за определенный период функционирования ОПО;

Индивидуальный риск – ожидаемая частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых поражающих факторов аварии;

Потенциальный территориальный риск (или потенциальный риск) – частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке на площадке ОПО и прилегающей территории;

Коллективный риск (или ожидаемые людские потери) – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенный период времени;

Социальный риск (или риск поражения группы людей) – зависимость частоты возникновения сценариев аварий F , в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек от этого числа N . Характеризует социальную тяжесть последствий (катастрофичность) реализации совокупности сценариев аварии и представляется в виде соответствующей F/N -кривой;

Основой для вычисления показателей риска является распределение риска по территории. Величина потенциального риска не зависит от распределения населения или персонала, а отражает тот уровень потенциальной опасности, который создает по объективным причинам конкретный объект.

Количества взрывопожароопасных веществ, способных участвовать в аварии, зависят от сценариев развития аварии.

Количества опасных веществ, выделяющихся в окружающую среду при авариях на трубопроводе, рассчитано согласно [6]. Данная оценка является завышенной. При возникновении аварийной ситуации на трассе трубопровода количество опасных веществ, выделяющихся в окружающую среду, будет значительно меньше.

Принято, что в создании поражающих факторов при авариях со взрывом и пожаром-вспышкой на трубопроводах участвуют только пары ЛВЖ, т.к. истечение ЛВЖ происходит в течение длительного времени и попутный газ рассеивается в атмосфере.

Для каждого выбранного блока рассматривалась авария, при которой:

в блоке происходит неконтролируемое нарушение целостности элементов оборудования или трубопроводов;

в окружающую среду при аварийной разгерметизации блока поступает все содержимое аварийного блока и потоки из смежных блоков за время закрытия отсекающей арматуры.



Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Количество опасного вещества, участвующего в аварии

№ сценария	Последствия	Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества, т			
			участвующего в аварии		участвующего в создании поражающих факторов	
			ГФ	ЖФ	ГФ/ ПГФ	ЖФ
C1_Участок 1	Воспламенение облака паровоздушной смеси	Термическое действие высокотемпературных продуктов сгорания	116,710	41,575	-/ 1,061	-
C2_Участок 1	Взрыв облака ПВС	Избыточное давление взрыва	116,710	41,575	-/ 0,106	-
C3_Участок 1	Пожар пролива	Термическая радиация пожара	116,710	41,575	-	41,575
C4_Участок 1	Загрязнение ЛВЖ и попутным газом компонентов окружающей среды вследствие разрыва трубопровода	Нет	116,710	41,575	-	-
C5_Участок 1	Загрязнение ЛВЖ и попутным газом компонентов окружающей среды вследствие коррозии трубопровода	Нет	298,624	106,377	-	-
C6_Участок 2	Загрязнение ЛВЖ и попутным газом компонентов окружающей среды вследствие разрыва трубопровода	Нет	68,241	24,309	-	-
C7_Участок 2	Загрязнение ЛВЖ и попутным газом компонентов окружающей среды вследствие коррозии трубопровода	Нет	298,624	106,377	-	-
C1_Участок 3	Воспламенение облака паровоздушной смеси	Термическое действие высокотемпературных продуктов сгорания	73,426	26,156	-/ 0,668	-
C2_Участок 3	Взрыв облака ПВС	Избыточное давление взрыва	73,426	26,156	-/ 0,067	-
C3_Участок 3	Пожар пролива	Термическая	73,426	26,156	-	26,156



№ сценария	Последствия	Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества, т			
			участвующего в аварии		участвующего в создании поражающих факторов	
			ГФ	ЖФ	ГФ/ПГФ	ЖФ
		радиация пожара				
C4_Участок 3	Загрязнение ЛВЖ и попутным газом компонентов окружающей среды вследствие разрыва трубопровода	Нет	73,426	26,156	-	-
C5_Участок 3	Загрязнение ЛВЖ и попутным газом компонентов окружающей среды вследствие коррозии трубопровода	Нет	298,624	106,377	-	-

Для оценки степени риска аварий необходимо оценить частоту их реализации и последствия аварий.

В связи с тем, что современные объекты обладают высокой степенью автоматизации, современным оборудованием, для определения частот возникновения инициирующих и всех нежелательных событий использовались статистические данные по аварийности.

Типовое дерево событий представлено на рисунке 2.

Вероятности воспламенения по данным статистики приведены в таблице 2.

Классификация отказов по критериям вероятности – тяжести последствий приведена в таблице 3.

Таблица 2

Вероятности воспламенения

Массовая скорость истечения, кг/с		Вероятность мгновенного воспламенения			Вероятность последующего воспламенения при отсутствии мгновенного воспламенения			Вероятность взрыва при последующем воспламенении		
диапазон	номинальное среднее значение	P ₁ *			P ₂ *			P ₃ *		
		газ	двухфазная смесь	жидкость	газ	двухфазная смесь	жидкость	газ	двухфазная смесь	жидкость
Малая (<1)	0,5	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,080	0,080	0,050
Средняя (1÷50)	10	0,035	0,035	0,015	0,036	0,036	0,015	0,240	0,240	0,050
Большая (>50)	100	0,15	0,15	0,040	0,176	0,176	0,042	0,600	0,600	0,050
Полный разрыв	Не определено	0,200	0,200	0,050	0,240	0,240	0,061	0,540	0,540	0,100

*P₁, P₂, P₃ – соответствуют вероятностям ветвления в деревьях событий

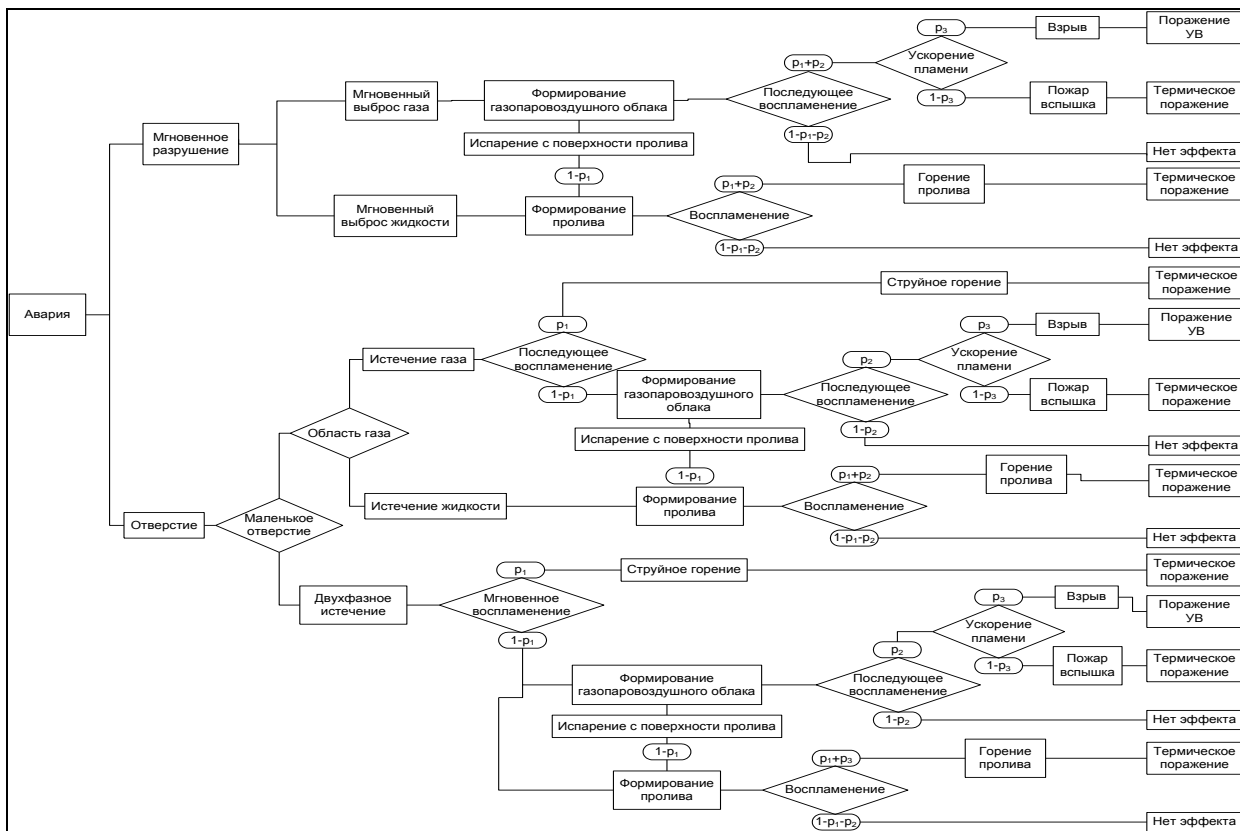


Рис. 2. Логическая схема развития аварии на трубопроводах (жидкость и газ)

Таблица 3

Матрица «вероятность-тяжесть последствий»

Ожидаемая частота возникновения, 1/год		Катастрофический отказ	Критический отказ	Некритический отказ	Отказ с пренебрежимо малыми последствиями
Частый отказ	> 1	A	A	A	C
Вероятный отказ	1-10 ⁻²	A	A	B	C
Возможный отказ	10 ⁻² -10 ⁻⁴	A	B	B	C
Редкий отказ	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶	A	B	C	D
Практически невероятный отказ	< 10 ⁻⁶	B	C	C	D

Примечание – где критерии отказов:

- катастрофический отказ – приведет к смерти людей, наносит существенный ущерб объекту и невосполнимый ущерб окружающей среде;
- критический (некритический отказ) – угрожает (не угрожает) жизни людей, потере объекта, окружающей среде;

• отказ с пренебрежимо малыми последствиями – не относящийся по своим последствиям ни к одной из первых трех категорий.

Категории отказов по степени риска:

A – обязателен детальный анализ риска, требуются особые меры безопасности для снижения риска;

В – желателен детальный анализ риска, требуются меры безопасности;

С – рекомендуется проведение анализа риска, принятие мер безопасности;

Д – анализ риска и принятие мер безопасности не требуются.

Ранг «А» соответствует наиболее высокой (неприемлемой) степени риска объекта, требующей незамедлительных мер по принятию безопасности.

Показатели «В» и «С» – промежуточным степеням риска, ранг «Д» – наиболее безопасным условиям.

Основополагающим для последствий на нефтяном промысле параметром аварии является объем выхода нефти. Основной вклад в аварийность на промыслах вносят аварии на внутрипромысловых трубопроводах.

По статистическим данным характерная форма дефектного отверстия в трубопроводе – продольная щель вдоль оси трубы (ромб, малая диагональ которого в 8 раз меньше большой диагонали L).

Вероятностное распределение размеров трещин, полученное на основе статистического анализа аварий на

трубопроводах, следующее:

трещины с размером большой диагонали $0,3D$ (D – внутренний диаметр трубопровода) – 55 %;

- трещины с размером большой диагонали $0,75D$ – 35 %;

- трещины с размером большой диагонали $1,5D$ – 10 %.

Параметры истечения из трещин протяженностью $L > 1D$ эквивалентны истечению при разрыве трубопровода на «полное сечение».

Вероятность возникновения аварии (разгерметизации) на промысловых трубопроводах превышает аварийность по магистральным трубопроводам в 100–200 раз и оценивается для промысловых трубопроводов $\lambda = 2,1 \times 10^{-2}$ отказов/км×год.

При этом по статистическим данным 83 % аварий трубопроводов сбора нефти, приходится на выкидные линии скважин, диаметром 56-168 мм и около 13 % - на нефтесборные коллекторы.

Результаты расчетов ожидаемой частоты отказов на оборудовании трубопроводах представлены в таблице 4 на рисунке 3.

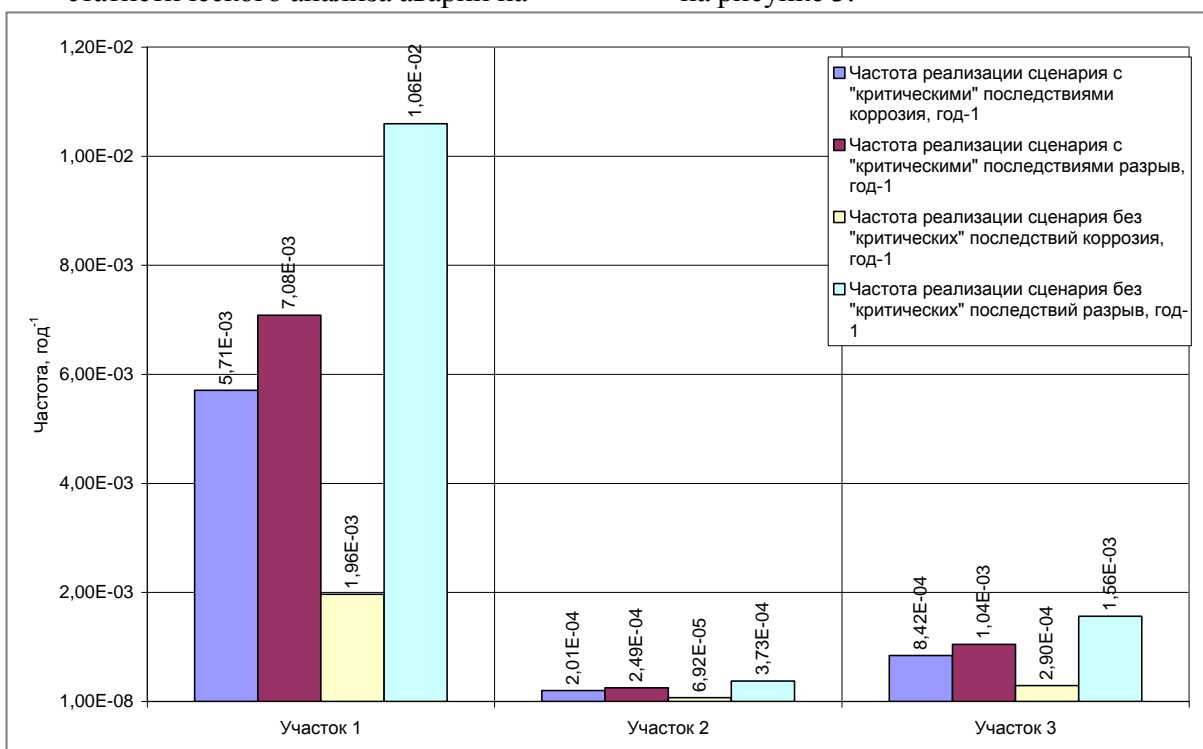


Рис. 3. Результаты расчетов ожидаемой частоты отказов на трубопроводах.

Таблица 4

Результаты расчетов ожидаемой частоты аварий на трубопроводе.

Наименование	Длина участка, км	Частота реализации сценария с "критическими" последствиями, год ⁻¹		Частота реализации сценария без "критических" последствий, год ⁻¹		Частота аварий с «критическими» последствиями при разрыве		Частота аварий без «критических» последствий при разрыве	
		Коррозия	Разрыв	Коррозия	Разрыв	Критерий отказа	Категория отказа в по степени риска	Критерий отказов	Категория отказов по степени риска
Участок 1 Газоконденсатопровод	4,400	$5,71 \cdot 10^{-3}$	$7,08 \cdot 10^{-3}$	$1,96 \cdot 10^{-3}$	$1,06 \cdot 10^{-2}$	Возможный отказ	В	Вероятный отказ	В
Участок 2 Газоконденсатопровод (переход через канал)	0,155	$2,01 \cdot 10^{-4}$	$2,49 \cdot 10^{-4}$	$6,92 \cdot 10^{-5}$	$3,73 \cdot 10^{-4}$	Редкий отказ	В	Возможный отказ	В
Участок 3 Газоконденсатопровод	0,649	$8,42 \cdot 10^{-4}$	$1,04 \cdot 10^{-3}$	$2,90 \cdot 10^{-4}$	$1,56 \cdot 10^{-3}$	Возможный отказ	В	Возможный отказ	В
Итого:		$2,55 \cdot 10^{-4}$	$1,06 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$3,64 \cdot 10^{-4}$	Возможный отказ	В	Вероятный отказ	В

Как видно из таблицы 3 и рисунка 3, по частоте возникновения аварий наиболее опасными является участок 1.

Потенциальный территориальный риск (или потенциальный риск) – частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке территории.

Потенциальный территориальный риск не зависит от факта нахождения объекта воздействия (например, человека) в данном месте пространства. Предполагается, что условная вероятность нахождения объекта воздействия равна 1 (человек находится в данной точке пространства в течение всего рассматриваемого промежутка времени).

Потенциальный риск не зависит от того, находится ли опасный объект в многолюдном или пустынном месте и может меняться в широком интервале. Потенциальный риск выражает собой потенциал максимально возможной опасности для конкретных объектов воздействия (реципиентов), находящихся в данной точке пространства.

Потенциальный риск – промежуточная мера опасности, используемая для оценки социального и индивидуального риска при авариях.

Результаты расчета максимальных потенциального (территориального), коллективного и индивидуального рисков представлены в таблицах 5 и 6, кривые потенциального (территориального)

риска представлены на рисунке 4, индивидуального риска – на рисунках 5 и 6.

Таблица 5

Результаты расчета максимальных потенциального (территориального) и индивидуального рисков для персонала объекта

Наименование	Потенциальный риск, $R_{\text{max}} \text{ год}^{-1}$	Индивидуальный риск, $R_{\text{инд. max}} \text{ год}^{-1}$
Участок 1	$6,86 \cdot 10^{-6}$	$1,14 \cdot 10^{-11}$
Участок 3	$5,34 \cdot 10^{-6}$	$1,30 \cdot 10^{-12}$

Таблица 6

Результаты расчета максимальных потенциального (территориального) и индивидуального рисков для населения, занятого на сельхоз. работах.

Наименование	Потенциальный риск, $R_{\text{max}} \text{ год}^{-1}$	Индивидуальный риск, $R_{\text{инд. max}} \text{ год}^{-1}$
Участок 1	$6,86 \cdot 10^{-6}$	$6,57 \cdot 10^{-9}$
Участок 3	$5,34 \cdot 10^{-6}$	$5,12 \cdot 10^{-9}$

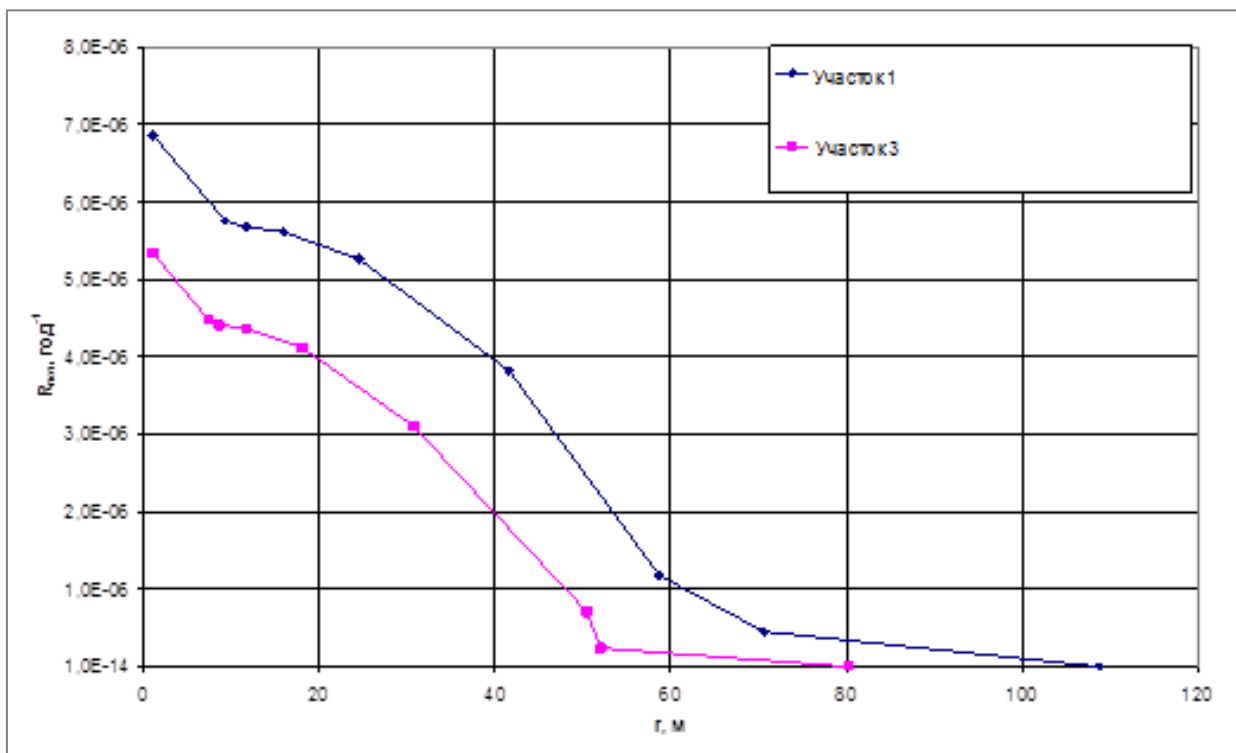


Рис. 4. Кривые потенциального риска.

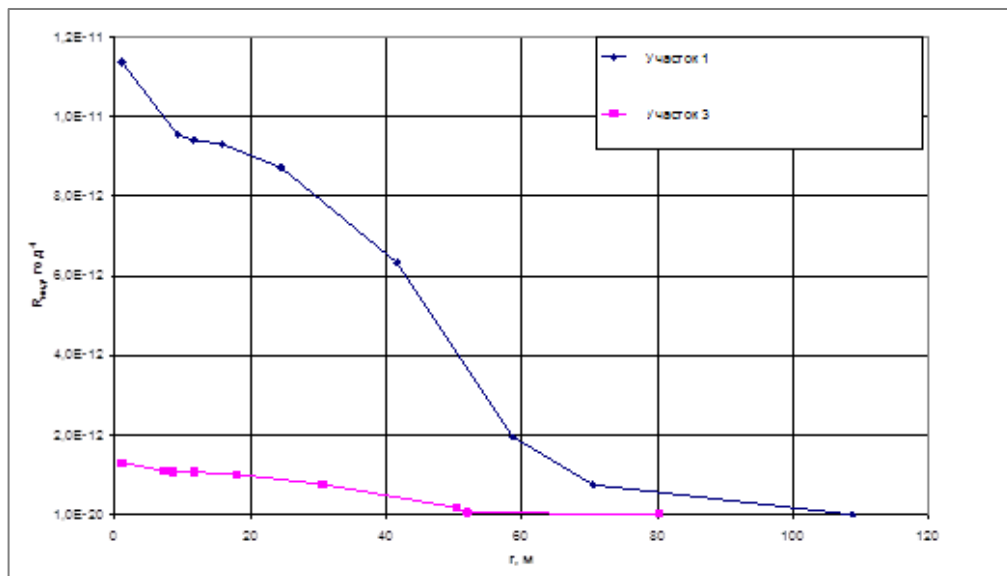


Рис. 5. Кривые индивидуального риска для персонала обслуживающего трубопровод.

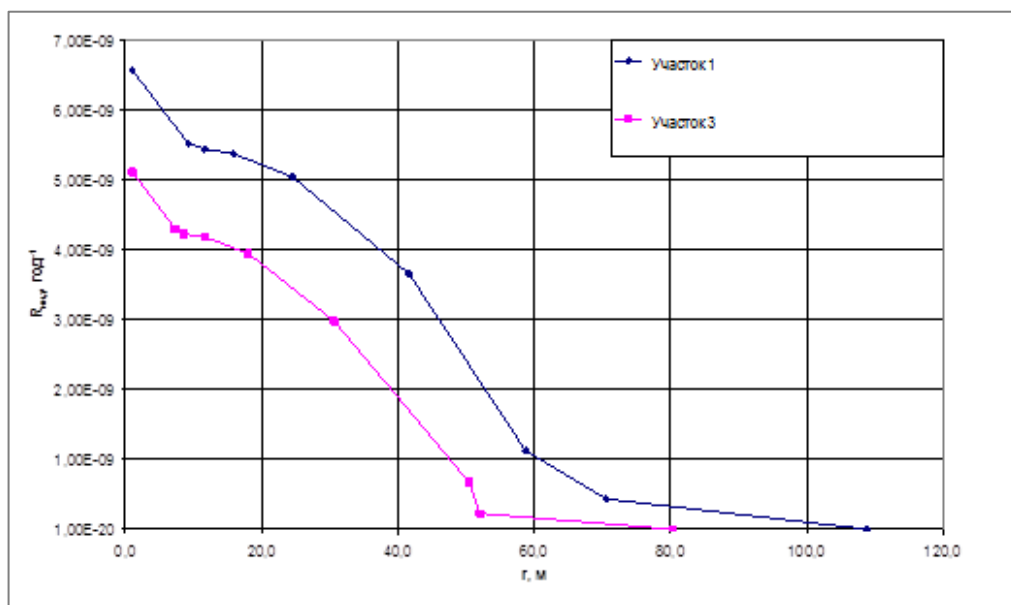


Рис. 6. Кривые индивидуального риска для населения, занятого на сельхоз. работах в районе расположения трубопровода.

Согласно Федеральному Закону [11], индивидуальный пожарный риск в зданиях, сооружениях и строениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения и строения точке.

Максимальное значение потенциального риска для персонала составляет

$6,86 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$; максимальное значение индивидуального риска для персонала – $1,14 \times 10^{-11} \text{ год}^{-1}$. Таким образом, требования Федерального Закона [11] выполняются.

Согласно Федеральному Закону [11], величина индивидуального пожарного риска в результате воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в жилой зоне вблизи объекта, не

должна превышать одну стомиллионную в год.

Максимальное значение индивидуального риска для населения, занятого на сельхозработах – $6,57 \times 10^{-9}$ год⁻¹. Таким образом, требования Федерального Закона [11] выполняются.

Поскольку процесс транспорта добываемого сырья не требует постоянного присутствия персонала, а также с учетом того, что производственный персонал обучен технике безопасности при проведении аварийно-восстановительных работ на трубопроводе, обслуживающий персонал может пострадать только случайно.

При расчете пораженных принято, что обслуживающий персонал выездных бригад, занимающийся периодическим обслуживанием технологического оборудования, в момент возникновения аварии находится вблизи объекта. Таким образом, при реализации максимальных гипотетических аварий на рассматриваемом объекте могут погибнуть до трех человек обслуживающего персонала выездных бригад.

Необходимо отметить, что приведенные возможные количества погибших являются пессимистическими. С учетом того, что обслуживающий

персонал выездных бригад – это персонал, обученный поведению при авариях, в реальной ситуации в ряде случаев люди могут выйти из зон поражения.

Однако абсолютной безопасности достичь невозможно, поэтому обслуживающий персонал должен знать как вопросы безопасности, так и специфику решения вопросов в аварийных ситуациях, методы локализации и ликвидации аварий, оказания первой медицинской помощи.

Анализ риска аварий может быть использован при разработке:

- проектной документации на строительство или реконструкцию ОПО;
- документации на техническое перевооружение, капитальный ремонт, консервацию и ликвидацию ОПО;
- декларации промышленной безопасности ОПО;
- обоснования безопасности ОПО;
- плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО;
- плана мероприятий по снижению риска аварий и других документов в составе документационного обеспечения систем управления промышленной безопасностью.

Литература

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 13 июля 2015 года) № 116-ФЗ.
2. СП 34-116-97. Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промысловых нефтегазопроводов.
3. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
4. Руководство по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах", утв. приказом Ростехнадзора от 13 мая 2015 года N 188.
5. ГОСТ Р.12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
6. Постановление Правительства РФ от 21 августа 2000 г. № 613 "О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов".
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических,



нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утв. приказом Ростехнадзора от 11 марта 2013 года № 96.

8. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
9. Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливоздушных смесей», утв. приказом Ростехнадзора № 159 от 20 апреля 2015 г.
10. «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утверждена приказом МЧС России от 10.07.2009 г. № 404.
11. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 13 июля 2015 года) № 123-ФЗ.



МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЛЕНТОЧНОЙ НОРИИ

УДК 666-5

Онькин А.М.

Эксперт в области промышленной безопасности Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Колпаков А.С.

Специалист НК Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Титов С.А.

Эксперт в области промышленной безопасности Волжско-Окского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

03.09.2015

В соответствии с требованиями Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», утвержденных Приказом Ростехнадзора от 14.11.2013 №538, по результатам экспертизы технического устройства, применяемого на опасном производственном объекте в заключении экспертизы должны приводиться расчетные и аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния объекта экспертизы, включающие определение его остаточного ресурса (срока службы).

В соответствии с определением, данным в ГОСТ Р 27.002-2009 «Надежность в технике. Термины и определения» под остаточным ресурсом понимается -- суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние.

Прогнозирование остаточного ресурса и результаты расчетов являются определяющим фактором для заказчика экспертизы, чтобы принять решение о дальнейшем использовании технического устройства, его восстановительном ремонте или замене.

Существует множество различных методик по определению остаточного ресурса для различных типов техниче-

ских устройств, оборудования, зданий и сооружений. Например, для расчета остаточного ресурса сосудов и аппаратов, разработаны и активно применяются РД 03-421-01 «Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов», утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 06.09.01 N 39. Для грузоподъемных кранов разработаны методические документы по оценке остаточного ресурса РД 10-112-1-04 «Рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. общие положения» и РД 10-112-5Р «Руководящие документы по оценке остаточного ресурса кранов мостового типа».

Однако, методик определения остаточного ресурса технических устройств, применяемых на объектах хранения и переработки растительного сырья, закрепленных в нормативных актах Ростехнадзора, на сегодняшний день не существует.

Поэтому, специалистами ООО «Промтехэкспертиза» разработаны и активно используются собственные методики определения остаточного ресурса технических устройств, применяемых на объектах хранения и переработки растительного сырья, в частности методики

определения остаточного ресурса для ленточных норий.

В основу этой методики заложен принцип, что аналогичные технические устройства при эксплуатации имеют эквивалентные изменения параметров технического состояния.

Нория (эlevator ковшовый) (рис.1) представляет собой оптимальное решение вопроса перемещения сыпучих материалов в вертикальном направлении. Нория состоит из двух барабанов: верхнего приводного и нижнего натяжного. На барабаны натянута норийная лента, на которой болтами закреплены ковши. Верхний барабан приводится в движение электродвигателем через редуктор. Верхняя часть нории -- головка, нижняя -- башмак. Головка и башмак нории соединены вертикальными трубами, в которых движется лента с ковшами.

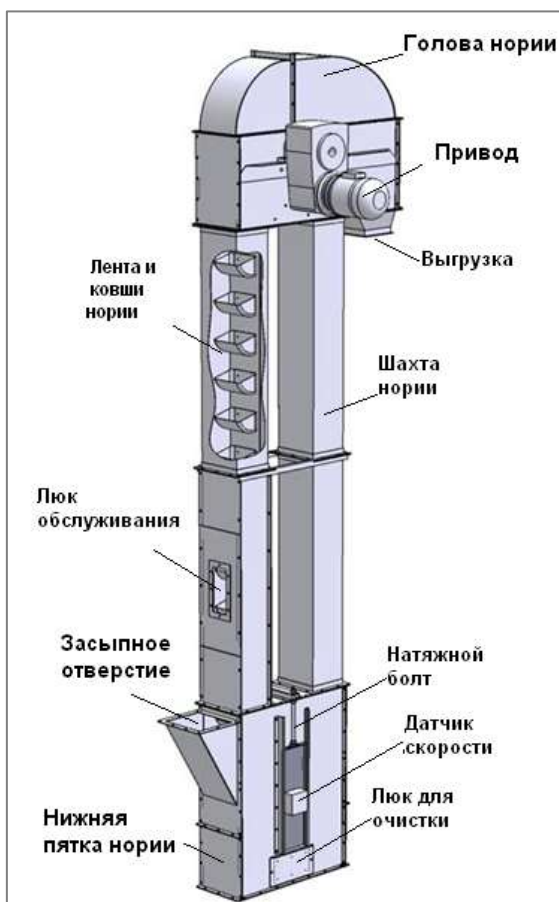


Рис. 1. Нория. Элеватор ковшовый.

Исходя из подобия конструктивных элементов технических устройств объектов по хранению и переработке растительного сырья, имеющих эквивалентные изменения параметров технического состояния при эксплуатации, следует, что оценку остаточного ресурса для технических устройств объектов по хранению и переработке растительного сырья допускается проводить по бальной системе, аналогичной применяемой для оценки остаточного ресурса грузоподъемных кранов, согласно [11], [12]. При этом каждый дефект в расчетных элементах технических устройств объектов по хранению и переработке растительного сырья оценивается в баллах согласно таблице 1 «Оценка дефектов в баллах» и в зависимости от причины его возникновения может быть отнесен к одной из групп:

- дефекты изготовления и монтажа (дефекты сварных швов, деформации, полученные при монтаже, и др.);
- дефекты, возникшие в условиях эксплуатации при отсутствии первоначальных недостатков изготовления и монтажа.

Остаточный ресурс определяется по формуле:

$$T = T_n \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где T_n – нормативный срок службы, лет;

K_1 – коэффициент, зависящий от суммарного числа баллов, полученных по результатам технического диагностирования.

K_2 – коэффициент, зависящий от срока фактической эксплуатации ($T_э$) и нормативного срока службы (T_n), (рис. 2).

Суммарное число баллов определяет значение коэффициента K_1 :

- при суммарном числе баллов менее 5, техническое устройство может эксплуатироваться ($K_1 = 1$);
- при суммарном числе баллов от 5 до 10 включительно, допускается к эксплуатации после ремонта ($K_1 = 0,8$);

• при суммарном числе баллов более 10, техническое устройство подлежит снятию с эксплуатации и списанию, либо

должна быть произведена замена дефектного узла ($K_1 = 0$).

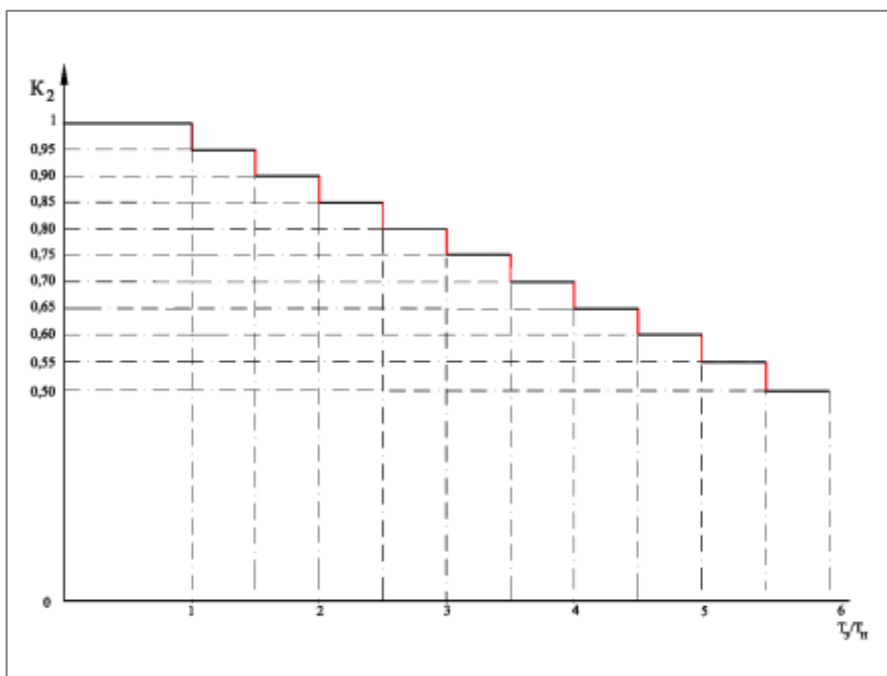


Рис. 2. График зависимости коэффициента K_2 от срока фактической эксплуатации и нормативного срока службы.

Оцениваем дефекты технического устройства в балах, согласно таблице 1. Результаты оценки сводим в таблицу 2.

Таблица 1

Оценка дефектов в балах

Вид дефекта	Характеристика дефектов, баллы	
	Дефекты изготовления и монтажа	Дефекты, возникшие при эксплуатации
1. Нарушение лакокрасочного покрытия	0,5	
2. Коррозия ответственных элементов: до 5% толщины элемента вкл. до 10% толщины элемента вкл. свыше 10% толщины элемента св. 30% св. 50%	0,5	
	1	
	2	
	5	
3. Трещины, разрывы в швах или в околошовной зоне	1	2
	1	2
4. Трещины, разрывы в зонах, удаленных от сварных швов	1	2
5. Ослабление болтовых соединений, в которых болты работают на растяжение (а также износ резьбы)	0,5	1



Вид дефекта	Характеристика дефектов, баллы	
	Дефекты изготовления и монтажа	Дефекты, возникшие при эксплуатации
винтовых опор)		
6. Ослабление болтовых соединений, в которых болты работают на срез	2	
7. Деформации элементов листовых конструкций, превышающие предельные значения	1	3
8. Расслоение металла	5	
9. Смятие проушин и выработка отверстий в шарнирах	1	2
10. Любые дефекты, возникшие в месте предыдущего ремонта	1	2
11. Нагрев подшипников: 55-60°C 50-55°C ниже 50°C	1 0,5 0	
12. Твердость материала: - в пределах установленной нормы - ниже установленной нормы	0 10	
13. Вибрация: $V_{эф} > 6,7 \text{ мм/с}; Sa > 0,25 \text{ мм}$ $4,5 \text{ мм/с} < V_{эф} < 6,7 \text{ мм/с}; 0,1 \text{ мм} < Sa < 0,25 \text{ мм}$ $1,8 \text{ мм/с} < V_{эф} < 4,5 \text{ мм/с}; 0,04 \text{ мм} < Sa < 0,1 \text{ мм}$ $V_{эф} < 1,8 \text{ мм/с}; Sa < 0,04 \text{ мм}$	10 1 0,5 0	
14. Способ устранения дефектов: -ремонт -замена	1 0,5	

Техническое устройство, применяемое на опасном производственном объекте, допускается к дальнейшей эксплуатации, если суммарное число баллов за дефекты в его расчетных элементах составляет менее 5 ($K_1 = 1$).

Допустим, что ленточная нория эксплуатируется с 1976 года. Срок фактической эксплуатации $T_3 = 39$.

Определяем по графику (рис. 2) коэффициент K_2 .

Отношение срока фактической эксплуатации $T_3 = 39$ (1976 год ввода в эксплуатацию) и нормативного срока службы $T_n = 10$ (паспортные данные на аналогичное техническое устройство) равен 3,9.



Таблица 2

Результаты оценки дефектов технического устройства

Вид дефекта	Характеристика дефектов, баллы		Соответствие
	Дефекты изготовления и монтажа	Дефекты, возникшие при эксплуатации	
1. Нарушение лакокрасочного покрытия	0,5		ПРОТОКОЛ визуально-измерительного контроля к Акту технического диагностирования
2. Коррозия ответственных элементов: до 5% толщины элемента вкл.	0,5		
3. Трещины, разрывы в швах или в околошовной зоне	Отсутствуют, 0		
4. Трещины, разрывы в зонах, удаленных от сварных швов	Отсутствуют, 0		
5. Ослабление болтовых соединений, в которых болты работают на растяжение (а также износ резьбы винтовых опор)	Отсутствует, 0		
6. Ослабление болтовых соединений, в которых болты работают на срез	Отсутствует, 0		
7. Деформации элементов листовых конструкций, превышающие предельные значения	Отсутствуют, 0		
8. Расслоение металла	Отсутствует, 0		
9. Смятие проушин и выработка отверстий в шарнирах	Отсутствует, 0		
10. Любые дефекты, возникшие в месте предыдущего ремонта	Отсутствуют, 0		ПРОТОКОЛ замеров твёрдости элементов технического устройства к Акту технического диагностирования
11. Нагрев подшипников: ниже 50°C	Отсутствует, 0		
12. Твёрдость материала: - в пределах установленной нормы	0		

Вид дефекта	Характеристика дефектов, баллы		Соответствие
	Дефекты изготовления и монтажа	Дефекты, возникшие при эксплуатации	
13. Вибрация: $4,5 \text{ мм/с} < \sqrt{V_{эф}} < 6,7 \text{ мм/с}; 0,1 \text{ мм} < S_a < 0,25 \text{ мм}$	1		ПРОТОКОЛ измерения уровня вибрации технического устройства к Акту технического диагностирования
14. Способ устранения дефектов: -ремонт	1		

Определяем по графику (рис. 2) коэффициент K_2 .

$$K_2 = 0,7$$

Определяем остаточный ресурс по формуле:

$$T = T_n \cdot K_1 \cdot K_2 = 10 \cdot 1 \cdot 0,7 = 7$$

В тех случаях, когда расчетный остаточный ресурс ленточной норрии превышает пять лет, остаточный ресурс принимается равным пяти годам. По истечении установленного остаточного ресурса ленточной норрии, для оценки возможности ее дальнейшей эксплуатации необходимо определение нового остаточного ресурса в соответствии с настоящей методикой.

Таким образом, приведенная методика оценки остаточного ресурса норрии позволяет экспертной организации решить следующие задачи:

1. привести расчет остаточного ресурса технического устройства в заклю-

чении экспертизы промышленной безопасности, в соответствии с требованиями п.28 Приказа Ростехнадзора от 14.11.2013 №538 «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности»;

2. оценить текущее состояние технического устройства;

3. спрогнозировать состояние технического объекта в будущем;

4. оценить вероятность наступления отказов;

5. оценить риск аварийных ситуаций;

6. установить предельно-допустимый срок эксплуатации оборудования и срок проведения следующего технического обследования экспертами по промышленной безопасности.

7. А заказчику остается принять решение о дальнейшем использовании технического устройства или его замене.

Литература

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности, утвержденные Приказом Ростехнадзора от 14.11.2013 №538. (Зарегистрировано в Минюсте России 26.12.2013 г. №30855).
2. ГОСТ Р 27.002-2009 «Надежность в технике. Термины и определения».
3. РД 03-421-01 «Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов», утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 06.09.01 N 39.



4. РД 10-112-1-04 «Рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. общие положения».
5. РД 10-112-5Р «Руководящие документы по оценке остаточного ресурса кранов мостового типа».



ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

УДК 664.7

Онькин А.М.

Эксперт в области промышленной безопасности Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Колпаков А.С.

Специалист НК Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Титов С.А.

Эксперт в области промышленной безопасности Волжско-Окского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

10.09.2015

18 февраля 2015 г. официально опубликован Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 декабря 2014 г. № 632 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Требования к разработке технического паспорта взрывобезопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» (далее – ФНП).

Новые Требования вступили в силу 19.08.2015 г. (по истечении шести месяцев со дня официального опубликования).

Одновременно со вступлением новых ФНП, отмене подлежит «Инструкция по составлению технического паспорта взрывобезопасности опасного производственного объекта по хранению, переработке и использованию сырья в агропромышленном комплексе» (РД 14-569-03) (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 5 июня 2003 г. № 55).

Технический паспорт взрывобезопасности опасного производственного объекта (ОПО) – документ, наличие которого обязательно для объектов хранения и переработки растительного

сырья и отражающий фактические данные о наличии и техническом состоянии средств взрывопредупреждения и взрывозащиты производственных зданий, сооружений и оборудования. В техническом паспорте взрывобезопасности также указываются показатели, характеризующие взрывобезопасность и противоаварийную защиту ОПО.

К объектам хранения и переработки растительного сырья относятся предприятия, осуществляющие хранение и переработку следующего растительного сырья: зерна, крупы, солода, муки (зерновой, древесной, травяной и т.п.), сахара, семян, табака, комбикормов и их составляющих.

Согласно [1], к *взрывопожароопасным производственным объектам хранения и переработки растительного сырья* отнесены опасные производственные объекты, на которых осуществляется хранение и (или) переработка растительного сырья, в процессе которых образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, способные самовозгораться, возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления, а также



осуществляется хранение зерна, продуктов его переработки и комбикормового сырья, склонных к самосогреванию и самовозгоранию. Подробный перечень таких опасных производственных объектов содержится в приказе Ростехнадзора №168 от 07.04.2011 г.

Информация, содержащаяся в техническом паспорте взрывобезопасности ОПО, дает возможность оценить уровень безопасности ОПО для жизни и здоровья людей. Этот документ объединяет, группирует и упорядочивает сведения, характеризующие ОПО, и дает представление о готовности объекта к исключению и минимизации последствий и вреда для жизни и здоровья людей в случае аварии.

Разработке технического паспорта взрывобезопасности предшествует обследование объекта, проводимое комиссией, назначенной приказом эксплуатирующей организации, в состав которой включаются руководитель (технический руководитель) эксплуатирующей организации (председатель комиссии), главные специалисты (главные инженер, механик, технолог, энергетик, инженер по промышленной (пожарной) безопасности и охране труда или иные должностные лица, в обязанности которых входит выполнение указанных функций), и начальники соответствующих цехов (участков).

В целях оценки фактического состояния объекта в процессе обследования рассматриваются проектная и проектно-конструкторская документация, руководства по эксплуатации, паспорта и (или) руководства (инструкции) по эксплуатации технических устройств, технологические регламенты и схемы, иная эксплуатационная документация, в том числе содержащая требования к

взрывопредупреждению и взрывозащите производственных зданий, сооружений и технических устройств, а также акты и предписания федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности об устранении выявленных нарушений требований промышленной безопасности.

Результаты обследования оформляются в виде внутреннего акта эксплуатирующей организации, в котором отражается информация (данные) о наличии (отсутствии) проектной документации (документации) на объект, заключений соответствующих экспертиз, технологических регламентов и схем, паспортов на аспирационные и пневмотранспортные установки, паспортов на взрыворазрядные устройства, а также фактическое состояние объекта и его соответствие (несоответствие) нормативным требованиям.

По результатам обследования заполняются таблицы Технического паспорта взрывобезопасности, в которых отражаются показатели, характеризующие взрывобезопасность и противоаварийную защиту объекта.

По результатам заполнения таблиц Технического паспорта взрывобезопасности при наличии отклонений от нормативных требований промышленной безопасности, в том числе при выявлении нарушений (несоответствий), не вносимых в таблицы Технического паспорта взрывобезопасности, составляется План мероприятий по доведению опасных производственных объектов до нормативных требований промышленной безопасности, который является неотъемлемой частью Технического паспорта взрывобезопасности.

Технический паспорт взрывобезопасности подписывается главным инженером (или иным



должностным лицом, в обязанности которого входит выполнение указанной функции), утверждается руководителем, скрепляется печатью эксплуатирующей организации и прошивается с указанием количества сшитых страниц.

При изменении состояния взрывобезопасности объекта (после технического перевооружения, реконструкции, капитального ремонта) в Технический паспорт взрывобезопасности и План мероприятий по доведению опасных производственных объектов до нормативных требований промышленной безопасности вносятся соответствующие дополнения (изменения) с отражением их содержания в листе регистрации дополнений (изменений).

Согласование паспорта взрывобезопасности в Ростехнадзоре и иных надзорных органах не требуется.

Проведем анализ изменений, произошедших в структуре «Технического паспорта взрывобезопасности взрывопожароопасного производственного объекта хранения и переработки растительного сырья», которые произошли после отмены 19.08.2015 г. РД 14-569-03 «Инструкция по составлению технического паспорта взрывобезопасности опасного производственного объекта по хранению, переработке и использованию сырья в агропромышленном комплексе» (утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 5 июня 2003 г. № 55).

Таблица 1

Изменения и дополнения в структуре «Технического паспорта взрывобезопасности взрывопожароопасного производственного объекта хранения и переработки растительного сырья»

Технический паспорт взрывобезопасности опасного производственного объекта (РД 14-569-03) (утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 5 июня 2003 г. № 55)	Технический паспорт взрывобезопасности взрывопожароопасного производственного объекта хранения и переработки растительного сырья. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 декабря 2014 г. № 632
1 Указывалось только наличие датчиков технических устройств	1. Наличие датчиков и других средств противоаварийной защиты 2. В графе Примечание фиксируется их неподключение и неисправность 3. Указываются тип, вид, сведения об организации изготовителей
-	4. Для стационарных ленточных конвейеров фиксируется наличие (отсутствие) устройства очистки холостой ветви
-	5. В таблицу №12 Система локализации взрывов добавлены сведения о количестве взрыворазрядителей, выведенных в производственное помещение без пламяотсекающих устройств и наличии средств дистанционного



	автоматизированного управления
-	6. Для заполнения введены новые таблицы: Таблицы №13 Электростатическая искробезопасность и электроустановки
	7. Таблица №14 Система воздушного отопления и вентиляции
-	8. В графе «Примечание» для всех таблиц и устройств указываются выявленные несоответствия требованиям промышленной безопасности
-	9. Введены требования о составлении и содержании внутренних документов (актов, отчетов) при обследовании объектов комиссией для составления паспорта взрывобезопасности, документы о назначении ответственных лиц для выполнения Плана мероприятий (Таблица №17)
-	10. Наличие или отсутствие паспортов технических устройств и (или) инструкций по эксплуатации указываются в актах и внутренних документах организации при обследовании
-	11. Фиксируется наличие (отсутствие) паспортов на взрыворазрядные устройства, аспирационные и пневматические установки
-	12. Фиксируется наличие (отсутствие) проектно-конструкторской документации
-	13. Фиксируются общее состояние объекта и все нарушения (несоответствия) правилам промышленной безопасности, выявленные при его обследовании комиссией
	14. Фиксируется наличие (отсутствие) соответствующих экспертиз
Внесенные изменения в паспорт согласовывались с Ростехнадзором	15. Изменения в паспорт при техническом перевооружении, реконструкции, капремонте не согласовываются с органами Ростехнадзора
Изменения в паспорт при техническом перевооружении обязана была внести проектная организация	16. При техническом перевооружении изменения в паспорт вносит эксплуатирующая организация
Инструкция по составлению паспорта после отмены экспертизы иной документации имела статус методического документа	17. Ответственность руководителя эксплуатирующей организации и должностных лиц за составление паспорта взрывобезопасности, акта обследования ОПО с указанием выявленных нарушений ФНП по промышленной безопасности, предусмотренная КоАП РФ

Анализ таблицы 1 позволяет сделать следующие выводы:

1. Требования по составлению паспорта приведены в соответствие с Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 декабря 2014 г. № 632 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Требования к разработке технического паспорта взрывобезопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья».

2. Расширены сведения о датчиках и других устройствах, обеспечивающих взрывобезопасность объекта хранения и переработки растительного сырья.

3. Упорядочен контроль за наличием или отсутствием паспортов технических устройств в актах и внутренних документах организации.

4. Добавлены таблицы «Электростатическая искробезопасность и электро-установки» и «Системы воздушного отопления и вентиляции»

5. Введены требования о составлении и содержании внутренних документов (актов, отчетов) при обследовании объектов комиссией для составления паспорта взрывобезопасности, документы о назначении ответственных лиц для выполнения Плана мероприятий

6. Согласование паспорта взрывобезопасности в Ростехнадзоре и иных надзорных органах не требуется.

7. Новая редакция технического паспорта предусматривает наличие Приложения № 3 «Лист регистрации дополнений (изменений) Технического паспорта взрывобезопасности».

При отсутствии паспорта взрывобезопасности инспектор надзор-

ного органа, руководствуясь документом [3], может расценивать данный факт как "представляющий угрозу жизни и здоровью людей".

Рассмотрим, какое наказание предусмотрено согласно КоАП РФ в случае выявления нарушений:

1. Нарушение требований промышленной безопасности:

1.1. Штраф в отношении должностного лица в размере от 40 до 50 тысяч рублей или дисквалификацию на срок от 1 года до 2 лет (пункт 3 статьи 9.1 КоАП РФ);

1.2. Штраф в отношении юридического лица - от 500 тысяч до 1 миллиона рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток (пункт 3 статьи 9.1 КоАП РФ);

2. Невыполнение в установленный срок или ненадлежащее исполнение предписания Ростехнадзора влечет:

2.1. Наказание в виде штрафа в отношении должностного лица в размере от 30 до 50 тысяч рублей или дисквалификацию на срок от 1 года до 3 лет (пункт 11 статьи 19.5 КоАП РФ);

2.2. Наказание в виде штрафа в отношении юридического лица - от 400 до 700 тысяч рублей (пункт 11 статьи 19.5 КоАП РФ).

Необходимо отметить, что Постановлением Конституционного Суда РФ №4-П от 25.02.2014 г. было принято решение, что минимальный порог штрафа бывает не соизмерим с характером административного правонарушения и по этому в судебном порядке можно добиваться снижения штрафа до соизмеримого размера.

Литература

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» №116-ФЗ от 21.07.97 г. со всеми последующими изменениями.



2. «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» (КоАП РФ) от 30.12.2001 N 195-ФЗ (принят ГД ФС РФ 20.12.2001) (действующая редакция – от 29.06.2015).
3. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29.12.2007 г №922 «Об утверждении и введении в действие инструкции о порядке осуществления надзора и контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при изготовлении технических устройств и их применении на взрывопожароопасных, специальных и химически опасных производствах и объектах».
4. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 7 Апреля 2011 г. N 168 «Об утверждении требований к ведению государственного реестра опасных производственных объектов в части присвоения наименований опасным производственным объектам для целей регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов».
5. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21 ноября 2013 г. N 560 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья».
6. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 декабря 2014 г. № 632 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Требования к разработке технического паспорта взрывобезопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья».



ХАРАКТЕРНЫЕ НАРУШЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЪЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Хохлов В. Г.

Эксперт в области промышленной безопасности, Волжско-Окский филиал ООО «Промтехэкспертиза»

Митрофанов А. Л.

Эксперт в области промышленной безопасности, Волжско-Окский филиал ООО «Промтехэкспертиза»

Пидгирец В. Н.

Эксперт в области промышленной безопасности, Северо-Уральский филиал ООО «Промтехэкспертиза»

22.09.2015

Основным перегрузочным оборудованием предприятий промышленности в настоящее время являются подъемные сооружения. От их надежной работы зависит обеспечение нормального технологического процесса. В соответствии с требованиями Федерального закона №116-ФЗ от 21.07.1997 г. "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" [1] опасным производственным объектам, на которых используются стационарно установленные подъемные сооружения, присваивается IV класс опасности.

Данная статья посвящена решению актуальной задачи повышения надежности и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов мостового типа.

Все работы по экспертизе промышленной безопасности технических устройств выполняются в соответствии требованиями Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения" [3], с рекомендациями РД 10-112-5-97 «Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы». Часть 5. Краны мостовые и козловые» [5] и прочих Руководящих нормативных документов. В ходе работ проводится

проверка состояния узлов и механизмов: проводится оценка соответствия установленного оборудования эксплуатационным документам; проводится внешний осмотр в целях анализа общего состояния, работоспособности и необходимости проведения дальнейших измерений. Составной частью любого механизма подъемного сооружения (далее по тексту ПС), являются тормоза. На ПС (грузоподъемных кранах) применяют тормоза закрытого типа в связи с тем, что они надежнее открытых и их неисправность легко обнаружить. Тормоза открытые иногда устанавливают на кранах в дополнение к закрытым в качестве вспомогательных тормозов для более быстрой и точной остановки механизмов передвижения. Рассмотрим тормоз механизма на примере тормоза типа ТКГ.

На рисунке 1 показан замыкающийся автоматически при выключении тока двухколодочный пружинный тормоз типа ТКГ.

Тормоз состоит из механизма рычажного тормоза и электрогидравлического толкателя. Рычажный механизм тормоза состоит из следующих основных частей: основания на котором установлены рычаги (4,5,6) с колодками (7), регулировочных эксцентров (10), штока (9) и пружины

(2). При неработающем толкателе под действием сжатой пружины рычажная система прижимает колодки к поверхности тормозного шкива. При включении электродвигателя механизма насос гидротолкателя создает избыточное рабочее давление рабочей жидкости, вследствие чего поршень, а следовательно и шток, поднимаются вверх и удерживаются в этом положении в течение всего времени работы электродвигателя. Рабочая жидкость в это время перетекает из пространства над поршнем по каналам между цилиндром и корпусом к нижней части колеса. Соединяемый со штоком рычаг тормоза поворачивается и, преодолевая усилие пружины тормоза, разводит рычаги. Вследствие этого колодки отходят от шкива и тормоз размыкается. При отключении электродвигателя давление рабочей жидкости падает, и поршень со штоком под действием пружины тормоза и собственного веса опускается вниз.

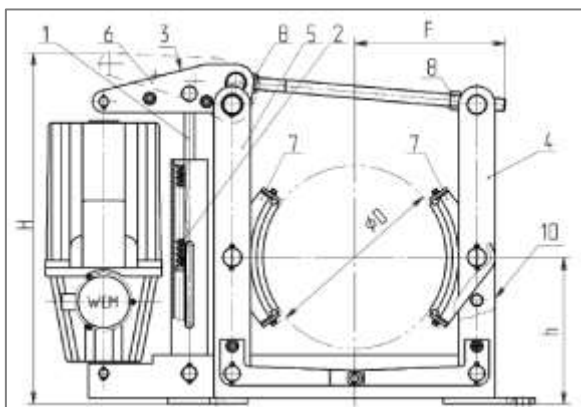


Рис. 1. Двухколодочный пружинный тормоз типа ТКГ.

Хочу остановиться на вопросе правильности регулировки колодочного тормоза. Регулировка тормоза заключается в регулировке нормального хода штока толкателя, регулировке равномерного отхода колодок и регулировке пружины. Для установки нормального хода штока толкателя необходимо поставить шток толкателя в крайнее верхнее положение, затем

опустить его на величину, указанную в паспорте тормоза, и в этом положении зафиксировать рычаги гайками тяги (8). В качестве проверки правильности регулировки тормоза можно визуально определить положение штока гидротолкателя – шток будет «приподнят». При нажатии на узел крепления штока гидротолкателя, рычаг опустится и при отсутствии давления поднимется в отрегулированное положение.

В ходе проверки тормоза механизма ПС специалисты и обслуживающий персонал должны проверять состояние пружины, наличие смазки в шарнирных соединениях, состояние тормозных обкладок и гидротолкателя. В приложение С5 [5] указаны параметры для выбраковки элементов тормоза, вид контроля и необходимые средства для выполнения контроля.

При проведении экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых применяются ПС, специалисты экспертных организаций сталкиваются с многочисленными нарушениями требований Правил [3], руководств (инструкций) по эксплуатации. Одним из таких нарушений является неисправность тормоза механизма крана. Неисправность практически любой детали тормоза механизма может привести к аварии.

Приведу типовые неисправности тормозов:

- неравномерный отход тормозных колодок (неправильная регулировка) – разная величина отхода тормозных колодок от шкива, и как следствие – неравномерный износ тормозных обкладок;
- отсутствие штатных деталей крепления гидротолкателя, рычагов (стоек), тяги – применение болтовых соединений, а иногда и просто отсутствие таковых (фото 1, 3);

- отсутствие штатных элементов тормоза и (или) несоответствие элементов паспортным данным (фото 2, 3, 4);



Фото 1. Отсутствие штатных деталей крепления гидротолкателя, рычагов (стоек).



Фото 2. Отсутствие штатных деталей (тяги тормоза).



Фото 3. Отсутствие штатных деталей крепления.



Фото 4. Несоответствие элементов тормоза паспортным данным (гидротолкатель и рычаг).

Специалистам на предприятиях, эксплуатирующим ПС, необходимо четко осознавать, что любые, даже на первый взгляд незначительные нарушения и отступления от требований промышленной безопасности опасных производственных объектов, могут привести к авариям.

Литература

1. Федеральный закон от 21.07.97 г. №116-ФЗ, с изменениями, «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила проведения экспертизы промышленной безопасности" (Приказ № 538 Ростехнадзора от 14.11.2013).



3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения" (Приказ Ростехнадзора от 12.11.2013 N 533. Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 N 30992).
4. РД 10-112-96 Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 1. Общие положения (РД 10-112-1-04).
5. РД 10-112-5-97 Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 5. Краны мостовые и козловые.
6. РД 10-197-98 Инструкция по оценке технического состояния болтовых и заклепочных соединений грузоподъемных кранов.
7. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
8. Паспорт. Тормоза колодочные типа ТКГ.
9. ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».
10. Правила устройства электроустановок.



ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЕВОЙ ПУДРЫ

УДК 669.71

Филяков В.В.

Эксперт в области промышленной безопасности Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

22.09.2015

Алюминиевая пудра, является продуктом тонкого помола алюминиевого порошка серебристо-серого цвета. В промышленном производстве широко используется из-за пластичности этих металлических частиц, что позволяет достичь необходимого уровня качества специализированных покрытий.

Алюминиевая пудра входит в состав эмалей, лаков, светоотражающих красок и коррозионнозащитных материалов, часто применяется в качестве пигмента для окрашивания пластмасс, концентрированных красителей, газообразователя для производства газобетона.

Ведущими производителями алюминия не только в России, но и в мире является ООО "СУАЛ-ПМ" в г. Шелехове, Иркутской обл.; ООО "СУАЛ-ПМ" в г. Краснотуринске, Свердловской обл.; ОАО "Каменск-Уральский завод ОЦМ"; ВГАЗ-СУАЛ в г. Волгограде.

Однако, производство алюминиевой пудры непосредственно происходит всего лишь на двух заводах (ООО "СУАЛ-ПМ" в г. Шелехове, Иркутской обл., ВГАЗ-СУАЛ в г. Волгограде). Там выпускают пудру пяти марок: ПАП-1, ПАП-2, ПАГ-1, ПАГ-2 и ПАГ-3, изготовленную из первичного алюминия марки не ниже А5 по [3].

Все вышеуказанные предприятия относятся к категории опасных производственных объектов (далее – ОПО), которые, в соответствии с

Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», требуют особых мер предосторожности [1].

Производство алюминиевых пудр относится к категории взрывопожароопасных производств. Во взвешенном состоянии в атмосфере воздуха алюминиевые пудры (аэрозоль) взрывоопасны, а в насыпном состоянии (аэрогель) пожароопасны. Алюминиевые пудры способны создавать устойчивое аэрозольное облако.

При наличии источника инициирования воспламенения (горящие или накаливаемые тела, искрение от удара и трения, тепловые проявления химических реакций и механических воздействий, электрические разряды и т.д.), аэрозоль алюминиевой пыли взрывается, при достижении концентрации выше нижнего концентрационного предела (далее – НКПР). При этом осевшая в помещении алюминиевая пыль может перейти во взвешенное состояние и вызвать дополнительный, более сильный взрыв. НКПР алюминиевой пыли составляет не менее 40 г/м. куб. Ориентировочные значения показателей температуры воспламенения аэрозоля составляют плюс 540 градусов Цельсия, а аэрогеля – плюс 320 градусов Цельсия.

При взрыве аэрозвеси алюминиевой пыли максимальное давление взрыва достигает 0,8 МПа, при этом максимальная скорость нарастания

давления взрыва составляет 35 МПа в сек., а средняя - 25 МПа в сек. [3].

Для тушения алюминиевой пудры используют: песок, асбестовые одеяла, сухие порошки глинозёма, магнезита, обезвоженного карналлита и огнетушащие порошки на основе хлоридов щелочных и щёлочноземельных металлов [3].

На сегодняшний день известны случаи несоблюдения требований безопасности на предприятиях алюминиевой промышленности, повлекшие за собой аварии и травмирование работающего персонала (рис. 1,2).

Обобщенные сведения об авариях на промышленном производстве алюминиевой пудры приведены в таблице 1.



Рис. 1. Пожар на Волгоградском алюминиевом заводе (ВгАЗ). г. Волгоград.



Рис. 2. Пожар на алюминиевом заводе «Суал-ПМ». г. Шелехов Иркутской области.

Как показывает практика, необходимо соблюдать не только все требования нормативных документов, направленных на обеспечение безопасности ОПО по производству алюминиевой пудры, но и выполнять комплекс мероприятий по устранению нарушений, рекомендуемые экспертной организацией после каждого обследования технического состояния здания.

Обязательным условием ведения процесса производства алюминиевой пудры является создание защитной газовой атмосферы и надёжная герметичность в размольно-пневмо-сепарационной системе.

Таблица 1

Аварии на промышленном производстве алюминиевой пудры.

Дата, место аварии	Характер аварии	Описание основной причины аварии	Число пострадавших, ущерб
02.02.2010г, г. Шелехов Иркутской обл.	Взрыв, пожар	Взрыв алюминиевого порошка, после чего на площади 700 квадратных метров загорелась кровля здания. Пожару была присвоена 4 категория сложности.	Погиб 1 чел., получили травмы 2 чел. Ущерб 10 млн. руб.
25.08.2014г, г. Волгоград	Пожар	Загорелся алюминиевый порошок. Площадь возгорания около 150 квадратных метров.	Погибших нет. Получил травмы 1 чел.

Попадание влаги и оксидов железа в оборудование, промежуточные и конечные продукты не допускаются. Из-за развитой поверхности алюминиевые пудры имеют высокую реакционную способность, легко взаимодействуют с

кислородом воздуха и водой, следствием такой реакции является бурное выделение водорода и энергии.

Изготовление алюминиевых пудр осуществляется методом сухого размола исходной алюминиевой заготовки в

замкнутой размольно-сепарационной системе, с возвратом в мельницу недомельчённого продукта. Измельчение алюминия происходит в результате истирающе-ударного действия на заготовку пересыпающейся шаровой загрузки, состоящей из стальных полированных шаров разного диаметра. Окисление свежобразованной открытой поверхности алюминия идёт за счёт кислорода, содержание которого в среде поддерживается в пределах 2-8% по объёму. При содержании кислорода ниже 2%, недостаточно окисленная пудра, при контакте с воздухом в момент выгрузки может воспламениться. При содержании кислорода выше 8 % возникает опасность взрыва непосредственно в размольной системе [2; 1262].

Во избежание подсосов воздуха размольно-сепарационная установка находится под избыточным давлением азото-кислородной смеси, поступающей по трубопроводу извне, поэтому система должна быть герметична во всех узлах и сочленениях. Герметичность достигается установкой резиновых прокладок во фланцевых соединениях, сальниковых уплотнений во вращающихся узлах, устройством гибких рукавов и мягких переходов из плотных тканей на разгрузочных узлах.

Частицы алюминия в пудре покрыты тонкой оксидной и жировой пленкой, которую, во избежание окисления при взаимодействии с кислородом, покрывают на стадии измельчения.

В соответствии с требованиями ГОСТ 19433 по степени опасности груза пудру относят к опасным грузам класса 4, подкласса 4.3. Категория опасности груза 431 [4].

Во избежание окислительных процессов готовой продукции, при транспортировке на склады готовой продукции и потребителю, алюминиевую пудру упаковывают в соответствии с требованиями ГОСТ 26319 в

металлические герметично закрывающиеся барабаны типа БТ-50-II и БТО-50-1 по ГОСТ 5044 или ТУ 48-5-254, вместимостью 50 дм³ до полной вместимости [5], [6]. Место установки крышки окрашивают масляной краской, которая служит индикатором повышения температуры внутри ёмкости в случае нагрева содержимого (рис. 3).



Рис. 3 Хранение алюминиевой пудры, ПАП-1, ПАП-2.

Следует отметить, что для защиты помещений от разрушения при аварийных взрывах на производстве порошков и пудр из алюминия и его сплавов должны быть предусмотрены легкобрасываемые ограждающие конструкции (ЛСК).

Проблемой при устройстве ЛСК на конечном этапе служат халатное выполнение установочных работ. Так при устройстве оконного стекла на клямеры, крепёжные концы могут быть выполнены отгибом во внутрь помещения, при этом однозначно увеличится момент сопротивления стекла и уменьшится площадь ЛСК, хотя изначально площадь стекла могло соответствовать расчётным данным.

Также при устройстве ЛСК могло быть установлено армированное стекло, которое в соответствии с нормативными данными, к легкобрасываемым конструкциям не относится [7; п. 6.2.5].

С целью повышения безаварийной эксплуатации зданий с установленным в них оборудованием производства порошков и пудр из алюминия и



поддержания строительных конструкций в работоспособном состоянии, на металлургических производствах необходимо устанавливать приборы, регистрирующие температуру металла и температуру пылегазовой смеси в пылеосадителе пульверизационных установках размольных ячеек, а также газоанализаторы с устройством световой и звуковой сигнализации, срабатывающей при содержании кислорода в азотно-кислородной смеси выше или ниже допустимых значений на трубопроводе, подводящем азотно-кислородную смесь [2; п. 1263].

Однако, не все приборы, в связи с их быстрым выходом из строя от попадания на поверхность измерительных датчиков алюминиевой пудры, присутствующей в воздухе рабочей зоны, устанавливаются. Тем самым, нарушаются федеральные правила в области промышленной безопасности, а их постоянная замена

приводит к разгерметизации системы и удорожанию конечного продукта.

Поэтому на данный момент выявленные в статье проблемы должны решаться путем должного контроля за ходом производственных и ремонтно-строительных работ по увеличению площади ЛСК в соответствии с разрабатываемыми проектными данными. А также путем развития инновационных технологий в защите от прилипания микрочастиц алюминия на поверхности датчиков приборов контроля с применением технологий создания исключительно тонкой гидрофобной пленки при которой обеспечивается длительная их защита. Свойство, которым должно обладать покрытие обязано защищать механизмы датчиков от образования алюминиевого напыления на весь срок своей службы.

Литература

1. Федеральный закон от 21.07.97 г. №116-ФЗ, с изменениями «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности № 656 «Правила безопасности при получении, транспортировании, использовании расплавов черных и цветных металлов и сплавов на основе этих расплавов».
3. ГОСТ 5494-95 Пудра алюминиевая. Технические условия.
4. ГОСТ 19433-88*. Грузы опасные. Классификация и маркировка.
5. ГОСТ 26319-84 Грузы опасные. Упаковка.
6. ГОСТ 5044-79 Барабаны стальные тонкостенные для химических продуктов. Технические условия.
7. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.



ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ПЫЛЕВОГО РЕЖИМА НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ, НЕ УКАЗАННЫХ В ФЕДЕРАЛЬНЫХ НОРМАХ И ПРАВИЛАХ «ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ»

УДК 664.7

Онькин А.М.

Эксперт в области промышленной безопасности Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Колпаков А.С.

Специалист по неразрушающему контролю Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Титов С.А.

Эксперт в области промышленной безопасности Волжско-Окского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

23.09.2015

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» [1] (далее - ФНП) предписывают обеспечить на предприятии безопасный пылевой режим. Для этих целей на элеваторах, построенных по проектам 1970-80-х гг., действует система аспирации (пылеудаления), предполагающая наличие циклона (пылеуловителя) и вентилятора (нагнетателя), соединенных воздуховодами. Требования «Правил...» относятся к использованию и безопасной эксплуатации именно таких централизованных систем аспирации, с подключением к одной аспирационной установке сразу нескольких технических устройств.

Современные производственные объекты хранения и переработки растительного сырья часто проектируются и строятся по проектам иностранных поставщиков оборудования.

Такие проекты проходят адаптацию в отечественных проектных организациях в целях приведения их в соответствие с отечественными нормами и правилами, а также государственную (или негосударственную) экспертизу проектной документации.

Несмотря на адаптацию иностранных проектных решений к отечественным нормам и требованиям, органы Ростехнадзора нередко выявляют отступления от требований, установленных [1]. Так, например, при получении лицензии на эксплуатацию опасного производственного объекта (ОПО) III класса опасности – комбикормового цеха, возведенного с использованием оборудования датской компании «Скиолд», эксплуатирующая организация столкнулась с замечаниями, которые ранее не предъявлялись на стадии прохождения экспертизы проектной документации. Замечания в акте проверки касались в том числе аспирационных систем норий: «Данные системы являются техническими

устройствами, создающими разрежение в норийных трубах, не осуществляют обеспыливание (аспирацию) нории, так как уловленная ими пыль периодически выгружается назад в норию».

В зафиксированном нарушении правил в акте проверки приведено точное описание установленных на нории локальных фильтров, которые сейчас находят все большее применение в качестве средств точечной аспирации взамен централизованной.

Принцип обеспыливания с применением локального фильтра заключается не в сборе улавливаемой пыли в циклоне и далее – непрерывном выводе её из циклона в бункер, как предписано в п. 527 [1] (рис. 1). Напротив, пыль остается в герметически замкнутой системе фильтр – техническое устройство. Осевшая на фильтрующих элементах пыль периодически, при подаче сжатого воздуха (пневмоочисткой), сбрасывается в «аспирируемое» техническое устройство. При этом не только обеспечивается взрывопреупреждение, но и сокращаются потери продукта. Применение локальных фильтров ограничивается только требованиями к системе очистки сжатого воздуха и использованию компрессорной установки в помещениях ОПО только соответствующей категории.

Тем не менее, преимущества локальных фильтров очевидны:

- возврат уловленной пыли (продукта) в технологический процесс;
- отсутствие или снижение количества воздухопроводов;
- отсутствие потерь давления в воздухопроводах;
- эффективная фильтрация и очистка фильтрующих элементов;
- простой монтаж и обслуживание;
- компактные размеры.

Локальные фильтры (рис. 2) применяются для аспирации норий, скребковых конвейеров и поддробильных бункеров,

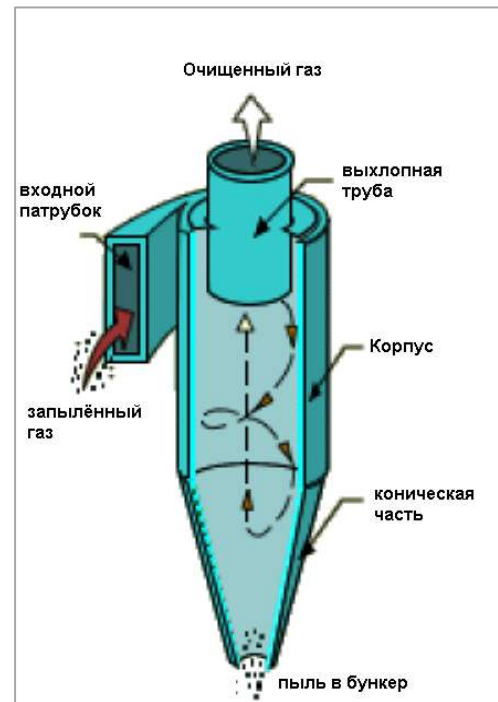


Рис. 1. Циклон-пылеуловитель, работающий в соответствии п. 527 [1].



Рис. 2. Локальные фильтры.

дробилок, грохотов, весовых дозаторов, смесителей, фасовочных автоматов, мест растаривания мешков и биг-бэгов.

Видимо, действующая редакция ФНП не учитывает современного уровня технического развития в этой сфере производства и нуждается в доработке.

Отсутствие системы централизованной аспирации на приеме сырья с автотранспорта является типичным нарушением требований ФНП. Установленные на автоприеме сырья локальные фильтры предотвращают запыление территории, что соответствует требованиям п. 124 [1].

Не указанными, но предусмотренными в ФНП остались еще одни средства аспирации бункеров и силосов. Согласно п. 532, «силосы и бункеры должны быть оборудованы аспирацией и другими устройствами с таким расчетом, чтобы при заполнении зерном, готовой продукцией или отходами вытесняемый запыленный воздух не поступал в рабочее помещение» [1]. Возможно, фильтрующая ткань для мелкодисперсной пыли, обтягивающая выхлопной патрубков бункера, вполне может справиться с поставленной задачей, но ткань даже с антистатическими свойствами не является устройством. А другим устройством вполне может быть силосный фильтр (рис. 3).

Силосные фильтры предназначены для очистки избыточного воздуха, который вытесняется из силоса в процессе загрузки сыпучих материалов с помощью механического или пневматического транспорта. Пыль, осевшая на фильтровальной ткани, сбрасывается обратно в силос посредством системы пневмо- или виброочистки, таким образом, исключаются потери продукта.



Рис. 3. Силосный фильтр с системой пневмоочистки.

Размер фильтра (площадь фильтрующей поверхности) выбирается исходя из требуемого объема воздуха, который он должен пропустить и практически не зависит от объемов силоса.

Установка силосных фильтров на бункеры, не подключенные к централизованной системе аспирации, является эффективным решением для эксплуатирующей организации и удовлетворяет требованиям ФНП.

Фильтры используются на силосах с сыпучими материалами в комбикормовой промышленности, на складах бестарного хранения муки. Они могут изготавливаться полностью из нержавеющей стали и комплектоваться взрыворазрядными пластинами, хотя оснащение таких устройств взрыворазрядителями в ФНП не оговорено.

Неуказанные в правилах технические устройства сводо-обрушения, такие как: виброаэраторы, пневмовибраторы, пневмомолотки, виброднища – активно применяются для предотвращения зависания и обрушения мелко-дисперсного продукта (мука, крахмал) в бункерах и силосах. Они включены в список применяемых технических устройств п. 136 [1] и значатся в нем как «специальные технические устройства или разгрузочные механизмы, облегчающие выпуск из силосов (бункеров)».

Следуя указаниям, изложенным в п.124 [1], «при приеме и отпуске зерна, комбикормового, мучнистого сырья и готовой продукции (а также при бестарной погрузке отходов), на железнодорожном и автомобильном транспорте должно обеспечиваться предотвращающие запыления территории».

Нетрудно представить, какие средства обычно используют эксплуатирующие организации для борьбы с запылением территории ОПО: метла, совки, веники. Однако эти полезные приспособления и даже промышленные пылесосы к

предотвращающим запыления относятся гораздо в меньшей степени, чем устройства телескопической загрузки закрытого (рис. 4) и открытого транспорта (рис. 5).



Рис. 4. Телескопический загрузчик для закрытого транспорта.



Рис. 5. Предотвращение запыления территории с применением телескопического загрузчика.

Все неупомянутые в правилах [1] технические устройства применяются на ОПО при соответствии требованиям технических регламентов. Если все эти современные технические устройства эффективно обеспечивают пылевой режим, то возможность их использования должна быть предусмотрена ФНП, и такие устройства должны быть перечислены в правилах с соответствующими требованиями, ограничениями и условиями их применения. Иначе организации, эксплуатирующие ОПО, попадают в странную ситуацию, когда им указывают на нарушение требований ФНП при фактическом обеспечении безопасных условий эксплуатации объекта.

Литература

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21 ноября 2013 г. N 560 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья».
2. Фильтры для локальной аспирации. Сайт компании ARDON. (Электронный ресурс).- Режим доступа: http://www.ardon-m.ru/upload/catalog/filtracia-pyli/local-filters/local_filters.pdf.
3. Фильтры для силосов. Сайт компании ARDON. (Электронный ресурс). - Режим доступа: http://www.ardon-m.ru/upload/catalog/filtracia-pyli/silo-filters/silo_filters.pdf

4. Телескопические загрузчики. Сайт компании ARDON. (Электронный ресурс). - Режим доступа:

http://www.ardon-m.ru/upload/catalog/filtracia-pyli/loading-bellows/loading_bellows.pdf.

**АНАЛИЗ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ
РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ
НОМИНАЛЬНЫМ ОБЪЕМОМ ОТ 100 ДО 10 000
КУБИЧЕСКИХ МЕТРОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В
ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ**

Митяков Анатолий
Николаевич

Эксперт отдела ЭТУ

Зубанев Виктор
Викторович

Начальник лаборатории НК

Лебедев Андрей
Леонидович

Начальник отдела экспертизы ТУ

Елисеев Денис
Николаевич

Начальник отдела ЗиС Северо-Кавказского
филиала ООО «Промтехэкспертиза»

26.08.2015

Резервуары вертикальные стальные (далее РВС) предназначены для хранения значительных объемов нефти и нефтепродуктов.

Для обеспечения безопасной эксплуатации и сохранения работоспособности РВС (Рис. 1) необходимо своевременное проведение технического диагностирования всех элементов конструкции с целью выявления несоответствий требованиям нормативной документации.

Требования промышленной безопасности к РВС установлены в следующих нормативно-правовых актах:

- Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утв. Приказом Ростехнадзора №96 от 11.03.2013 г.);

- «Правила технической эксплуатации нефтебаз» (утв. Приказом Минэнерго РФ №232 от 19.06.2003 г.).

Нормативные документы, устанавливающие требования к порядку оценки технического состояния резервуаров РВС:

- РД-08-95-95 «Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов». Утвержден постановлением Госгортехнадзора России № 38 от 25.07.1995 года.

- РД 153-112-017-97 «Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров».



Рис. 1. Резервуар вертикальный стальной

Во время эксплуатации РВС испытывает влияние неблагоприятных эксплуатационных и технологических факторов[1]:

- коррозия внутренней и внешней поверхности, обусловленная агрессивной средой хранимых продуктов и воздействием внешних факторов, в том числе перепадов температур, осадков и т.п.;

- качество изготовления РВС;
- эффективность электрохимической защиты;
- различные механические воздействия, вызванные влиянием геологических и геофизических факторов;
- нарушение режимов эксплуатации резервуаров.

Целью проведенного анализа являлось выявить типичные дефекты РВС, эксплуатируемых на территории Краснодарского края, Ставропольского края, Ростовской области и республики Адыгея и оценить степень влияния этих дефектов на безопасность и надежность эксплуатации.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести диагностические обследования резервуаров;
- систематизировать результаты обследований;
- провести анализ результатов.

При исследовании были изучены результаты визуального и измерительного контроля, выявляющего, как правило, поверхностные дефекты [2]. Проведен анализ заключений ультразвуковой толщинометрии, ультразвукового контроля сварных соединений и измерений фактического

отклонения образующих стенки резервуаров, с учетом данных, характеризующих условия работы за весь период эксплуатации.

За период исследования, начиная с 2011 года, было проведено обследование и техническое диагностирование 105 РВС объемом от 100 до 10000 кубических метров (Таблица 1) на территории Краснодарского края, Ставропольского края, Ростовской области и республики Адыгея.

Таблица 1
Исследованные резервуары

№ п/п	Объем РВС (кубические метры)	Количество единиц (% от общего количества)
1	1000	28 (25)
2	700	22 (19)
3	2000	4 (15)
4	5000	8 (6)
5	200	4 (3)
6	100	2 (1)
7	500	1 (менее 1)
8	3000	1 (менее 1)
9	10000	1 (менее 1)
Всего:		105

Наиболее распространенные дефекты (Рис.2) основных элементов конструкции (днища, стенки и кровли), выявленные при проведении технического диагностирования резервуарных парков в Южном федеральном округе отображены в Таблице 2.

Таблица 2
Дефекты РВС в Южном федеральном округе

Наименование дефекта	Доля РВС с наличием дефекта
Поры и микропоры сварных соединений (Рис. 2а)	10%
Хлопуны, изломы и коррозионные повреждения днища	80%
Различные коррозионные повреждения наружной и внутренней сторон стенки (Рис. 2б, в)	93%
Повреждения между стенкой резервуара и понтоном (Рис. 2г)	2%
Фактическое отклонение образующей стенки резервуара	5%



Отслоение лакокрасочного покрытия стеки и кровли (Рис. 2д)	97%
Гофры кровли	5%
Задиры, вмятины и оплавления стенки (Рис. 2е, ж)	60%
Сквозные отверстия в кровле (Рис. 2з)	5%



Рис. 2. Распространенные дефекты.

Климатические особенности региона характеризуются непродолжительными периодами низкотемпературных режимов эксплуатации оборудования (Рис.3).



Рис. 3. Среднегодовые графики температуры.

Исходя из среднегодовых графиков температуры, вероятность возникновения предаварийных состояний оборудования, в виду склонности некоторых марок

стали к хрупкому разрушению при низких температурах, является незначительной.

Такие особенности ультразвукового контроля, как плохой доступ к объектам контроля и требования к подготовке поверхности контакта, не позволяют осуществить 100% сканирование сварных соединений резервуаров при обследовании. В связи с этим, основными методами, выявляющими большую часть дефектов РВС, остается визуальный и измерительный контроль.

Многие из выявленных в процессе исследования дефектов имеют тенденцию к дальнейшему развитию с угрозой перехода в критическое состояние и возникновением аварийных ситуаций, связанных с утечками хранимых нефтепродуктов. В частности, многократное изменение формы хлопунгов при действии гидростатического давления в процессе наполнения-опорожнения может привести к образованию усталостных трещин, а при дальнейшем увеличении отклонений образующих стенки возникнет необходимость вывода соответствующих резервуаров из эксплуатации и проведения ремонта по исправлению дефектов формы.[3]

В результате, установлено, что основной причиной возникновения большинства выявленных несоответствий являются нарушения допущенные при производстве строительно-монтажных и ремонтных работ.

Литература

1. Нехаев Г.А. «Проектирование и расчет стальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров низкого давления»/ Издательство АСВ – 2000г.
2. РД 153-112-017-97 Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров.
3. РД 08-95-95 Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов.



Актуальные вопросы промышленной безопасности и развития промышленных технологий

Сетевое периодическое издание

Периодичность выхода - ежеквартально

№ 1
июль-сентябрь, 2015



АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА РЕЗЕРВУАРОВ

УДК 66.5

Митяков Анатолий Николаевич	Эксперт отдела ЭТУ
Бич Александр Николаевич	Эксперт отдела ЭТУ
Зубанев Виктор Викторович	Начальник лаборатории НК
Глухова Ася Владимировна	Начальник отдела проектной документации и разрешения на применения
Елисеев Денис Николаевич	Начальник отдела ЗиС ООО «Промтехэкспертиза», Северо-Кавказский филиал

23.09.2015

Аннотация. Произведен анализ результатов оценки остаточного ресурса стальных цилиндрических вертикальных резервуаров.

Ключевые слова: остаточный ресурс, критическое состояние, безопасная эксплуатация.

Техническая диагностика – наука о распознавании состояния технической системы включающая широкий круг проблем, связанных с получением и оценкой диагностической информации [1].

Основные задачи технической диагностики:

- определить техническое состояние оборудования, исходя из выявленных дефектов и несоответствий, и проанализировать причины снижения работоспособности;
- рассчитать остаточный ресурс, учитывая вероятность дальнейшего развития существующих дефектов или возникновения новых.

Систематическое решение указанных задач позволяет повысить промышленную безопасность опасных производственных объектов.

При проведении экспертизы промышленной безопасности после определения текущего технического состояния исследуемого оборудования, обладая различной диагностической информацией, на передний план выходит

адекватный и рациональный расчет остаточного ресурса.

Остаточный ресурс устанавливается по определяющим параметрам технического состояния. В качестве определяющих принимаются параметры, изменение которых (в отдельности или в некоторой совокупности) может привести объект в неработоспособное или предельное состояние [1].

Определение остаточного ресурса имеет важное техническое и экономическое значение. Особенно остро этот вопрос стоит для оборудования, которое отработало установленный предприятием-изготовителем ресурс. Однако, в практике, встречается оборудование, фактический ресурс которого по различным причинам оказывается меньше назначенного.

Для большинства технических устройств мерой продолжительности дальнейшей работы является единица времени.

Главным условием возможности безопасной эксплуатации резервуара на расчетных параметрах является

удовлетворение параметров его элементов, работающих под нагрузкой, условиям прочности и устойчивости согласно [2].

Значения расчетных параметров конструктивных элементов резервуара (геометрические размеры, толщины и др.) принимаются по данным технического обследования конструкций, а характеристики материалов – по нормативным прочностным показателям согласно проектным данным, либо по результатам исследований химического состава и механических свойств металла [3].

Оценка остаточного ресурса выполняется с учетом эксплуатационных нагрузок, концентрации напряжений, вызванных выявленными дефектами в сварных соединениях, отклонениями в геометрической форме стенки, другими дефектами, а также фактической толщиной стенки.

Элементы конструкции резервуара (кровля, днище, стенка) изнашиваются по-разному, и испытывают влияние различных нагрузок. Резервуар нельзя эксплуатировать, если хотя бы один его элемент достиг своего критического состояния [4].

Исходя из [4], критерии оценки критического состояния элементов резервуара принимаются согласно таблице 1.

Расчет остаточного ресурса производится с учетом выполнения мероприятий, благодаря которым будет обеспечиваться безопасная эксплуатация объекта экспертизы на продлеваемый период.

В основу настоящего анализа положены результаты работ по техническому диагностированию и оценки остаточного ресурса более ста резервуаров вертикальных стальных объемом до десяти тысяч кубических метров, выполненных специалистами Северо-Кавказского филиала ООО

«Промтехэкспертиза» в 2012-2015 годах. В ходе анализа были выявлены процентные соотношения резервуаров, у которых наблюдался меньший остаточный ресурс соответствующего конструктивного элемента (рис. 1).

Таблица 1
Критерии оценки допустимого
состояния элементов.

Наименование конструкции	Наименование конструктивного элемента	Проверяемые условия
Стенка *	Первый пояс	Условие прочности
	Средние пояса стенки	Условие прочности для каждого пояса
		Условие общей устойчивости
	Верхние пояса	Условие местной устойчивости
Днище *	Окрайки	1) условие герметичности – недопущение образования сквозных отверстий в днище. 2) сплошной коррозионный износ < 30% проектной толщины
	Центральная часть	
Кровля *	Настил	условие герметичности – недопущение образования сквозных отверстий в кровле. сплошной коррозионный износ < 50% проектной толщины
	Несущие конструкции	

* - недопустимым считается достижение предельного состояния по прочности в точках максимального коррозионного износа.

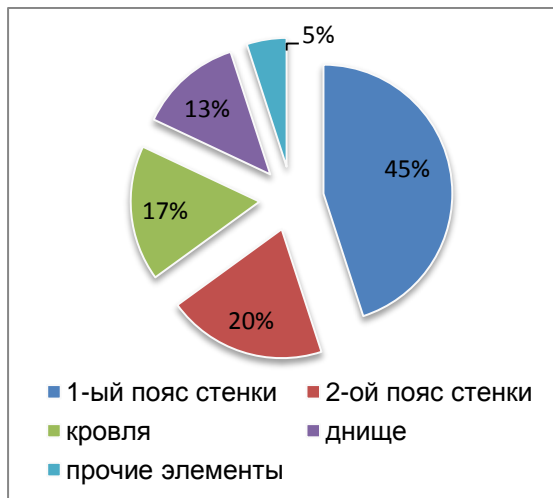


Рис. 1. Соотношение резервуаров по конструктивным элементам с наименьшим ресурсом.

Важным фактором, влияющим на безопасную эксплуатацию резервуаров, является вид хранимого нефтепродукта. Сроки проведения полного обследования резервуаров в зависимости от вида хранимого нефтепродукта приведены в таблице 2 [5].

Таблица 2
Сроки проведения обследования.

Вид хранимого продукта	Срок эксплуатации резервуара	Полное обследование
Нефть товарная	Более 25 лет	Через 3 года
	Менее 25 лет	» 5 лет
Бензин	Более 25 лет	» 3 года
	Менее 25 лет	» 5 лет
Дизельное топливо	Более 25 лет	» 4 года
	Менее 25 лет	» 7 лет
Керосин	Более 25 лет	» 4 года
	Менее 25 лет	» 7 лет

Литература

1. Богданов Е.А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования: Учеб. Пособие. – М.: Высш. шк., 2006 – 279 с.
2. СНиП II-23-81^{^*} «Нормы проектирования. Стальные конструкции».
3. РД 08-95-95 «Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов».

Большие сроки эксплуатации, наличие разного рода несоответствий, выявленных при обследовании, не могут не отразиться на безопасном сроке эксплуатации.

По результатам исследования преобладающими критериями оценки допустимого состояния являлись:

- для стенки – условие прочности для каждого пояса;
- для днища – сплошной коррозионный износ 30% проектной толщины;
- для кровли – условие герметичности (недопущение образования сквозных отверстий).

После проведенного анализа, более чем у половины обследованных резервуаров, наименьший остаточный ресурс определен у 1-ого и 2-ого поясов стенки, которые испытывают наибольшие гидростатическое давление и вес вышележащих поясов.

У 20% обследованных резервуаров техническое состояние кровли, испытывающей различные длительные и кратковременные (снеговая, ветровая) нагрузки, близко к критическому.

Соблюдение требований безопасности при эксплуатации резервуаров и качественное выполнение мероприятий по устранению несоответствий – залог успешной работы на продлеваемый период.



4. РД 153-112-017-97 «Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров».
5. «Правила технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту». – Москва «Недра», 1988 г.



ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ СКЛАДОВ ХРАНЕНИЯ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ В ТАРЕ

В.В. Филяков

Эксперт в области промышленной безопасности
Ниже-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

07.08.2015

Аммиачная селитра (нитрат аммония - NH_4NO_3) как соль азотной кислоты (NO_3) впервые была получена И.Р. Глаубером в 1659 году. В Швеции в 1867 году учеными И. Олсон и И. Норбин был получен патент на использование аммиачной селитры как взрывчатого вещества. В дальнейшем, в зависимости от компонентов смешивания аммиачной селитры с другими химическими элементами, развитие её производства вылилось на промышленное и сельскохозяйственное назначение.

Аммиачная селитра для сельского хозяйства выпускается в порошкообразном, кристаллическом и гранулированном виде, легко растворима в воде. Растворимость её в воде возрастает с повышением температуры. Так, при температуре 0°C в 1 литре растворяется 1,2 кг селитры, а при 80°C - 6 кг. При этом аммиачная селитра нетоксична, относится к категории окисляющих веществ (поддерживающие горение, вызывающие воспламенение или способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции). При взаимодействии с минеральными удобрениями (которые в большом количестве встречаются в свободном виде) приводит к образованию азотной кислоты, которая в свою очередь так же является сильным окислителем. При попадании в аммиачную селитру различных примесей: горючих веществ

(нефтепродуктов, торфа, соломы, жмыха, опилок, серы и др.), порошков некоторых металлов и окислов металлов (алюминия, меди, цинка, железа и др.) взрывчатость и вероятность самовозгорания значительно увеличивается.

В соответствии с Федеральным законом "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" объекты хранения аммиачной селитры идентифицируются в качестве опасных производственных объектов (далее – ОПО) [1]. Строгое соблюдение правил хранения и транспортирования является важнейшим условием обеспечения безопасности складов хранения аммиачной селитры.

Самовоспламенение аммиачной селитры происходит при температуре 350°C , а нижний концентрационный предел распространения пламени составляет 175 г/м.

Разложение селитры на оксиды азота и пары воды происходит при температуре 210°C , при этом при взаимодействии оксидов азота и селитры выделяются кислород и аммиак, что может аналогично привести к пожару или взрыву.

При пожаре разложение селитры переходит во взрыв, также селитра взрывается под действием сильных ударов, и при попадании в нее органических материалов. Выделяемые при горении или взрыве аммиачной селитры окислы азота опасны для

жизнедеятельности человека. Поэтому при организации тушения пожаров на складах аммиачной селитры (ядохимикатов и минеральных удобрений) необходимо выяснить свойства веществ, находящихся на складе, выявить зоны загазованности и подобрать наиболее соответствующие огнетушащие средства с устройством постов охраны от проникновения посторонних лиц на территорию пожара.

По степени воздействия на организм человека селитра относится к умеренно опасным веществам (3-й класс опасности). Предельно допустимая концентрация (ПДК) селитры в воздухе рабочей зоны гигиеническими нормами составляет 10 мг/м. Контроль за состоянием рабочей зоны объекта по хранению селитре в таре должен проводиться предприятием или аккредитованными экспертными организациями по утвержденному графику, разработанным в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями [7].

Увеличение риска возникновения аварий и пожаров и возрастание масштабов их последствий является следствием несоблюдения установленных требований хранения и транспортировки селитры в таре.

Так, самым мощным в истории техногенных катастроф стал взрыв нитрата аммония на заводе в Оппау (Германия) [21 сентября 1921 года](#).



Рис. 1. Взрыв аммиачной селитры в Оппау

Взорвалось 12 тысяч тонн смеси сульфата и нитрата аммония (рис 1). Взрыв, оставил воронку размером 90 на 125 м и глубиной 20 м. Сильный пожар, был потушен только через несколько дней. 800 строений из 1000 было разрушено, 7500 человек остались без крова. Жертвами катастрофы стали 561 человек, свыше полутора тысяч получили ранения и ожоги.

21 сентября 2001 года в г. Тулузе (Франция) на химическом комбинате AZF взорвался ангар с 300 тонн нитрата аммония, в результате разрушены или получили серьезные повреждения 79 школ, 11 лицеев, 26 колледжей, 2 университета, 184 детских сада, 27 тыс. квартир, тысячи жилых домов. Без крова остались 40 тысяч человек, фактически прекратили деятельность 134 предприятия, погиб 31 человек, более 10 тысяч человек получили ранения, 2,5 тысячи- тяжелые. общая сумма ущерба составила 3 млрд евро (рис 2).



Рис. 2. Взрыв на заводе AZF

17 апреля 2013 г., США, Вест, штат Техас произошел пожар на складе аммиачной селитры компании WFC через 20 мин привел к взрыву, после которого образовалась воронка глубиной 3 м и диаметром 28 м. Погибли более 70 человек, ранения получили более 200 человек. (рис.3)

Законодательство РФ предусматривает ряд требований, направленных на

обеспечение безопасности ОПО при хранении и транспортировки аммиачной селитры в таре [4], [п. 206; 5], [13].



Рис.3. Взрыв на заводе минеральных удобрений в Техасе

При хранении и транспортировки аммиачную селитру следует предохранять от нагревания, воздействия пламени или попадания искр, от загрязнения посторонними примесями. Поэтому аммиачную селитру чаще всего упаковывают в транспортную тару (влагопрочные мешки), соответствующие требованиям [8] (мешки полиэтиленовые сварные [9] и мешки из полипропиленовой ткани, сшитые с внутренним полиэтиленовым вкладышем [10]). Для хранения насыпью и в мешках следует предусматривать одноэтажные складские здания II степени огнестойкости.

Штабели аммиачной селитры в мешках не должны превышать общей массы 700 т; расстояние между штабелями для проезда механизмов должно быть не менее 1,5 м, проходы 1,0 м.

Склады аммиачной селитры должны быть оборудованы вентиляцией и воздушным отоплением, не допускается

устанавливать калориферы (с трубопроводами).

Полы должны содержаться в чистоте и исправном состоянии (без выбоин и неровностей), чтобы в случае россыпи селитры ее можно было собрать и затарить, не допуская загрязнения, а покрытие полов в отделении обработки гранул, на складе и рампы должно быть кислотоупорным.

При обслуживании транспортера и уборке пыли должна быть полностью исключена возможность падения с мостика и попадания в селитру любых предметов, материалов и т. п.

Хранение аммиачной селитры очень важный и ответственный вопрос. Опыт проведения экспертизы на ОПО по хранению селитры в таре позволяет составить список самых типичных нарушений при проектировании и эксплуатации зданий и складов.

Наиболее безопасным с точки зрения взрывоопасности является несоблюдение правил при проектировании склада [15], когда сооружение находится на уровне земли, происходит залив водой складов, при этом селитра мокнет и «тает», превращаясь в насыщенный раствор.

В помещениях, соответствующих «Техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений» [2], при повышении влажности и увеличении температуры хранения изменяется кристаллическая структура аммиачной селитры, т.к. она обладает большой гигроскопичностью, в результате чего происходит связывание массы удобрения в сплошной монолит. При дроблении образовавшегося монолитного пласта механическим способом существует вероятность возникновения взрыва.

Другим самым распространенным нарушением требований промышленной безопасности, выявляемым при экспертизе является хранение аммиачной селитры (либо временное хранение) на рампе склада, под навесом или на

открытых площадках. Данное хранение может привести не только к потере физическо-химических свойств вещества, но и значительно повышается опасность загрязнения селитры органическими или горючими веществами, порошками металлов, что может стать следствием возникновения пожара или даже взрыва (рис. 4).

И наконец, при несоответствующим уровне вентиляции, температуры хранения селитры в складских помещениях, а также несоблюдение целостности тары существует вероятность проявления взрывчатых свойств аммиачной селитры.



Рис. 4. Типичные нарушение хранения селитры в таре

Из приведенного обзора нормативно-правовых актов видно, что требования к проектированию и эксплуатации складов аммиачной селитры изложены в нескольких разноплановых документах и не носят систематизированного характера. Единый документ, в котором

были в обобщенном виде изложены требования по хранению и транспортированию аммиачной селитры, был издан более 40 лет назад, является не действующим и нуждается в актуализации [18].

В настоящее время, для предотвращения чрезвычайных ситуаций на объектах, на которых применяется аммиачная селитра, специалисты, принимающие участие, как в проектировании, так и эксплуатации складов, обязаны внимательно изучать, как своды правил, так и требования различных стандартов.

К сожалению, специалисты организаций, эксплуатирующих склады аммиачной селитры не всегда имеют достаточное время и возможности для изучения многочисленных нормативных документов и оценки соответствия зданий и сооружений, установленным требованиям.

В целях оказания методической помощи организациям, эксплуатирующим склады с аммиачной селитрой, специалисты ООО «Промтехэкспертиза» провели ряд исследований зданий и складских сооружений по хранению селитры с целью оценки соответствия их установленным требованиям, а также определению их остаточного ресурса, возможности продления и установления срока и условий дальнейшей безопасной эксплуатации.

В ходе исследований специалисты определяли категорию помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, степень огнестойкости, категорию молниезащиты здания, выявляли дефекты и повреждения элементов и узлов конструкций и состояния соединений.

Были выполнены предварительные визуальные, а в последствии инструментальные обследования строения строительных конструкций и инженерного оборудования складов аммиачной селитры. Выявлены дефекты



и повреждения, а также многочисленные отступления от требований по хранению аммиачной селитры. По результатам обследования эксперты ООО «Промтехэкспертиза» предоставляли владельцам:

- схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера;
- описания, фотографии дефектных участков;
- результаты проверки наличия характерных деформаций здания (сооружения) и его отдельных строительных конструкций (прогибы, крены, выгибы, перекосы, разломы);
- установили аварийные участки (при наличии);
- уточнили конструктивные схемы здания (сооружения);
- выявили несущие конструкции по этажам и их расположение;
- определили схемы мест выработок, вскрытий, зондирования конструкций;
- провели исследование особенностей близлежащих участков территории, вертикальной планировки, организации отвода поверхностных вод;
- оценили расположение здания (сооружения) в застройке с точки зрения подпора в дымовых, газовых, вентиляционных каналах;
- провели предварительную оценку технического состояния строительных конструкций, инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи, определяемого по степени повреждений и характерным признакам дефектов.

Инструментальное обследование технического состояния здания экспертами ООО «Промтехэкспертиза», включало в себя:

- измерение необходимых для выполнения целей обследования геометрических параметров здания, конструкций, их элементов и узлов;
- инженерно-геологические изыскания (при необходимости, в случае

обнаружении характерных трещин, перекосов частей здания (сооружения), разломов стен и прочих повреждений и деформаций, свидетельствующих о неудовлетворительном состоянии грунтового основания);

- инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;
- определение фактических характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов;
- измерение параметров эксплуатационной среды, присущей технологическому процессу в здании и сооружении;
- определение эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями;
- определение расчетной схемы здания или сооружения, или его отдельных конструкций;
- определение расчетных усилий в несущих конструкциях, воспринимающих эксплуатационные нагрузки;
- поверочный расчет несущей способности конструкций по результатам обследования;
- анализ причин появления дефектов и повреждений в конструкциях.

По результатам обследования во избежание частичной или полной потери несущей способности строительных конструкций и предотвращения возникновения аварийных ситуаций, а также предотвращения развития дефектов и повреждений и перехода их в более опасную категорию специалисты ООО «Промтехэкспертиза» разработали заключения с выводами и рекомендациями по устранению дефектов и повреждений.

На каждом ОПО по хранению, транспортировке селитры обязаны четко соблюдать все требования, предъявляемые к эксплуатации опасных производственных объектов соответствующими нормативными правовыми актами и техническими документами.

Ведь, безусловно предупредить возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера лучше, чем ликвидировать. Однако, как показывает практика данное требование не всегда выполняется, что определяется необходимостью проведения экспертизы по обеспечению промышленной безопасности зданий и сооружений опасных производственных объектов на территории Российской Федерации.

В связи с отсутствием единого нормативно-правового документа, описывающего в обобщенном виде

правила хранения и транспортирования аммиачной селитры, представляется рациональным разработать ведомственный нормативный документ в виде приказа Ростехнадзора «Руководство по безопасности складов аммиачной селитры».

Опыт, полученный специалистами ООО «Промтехэкспертиза» при проведении исследований эксплуатируемых складов аммиачной селитры, мог бы быть использован при создании данного нормативного документа.

Литература

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ, с изменениями.
2. Федеральный закон от 30 января 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений".
3. ФНП №96 "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»
4. ГОСТ 2-2013 Селитра аммиачная. Технические условия
5. «Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390).
6. ГОСТ 30181.4-94 Удобрения минеральные. Метод определения суммарной массы азота, содержащегося в сложных удобрениях и селитрах в аммонийной и нитратной формах (метод Деварда).
7. [ГОСТ 12.1.005-88](#) Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
8. [ГОСТ 26319-84](#) Грузы опасные. Упаковка
9. ГОСТ 17811-78 Мешки полиэтиленовые для химической продукции. Технические условия
10. [ГОСТ 30090-93](#) Мешки и мешочные ткани. Общие технические условия
11. СП 2.13130.2012 «Система противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
12. СП 4.13130.2013 «Ограничение распространения пожара на объектах защиты».
13. СП 12.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» МЧС России, 2009 г.
14. СП 92.13330.2012 (СНиП II-108-78) «Склады сухих минеральных удобрений и химических средств защиты растений».
15. ОНТП 01-86 Общесоюзные нормы технологического проектирования складов тарно-штучных и длинномерных грузов.
16. Информационное письмо ВНИИПО "Пожаро-взрывоопасность аммиачной селитры при хранении и транспортировке" 1970 г.
17. И.В. Смирнов "Пожарная безопасность при хранении аммиачной селитры", М. Россельхозиздат 1984,62с.



18. "Правила по безопасному складированию, хранению, перевозке, подготовке и внесению аммиачной селитры" М "Колос" 1973 г.
19. "Нитрат аммония" Jesse Russell, Ronald Cohn М "Книга по требованию" 2013 г.

РАССЛОЕНИЕ В ШАРОВОМ РЕЗЕРВУАРЕ

УДК 621.641

Куценко М.М.	Эксперт в области химической, нефтехимической промышленности Средне-Поволжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»
Чуфаров М.В.	Инженер-дефектоскопист ООО «ПТЭ ПОВОЛЖЬЕ»
Зорин П.Н.	Эксперт в области химической, нефтехимической промышленности ООО «ПТЭ ПОВОЛЖЬЕ»
Бикинцев Д.В.	Эксперт в области химической, нефтехимической промышленности ООО «ПТЭ ПОВОЛЖЬЕ»

30.09.2015

Одной, из важнейших проблем работы оборудования - является сохранение работоспособного его состояния. Этому способствует большое внимание, которое уделяется систематическому контролю состояния оборудования и своевременное выявление и ликвидация, появляющихся дефектов. В связи с чем, наибольшую значимость приобретают неразрушающие методы контроля качества оборудования, которые в свою очередь, позволяют не только обнаруживать дефекты на поверхности или в толще металла, но и определять их форму и размеры, а также пространственное положение. Каждый из этих методов обладает определенными преимуществами, что позволяет с большей точностью выявлять те или иные типы дефектов.

Процессы образования и роста дефектов ставят под угрозу возможность безаварийной эксплуатации оборудования. Обеспечение безопасности опасных объектов, своевременного обнаружения заводских дефектов и дефектов, появившихся в процессе эксплуатации, приносит не только огромный экономический эффект, но и

служит сохранению человеческих жизней.

На примере работы специалистов по неразрушающему контролю, рассмотрим дефект, выявленный в процессе проведения работы по экспертизе промышленной безопасности на одном из предприятий, специализированном на выпуске химической продукции.

На основном сырьевом складе, воспламеняющихся газов и горючих жидкостей, относящийся к опасному производственному объекту I класса опасности, проводились работы по экспертизе промышленной безопасности технического устройства «Шаровой резервуар» (рис. 1).



Рис. 1. «Шаровой резервуар».

Данное техническое устройство «Шаровой резервуар» является сосудом, работающим под давлением [1], предназначенный для хранения продукта – изобутана, являющегося взрывоопасным и пожароопасным и имеющим 4 класс опасности [2].

Таблица 1

Основные технические параметры сосуда.

Рабочее давление	0,6 МПа (6,0 кгс/см ²)
Расчетное давление	0,6 МПа (6,0 кгс/см ²)
Пробное давление	0,75 МПа (7,5 кгс/см ²)
Рабочая температура	«плюс» 40°С
Расчетная температура	«плюс» 30°С ÷ «плюс» 50 °С
Вместимость, м ³	600,0
Рабочая среда в корпусе	изобутан
Характеристика рабочей среды (класс опасности, агрессивность, ВО и ПО, ядовитость)	IV класс опасности, ВО, ПО

На момент проведения экспертизы промышленной безопасности «Шаровой резервуар» проработал 54 года. Одним из этапов обследования был внутренний осмотр, визуально измерительный контроль, с последующим проведением толщинометрии прибором:

Ультразвуковой толщиномер ТУЗ-2 (рис. 2).



Рис. 2. Ультразвуковой толщиномер ТУЗ-2.

Данный прибор, предназначен для измерения толщины различных изделий из металлов и неметаллов, включая изделия, доступ к которым имеется только с одной стороны.

Таблица 2
Основные технические
характеристики ультразвукового
толщиномера ТУЗ-2

диапазон измерения (по стали)	0,6...500 мм
рабочие частоты преобразователя	2,5; 5,0; 10 МГц
погрешность измерения глубины залегания дефекта	$\pm (0,1 + 0,005 H)$ мм
диапазон устанавливаемых скоростей УЗ колебаний	100...9999 м/с
дискретность установки скорости ультразвука	1 м/с
диапазон рабочих температур	-30 ...+50°C

время непрерывной работы	не менее 20 часов
степень защиты корпуса	IP 65
габаритные размеры	не более 125 x 60 x 35 мм
масса электронного блока	не более 0,27 кг

Из предыдущего заключения экспертизы промышленной безопасности было видно, в каких местах, проводились замеры толщин по стенкам и обечайкам сосуда, что не позволяло увидеть всей полноты картины полученных замеров и ставило под сомнение точность проведенных расчетов в заключении ЭПБ. На основании этого специалисты неразрушающего контроля решили провести толщи-нометрию в труднодоступных местах (в верхних и средних частях) «Шарового резервуара» (рис. 3).

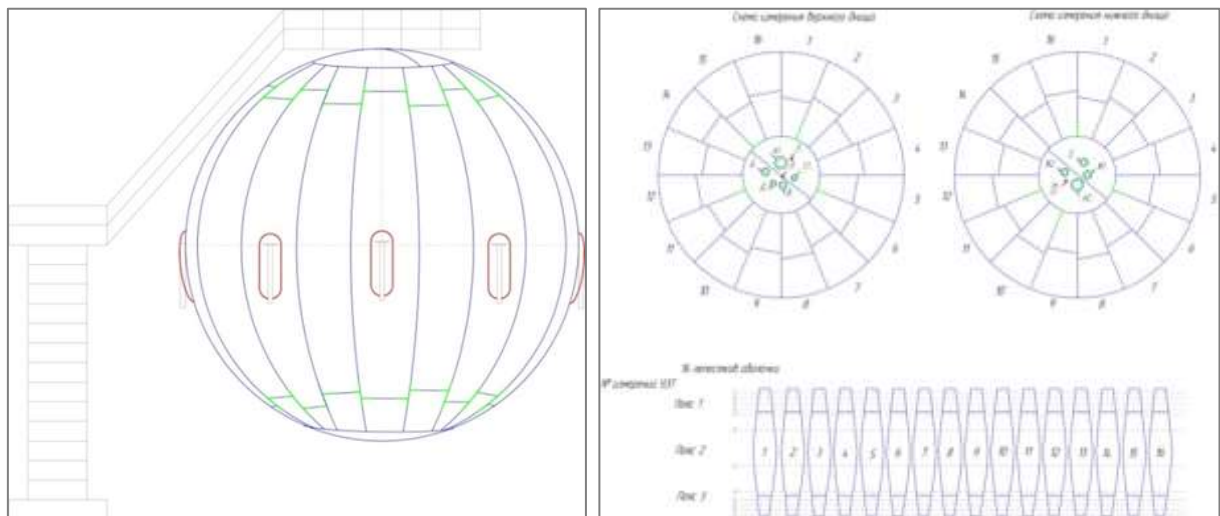


Рис. 3. Схема контроля сосуда.

При проведении обследования с наружной стороны, с помощью ультразвукового толщиномера ТУЗ-2, на одном из верхних лепестков резервуара, было обнаружено локальное уменьшение толщины стенки, до 50% меньше от номинальной величины (Сном. -24,0мм), с внутренней стороны резервуара, толщина была также меньше до 50% от

номинальной, однако ни язв, ни утонений в основном металле обнаружено не было.

Таким образом, в процессе проведения замеров был выявлен дефект «расслоение» (рис. 4) – дефект в сплошности металла в виде трещин, параллельных поверхности проката, образовавшихся при наличии в металле усадочных дефектов, внутренних разрывов, повышенной загрязненности

неметаллическими включениями и при пережоге.

Наиболее частыми такие дефекты получаются в процессе изготовления металла на заводе изготовителя. Причиной дефекта является появление пор в месте кристаллизации при формировании, вследствие нарушения технологии при производстве стали. Также к причинам возникновения дефекта можно отнести высокую окисленность металла и его загрязненность различными неметаллическими включениями (рис. 4).

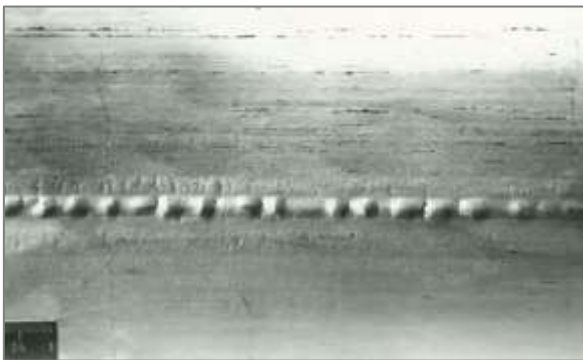


Рис. 4. Дефект «Расслоение». Внешний вид расслоя на поверхности полосы.

С помощью толщинометрии, были выявлены размеры расслоения, которая показала, что дефект находится в рамках основного металла и не заходит на сварное соединение.



Рис. 5. Микроструктура. Скопления неметаллических включений в области расслоя (увеличение x 200).

На основании полученных результатов, следующим этапом проведения ЭПБ было проведение ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений [3] прибором – Ультразвуковой дефектоскоп А1212 MASTER (рис. 6). Дефектоскоп А1212 МАСТЕР относится к ультразвуковым (УЗ) дефектоскопам общего назначения для ручного контроля.

Назначение:

- контроль сварных швов;
- поиск мест коррозии, трещин, внутренних расслоений и других дефектов;
- определение координат и оценка параметров дефектов типа нарушений сплошности и однородности материала в изделиях из металлов и пластмасс;
- измерение толщины изделия.

Дефектоскоп позволяет формировать, регистрировать и сохранять в энергонезависимой памяти временные реализации импульсных УЗ сигналов. Встроенный жидкокристаллический (ЖК) дисплей обеспечивает отображение УЗ сигналов в форме А-скана, а так же образов сечений объектов контроля (ОК) в форме В-сканов.

Предусмотрено ручное и автоматическое измерение временных интервалов, амплитуд сигналов и автоматический расчет координат дефектов.



Рис. 6. Ультразвуковой дефектоскоп А1212 MASTER.

Таблица 3

Характеристики ультразвукового дефектоскопа А1212 MASTER

Параметр	Значение
Диапазон устанавливаемых номинальных частот ультразвука	от 0,5 до 15,0 МГц
Отклонение рабочих частот от номинальных	$\pm 10\%$
Диапазон настройки на скорость ультразвука в материале	от 500 до 14 999 м/с
Диапазон перестройки усиления приемника	от 0 до 100 дБ
Отклонение установки усиления	$\pm 1,0$ дБ
Диапазон измерений глубины залегания дефекта (по стали) с прямыми преобразователями:	
S3568 2.5A0D10CL	от 7 до 6 000 мм
D1771 4.0A0D12CL	от 2 до 3 000 мм
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта Н с прямыми преобразователями	$\pm(0,02Н+1,00)$ мм
Диапазон измерений глубины залегания дефекта (по стали) с наклонными преобразователями:	
S5182 2.5A65D12CS	от 2 до 1 300 мм
S5096 5.0A70D6CS	от 2 до 500 мм
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат дефекта (по стали) с наклонными преобразователями:	
глубины Н	$\pm(0,03Н+1,00)$ мм
дальности по поверхности L	$\pm(0,03L+1,00)$ мм
Диапазон измерений временных интервалов на частоте 2,5 МГц	от 0 до 1 900 мкс
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов Тизм	$\pm(0,1+0,0001Тизм)$ мкс

Источник питания	аккумулятор
Номинальное значение напряжения питания	11,1 В
Время непрерывной работы от аккумулятора при нормальных климатических условиях, не менее:	9 ч
Диапазон рабочих температур	от -30 до +55°C
Тип дисплея	цветной TFT
Разрешение дисплея	640 x 480
Габаритные размеры электронного блока	260 x 157 x 43 мм
Масса с аккумулятором	800 г

Проведенное обследование сварных соединений по средством ультразвуковой дефектоскопии по периметру расслоения показало, что в сварном соединении отсутствуют несплошности и трещины.

Заключительным этапом проведения диагностирования было пневматическое испытание, с применением метода акустико-эмиссионного контроля [4] с помощью прибора DISP Acoustic Emission Workstation (рис. 7).



Рис. 7. Прибор для акустико-эмиссионного контроля DISP Acoustic Emission Workstation.

Таблица 4
Характеристики прибора для акустико-эмиссионного контроля DISP Acoustic Emission Workstation

количество АЭ-каналов	24;
рабочий частотный диапазон АЭ-системы	10 кГц – 2000 кГц;

энергетический параметр: 0-65535x10мкВ х с ; амплитудный сигналов АЭ: 10-100 дБ;
время нарастания сигналов АЭ: 0-65535мкс;
длительность сигналов: 0-65535мкс;
число превышений порогового уровня: 0-65535мкс;
предел допустимой абсолютной погрешности измерения амплитуды сигналов АЭ на входах системного блока в диапазон 45-100 дБ при измерении на частоте 150 кГц, не более +1 дБ, для амплитуд менее 45дБ не более +2дБ
Предел допустимой относительной погрешности измерения длительности сигналов АЭ±5%
Предел допустимой относительной погрешности измерения числа превышений порогового уровня ±5%
Предел допустимой относительной погрешности измерения энергетического параметра±5%

Акустико-эмиссионный метод основан на регистрации и анализе параметров сигналов акустической эмиссии, вызванной динамической локальной перестройкой структуры материала контролируемого объекта, обусловленной наличием и развитием в них дефектов.

Данный метод позволяет диагностировать объект в целом, не выводя его из существующего режима эксплуатации или выводя на минимальное время, что дает очевидные экономические преимущества по сравнению с остальными методами НК, требующими прекращения эксплуатации объекта для проведения контроля.

Акустико-эмиссионный контроль и мониторинг применяется для:

- сосудов работающих под давлением;
- технологического оборудования компрессорных и газораспределительных станций;
- трубопроводов газоснабжения;
- промысловых и напорных трубопроводов;
- магистральных трубопроводов;
- резервуаров для хранения нефтепродуктов;
- грузоподъемных механизмов;
- трубопроводов теплосетей;
- мостовых конструкций;
- железнодорожных цистерн и деталей вагонов.

Целью АЭ-контроля является обнаружение, определение координат и слежение (мониторинг) за источниками акустической эмиссии, связанными с несплошностями на поверхности или в объеме стенки объекта контроля, сварного соединения. (Рис.2.) Этот контроль не только может выявить дефект, но и спрогнозировать его дальнейший развитие.

Литература

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному

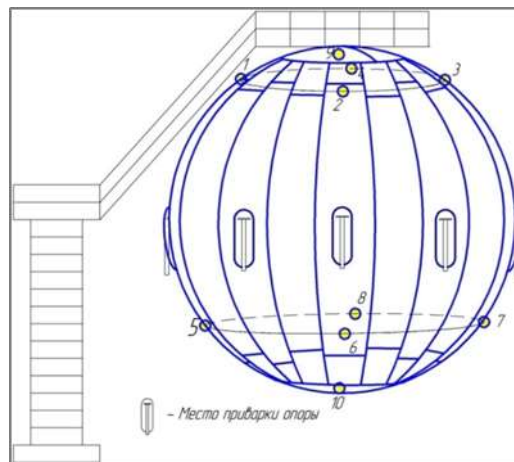


Рис. 8. Эскиз объекта контроля и схема установки АЭ датчиков.

В процессе комплексного применения методов неразрушающего контроля, применяемых для обследования и диагностики «Шарового резервуара», был выявлен основной дефект, связанный с не развивающимся расслоением основного металла.

В предыдущем заключении экспертизы промышленной безопасности (ЭПБ) дефекта в виде расслоения в основном металле обнаружено не было. С согласованием с местным отделом технического надзора (ОТН) шаровой резервуар не был выведен из эксплуатации, а принято решение о ежегодном проведении ЭПБ с наблюдением и регистрацией параметров роста расслоения основного металла.

Практика показывает, что правильная организация контроля, а также умелое использование того или иного метода контроля, разумное сочетание этих методов позволяют с большой надежностью оценить наличие дефектов контролируемых изделий.



- надзору от 25.03.2014 г. № 116. Зарегистрирован Минюстом РФ 19.05.2014 г., регистрационный № 32326.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21.11.2013г. № 559. Зарегистрирован Минюстом РФ 31.12.2013 г., регистрационный № 30995.
 3. СТО 00220256-005-2005 «Швы стыковых, угловых и тавровых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля».
 4. ПБ 03-593-03. Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов.



СИТУАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ИХ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА, НАСЕЛЕНИЯ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ ДОБЫВАЮЩЕЙ ФОНТАННОЙ СКВАЖИНЫ

УДК 66.5

Глухова Ася Владимировна	Начальник отдела проектной документации и разрешения на применения
Лебедев Андрей Леонидович	Начальник отдела экспертизы технических устройств
Зубанев Виктор Викторович	Эксперт отдела экспертизы технических устройств
Елисеев Денис Николаевич	Начальник отдела экспертизы зданий и сооружений
Шевченко Алексей Владимирович	Эксперт отдела экспертизы зданий и сооружений Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

04.09.2015

Согласно приложению № 1 Федерального закона [1] факторами, определяющими опасность добывающей фонтанной скважины, являются:

- наличие горючих веществ – жидкостей, газов, способных самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после их удаления;

- использование оборудования, работающего под давлением.

- Возможными причинами и факторами, способствующими возникновению и развитию разлива нефти, могут быть:

- наличие фланцевых соединений;
- насыщенность технологической обвязки;

- заводские дефекты оборудования (арматуры, труб);

- недостаточно качественный диагностический контроль и несвоевременное выполнение ремонтных работ по обеспечению герметичности трубопровода;

- ошибки проектов;

- нарушение персоналом правил технической эксплуатации и правил техники безопасности, ошибки персонала из-за невнимательности и некомпетентности;

- внешние причины природного или антропогенного характера, теракт.

Возможные источники чрезвычайных ситуаций (далее по тексту – ЧС) на объекте могут иметь природный или техногенный характер.

Природные источники ЧС:

- природные пожары;
- сильный ветер;
- резкие изменения погоды;
- сильный дождь, ливень.

Техногенные источники ЧС:

- аварии на транспорте;
- аварии на трубопроводах;
- авария на скважине;
- авария на площадке сепаратора, резервуара;
- пожары (взрывы), на коммуникациях, технологическом оборудовании;

- заводские дефекты оборудования (арматуры, труб);
- недостаточно качественный диагностический контроль и несвоевременное выполнение ремонтных работ по обеспечению герметичности трубопровода;
- ошибки проектов;
- нарушение персоналом правил технической эксплуатации и правил техники безопасности, ошибки персонала из-за невнимательности и некомпетентности;
- внешние причины природного или антропогенного характера, теракт.

Наиболее вероятными источниками ЧС могут быть техногенные факторы (повышенный износ оборудования, авария при наливе нефти в автоцистерну), а также террористические и диверсионные акты, что приведет к разливу опасных веществ, взрыву и последующему пожару.

Нефтегазовая смесь от скважины по нефтесборному коллектору поступает в сепаратор, где осуществляется сепарация нефти. Выделившийся из нефти газ поступает в дренажную емкость и далее уходит на свечу рассеивания.

Дегазированная нефть направляется в емкость накопительную. В емкости происходит окончательное дегазирование и накопление нефти. По мере накопления нефть вывозится автотранспортом. Газ поступает через дренажную емкость на свечу рассеивания.

В качестве опасных участков на добывающей фонтанной скважине выделены:

- площадка сепаратора, накопительного резервуара;
- площадка для налива нефти в автоцистерны;
- участок фонтанной скважины.

Наиболее вероятны аварийные разливы нефтепродуктов на площадке налива нефти в автоцистерны. Случайные проливы нефти происходят

достаточно часто вследствие разрывов сливных и наливных рукавов. Однако объемы таких проливов незначительны (исчисляются десятками литров), последствия разливов за пределы производственной зоны не выйдут, а сами разливы оперативно ликвидируются силами работников объекта.

Наиболее опасной ЧС является авария на скважине.

Возможные сценарии аварийных ситуаций на объекте, которые могут привести к разливу нефти:

- сценарий С1 – авария на фонтанной скважине;
- сценарий С2 – разрушение резервуара с нефтью;
- сценарий С3 – авария с автоцистерной.

Расчеты площади разлива и определение категорий чрезвычайной ситуации выполнены для всех указанных сценариев.

Сценарий С1. Авария на фонтанной скважине.

В результате выхода из строя фонтанной скважины может произойти разлив нефти.

Расчетным количеством разлившейся нефти принимаем 1500 тонн (в соответствии с [2]).

Площадь разлива составит: $S=3000 \text{ м}^2$ (разлив не выходит за территорию производственной площадки).

Образуется чрезвычайная ситуация регионального значения.

Сценарий С2. Разрушение резервуара с нефтью.

В соответствии с [2] максимально возможный объем разлившихся нефтепродуктов принимается в размере 100% объема резервуара 46 м^3 .

При свободном разливе диаметр нефтяного пятна будет равен $d = 34 \text{ м}$, площадь разлива составит $S = 920 \text{ м}^2$. Площадь парка составляет 3000 м^2 . Таким образом, нефтепродукт не выйдет за пределы обвалования.

Образуется чрезвычайная ситуация муниципального (местного) значения.

Сценарий С3. Авария с автоцистерной.

В соответствии с [2] максимально возможный объем разлившихся нефтепродуктов принимается в размере 100% объема автоцистерны (10 м^3).

При свободном разливе диаметр разлива будет равен $d = 16 \text{ м}$, площадь разлива составит $S = 200 \text{ м}^2$. Разлив нефтепродуктов не выйдет за территорию нефтебазы ($S = 3000 \text{ м}^2$).

Создается чрезвычайная ситуация локального уровня.

Риск возникновения чрезвычайной ситуации (риск ЧС) - вероятность или частота возникновения источника чрезвычайной ситуации, определяемая соответствующими показателями риска [3].

Оценка риска возникновения ЧС выполнена в соответствии с [4], а также [5]. Величина (степень) экологического риска оценивалась по его составляющим – вероятностной (частоте возникновения аварий) и масштабу последствий (объему потенциальных разливов). Для оценки частоты возникновения аварий в соответствии с рекомендациями нормативных документов использованы:

- статистические данные по аварийности и надежности объектов-аналогов;
- логические методы анализа типа «деревьев событий»;
- экспертные оценки.

Идентификация опасностей и предварительная оценка их по степени риска позволила установить основные возможные причины ЧС при работе нефтепровода:

- наличие фланцевых соединений;

- насыщенность технологической обвязки;

- заводские дефекты оборудования (арматуры, труб);

- недостаточно качественный диагностический контроль и несвоевременное выполнение ремонтных работ по обеспечению герметичности трубопроводов, сосудов, арматуры;

- ошибки проектов;

- нарушение персоналом правил технической эксплуатации и правил техники безопасности, ошибки персонала из-за невнимательности и некомпетентности;

- внешние причины природного или антропогенного характера, теракт.

Анализ обобщенных статистических данных свидетельствует, что частота возникновения аварий на трубопроводах составляет $\lambda = 5 \times 10^{-6}$ м/год, что может быть охарактеризовано по матрице рисков [4], как событие вероятное и нуждается в оценке последствий.

Максимальным разливом нефти является утечка массой 1500 т, что соответствует чрезвычайной ситуации регионального значения.

При разливе 1646 м^3 нефти, пятно будет иметь площадь 3000 м^2 .

На основании статистических данных при утечке легковоспламеняющихся веществ статистические вероятности развития некоторых аварий по различным ветвям дерева событий:

- без горения - 0,9;
- горение пролива - 0,05;
- пожар-вспышка - 0,021;

Вероятность возникновения и развития аварий приведена в таблице 1.

Таблица 1
Результаты расчета вероятности возникновения и развития аварий

№ п/п	Наименование аварии	Вероятность возникновения аварии (1/год)	Развитие аварии	
			Событие	Вероятность (1/год)
1	Авария на фонтанной скважине	$7 \cdot 10^{-2}$	Без возгорания пролива	$6,3 \cdot 10^{-2}$
			Горение пролива	$5 \cdot 10^{-4}$
			Пожар вспышка	$1,4 \cdot 10^{-3}$
2	Авария с разрушением резервуара	$1,1 \cdot 10^{-4}$	Без возгорания пролива	$9,9 \cdot 10^{-5}$
			Горение пролива	$5,5 \cdot 10^{-6}$
			Пожар вспышка	$2,31 \cdot 10^{-6}$
3	Авария с разрушением автоцистерны	$5 \cdot 10^{-6}$	Без возгорания пролива	$4,5 \cdot 10^{-6}$
			Горение пролива	$2,5 \cdot 10^{-7}$
			Пожар вспышка	$1,05 \cdot 10^{-7}$

Таким образом, основными поражающими факторами в случае аварий на объекте являются:

- тепловое излучение и горячие продукты горения;
- открытое пламя и горящая нефть;
- токсичные продукты горения;
- осколки разрушенного оборудования, обрушения зданий и конструкций.

Предполагается, что в некоторых случаях такие поражающие факторы, как

тепловое излучение, по ряду причин не оказывают разрушительного воздействия на оборудование и сооружения или не приводят к поражению персонала. Такие сценарии вместе со случаями отсутствия воспламенения паров нефти отнесены к сценариям аварий без опасных последствий, которые не связаны с воспламенением.

Расчеты зон поражения по каждому сценарию выполнены с использованием ЭВМ и сведены в таблицу 2.

Таблица 2
Зоны действия поражающих факторов при ЧС на объекте

Сценарий	Объем разлившейся нефти, м ³	Площадь свободного разлива, м ²	Эффективный диаметр разлива, м	Радиус непереносимой боли, м	Радиус безопасной зоны, м
С1	1646	3000	77,19	33	78
С2	46	920	34	18	46
С3	10	200	16	9	24

При аварийных ситуациях разлив нефти выйдет за границы территории объекта. При возникновении вторичных

чрезвычайных ситуаций в границах зон поражения окажутся здания и сооружения на территории объекта.

Чрезвычайная ситуация, связанная с разливом нефти, для условий максимально возможного объема и площади разлива и действия поражающих факторов с учетом результатов оценки риска аварий выходит за пределы площадки предприятия и является ЧС региональной категории.

Наиболее опасной ЧС, связанной с разливом нефтегазовой смеси, будет ситуация, связанная с нерегулируемым фонтанированием скважины.

Наличие нефтяной эмульсии создает опасность аварийного разлива вещества при аварийной разгерметизации, а также опасность формирования токсического облака углеводородов, продуктов горения нефти.

При рассмотрении возможных вторичных чрезвычайных ситуаций наиболее опасным является сценарий С1, связанный с разливом 1500 тонн нефти из нефтедобывающей скважины.

Расстояние, на котором будет наблюдаться тепловой поток, достаточный для смертельного поражения персонала по сценарию С1 – 33 м от границы разлива.

Учитывая особенности расположения объекта, можно сделать вывод, что в зоне смертельного поражения может оказаться только обслуживающий персонал.

Пролитая нефть при воздействии на организм человека могут вызывать как острое, так и хроническое отравление. При этом могут ощущаться такие симптомы, как раздражение слизистых оболочек глаз, носа, горла, органов дыхания, появление кожных покраснений и высыпания, головная боль, головокружение и другие неблагоприятные проявления. Все эти симптомы значительно усиливаются при приеме даже малых количеств алкоголя.

Человек с нормальным обонянием ощущает запах паров нефти в воздухе при концентрациях около 300 мг/м³. С

повышением температуры окружающего воздуха сила токсического воздействия резко повышается.

В зоне поражения окажутся отдельные сооружения объекта (на фонтанной скважине, на резервуарной площадке; на площадке налива в автоцистерну).

Согласно нормативной документации, ближайшие промышленные здания, жилые дома и сооружения, находятся на значительном расстоянии от площадки объекта и не попадают в зону поражения.

Для предупреждения чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефти, должен применяться комплекс инженерно-технических мероприятий, включающий в себя следующие работы:

1. Проведение профилактических работ и нормативного технического обслуживания производственного оборудования.

2. Содержание в постоянной готовности средств индивидуальной защиты, автомобильной и инженерной техники, различного инструмента, ремонтного материала, средств пожаротушения, запасов строительных материалов, сорбирующих средств, других материально-технических средств

3. Регулярное проведение проверки технического состояния резервуаров, трубопроводов, насосного и вентиляционного оборудования, в том числе инспектором Ростехнадзора и специалистами МЧС России.

4. Проверка состояния покрытий вокруг резервуара нефти с целью минимизации площади разлива и создание запасов стройматериалов для быстрого перекрытия возможных путей распространения разливов вдоль дорог, проездов и впадин местности.

5. Для уменьшения вероятности пожаров и их опасных факторов необходимо обеспечить:

6. своевременность проведения пожарно-профилактических работ;



7. проведение всех огневых работ только по оформленным нарядам-допускам и разрешениям при соответствующей подготовке рабочего места;

8. поддержание в постоянной готовности к применению систем пожаротушения.

9. Планово-предупредительная работа комиссии по чрезвычайным ситуациям и комиссии по повышению устойчивости функционирования объекта.

10. Организация профессиональной и противопоаварийной подготовки обслуживающего персонала, правильное оформление его допуска к работе.

11. Своевременность проверки знаний норм и правил промышленной безопасности, постоянный контроль их соблюдения.

12. Обучение персонала и аварийных служб действиям по локализации и ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов.

13. Организация несения дежурно-диспетчерской службы.

14. Организация и проведение контроля состояния технологического оборудования и резервуарного парка с

целью своевременного обнаружения неисправностей, повреждений и выхода нефти.

15. Разработка и постоянная корректировка плана действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

16. Проведение с эксплуатационным персоналом противопоаварийных тренировок, на которых отрабатываются действия персонала смены в экстремальных условиях.

17. Создание запаса резервов материально-технических средств ликвидации последствий ЧС.

18. Подготовка к выводу, рассредоточению и эвакуации рабочих и служащих предприятия.

19. Проверка аттестационной комиссией инженерно-технического состава по знаниям правил безопасной эксплуатации оборудования.

20. Организация и проведение государственного надзора и экспертизы, направленных на предупреждение и снижение последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Литература

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 13 июля 2015 года) №116-ФЗ.
2. Постановление Правительства РФ от 21 августа 2000 г. № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».
3. ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий.
4. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (утв. приказом Ростехнадзора от 13 мая 2015 года N 188).
5. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Борисов В.В.	Технический директор Волжско-Окского филиала ООО «Промтехэкспертиза»
Высоких Р.В.	Начальник отдела, эксперт в области промышленной безопасности
Равинский И.Д.	Эксперт в области промышленной безопасности
Блатов А.А.	Заместитель начальника отдела, эксперт в области промышленной безопасности
Хохлов В.Г.	Эксперт в области промышленной безопасности

03.08.2015

Аннотация. В статье изложены основные мероприятия, соблюдение которых обеспечит надежность и безопасность зданий и сооружений в период эксплуатации.

Ключевые слова: безопасность, условия эксплуатации, стальные конструкции, периодические осмотры, контроль, агрессивная среда, проектная документация, физический износ, эксплуатационные воздействия, зонирование, нагрузки.

Статистика советского времени говорит, что более трети аварий в строительстве происходило по вине строителей и монтажников, вторыми шли эксплуатационники, затем работники стройиндустрии, и на последнем месте стояли проектировщики.

Аналогичная статистика современной России официально не опубликована, но из опыта проведения обследования строительных конструкций производственных и гражданских зданий и сооружений и ведению строительного контроля, можно с уверенностью сказать, что проектировщики сегодня заняли лидирующее положение.

В 1960 г. в Комсомольске-на-Амуре обрушилась часть металлических конструкций покрытия крупного промышленного цеха. Авария произошла на площади 900 м². Обрушение было вызвано разрушением узла опорной панели подстропильной фермы пролетом 27 м. Основной причиной разрушения косынки оказалась скрытая трещина, образовавшаяся в результате

хладноломкости стали. На подстропильную ферму опирались четыре фермы с пролетами 33 м. Конструкции были изготовлены за 8 лет до аварии и 6 лет хранились на складе. Материал конструкций — сталь марки Ст. 3. Скрытый дефект в фасонке был обнаружен комиссией, расследовавшей причины аварии. Скрытая односторонняя трещина проходила почти по всей длине косынки и была залита кузбасшлаком, который проник внутрь ее. Это свидетельствовало о том, что трещина возникла при изготовлении фермы на заводе, который делал огрунтовку конструкций кузбасшлаком. В результате изучения взаимного расположения обрушившихся конструкций, характера разрушения ферм и их узлов установлено, что из-за наличия трещины разрушение началось именно с этого узла, а затем двух смежных. Ферма упала на нижележащую подкрановую балку, повредив ее. Обрушение первой подстропильной фермы повлекло за собой разрушение узлов

противоположной подстропильной фермы и затем всего покрытия.

Вырезанные из фасонки вдоль и поперек прокатки и испытанные на ударную вязкость образцы показали резкое падение последней при отрицательной температуре, что свидетельствует о хладноломкости стали.

Дальнейшие исследования последствий аварии выявили до 30 дефектных узлов в подстропильных фермах, в которых были обнаружены трещины в косынках. В проекте реконструкции подстропильных ферм было предусмотрено исключение дефектных фасонки из работы путем введения решетки противоположного направления. Подстропильные фермы пролета цеха реконструировались без демонтажа после их разгрузки путем снятия кровли и прогонов по фермам.



Фото 1. Обрушение металлоконструкций цеха в Комсомольске на Амуре, 1960 г.

В 2003 году в республика Саха Неравномерная осадка днища привела к выпучиванию стенки у уторного шва и образованию сквозного свища в РВС-700 с дизельным топливом [12].

В феврале 2004 года в Киришах произошло обрушение двух алюминиевых купольных крыш конструкции американской фирмы Conservates под действием снеговой нагрузки на резервуарах РВС-50000. [12].

В июне 2007 года в ООО «Витимсервис» (Иркутская область) на РВС-3000 произошел пожар в результате

попадания искр от сварки при монтаже системы пожаротушения. [12].

В 1982 году на заводе «Капролактан» в г. Дзержинске произошла потеря устойчивости двух вновь смонтированных изотермических резервуаров при приемочных испытаниях. [12].

В феврале 2006 года в МП МТЭП Сервис г. Усть-Кут Иркутской области при врезке дополнительного теплообменника в резервуар РВС-2000 в емкостном хозяйстве котельной при сварочных работах произошли хлопок, возгорание и последующее разрушение резервуара. [12].

В январе 2002 года произошла авария башенного крана С-981А, изготовленного Никопольским заводом в 1976 году, в ОАО «СК» «Австром» (Управление Западно-Уральского округа). На строительстве жилого дома в г. Пермь по заданию мастера участка производились строительно-монтажные работы с применением башенного крана. Через час после окончания работы кран закачался и стал медленно падать, преодолевая сопротивление стоящих рядом деревьев. Башня задела угол спортзала школы и сломала карнизные плиты, стрела крана частично разрушила кровлю. Расследованием установлено, что падение башенного крана С-981А произошло в результате усталостного разрушения металла ходовой рамы (постепенное накопление повреждений в металле при действии циклических нагрузок в местах концентраторов напряжений). К моменту аварии кран отработал 2,5 нормативных срока. (Журнал «Безопасность труда в промышленности» №4 от 2003 года.

Техническая эксплуатация стальных конструкций производственных зданий и сооружений на опасных производственных объектах представляет собой комплекс мероприятий, направленных на обеспечение их безотказной работы в течение всего срока эксплуатации, предусмотренного проектом.



Фото 2. Ходовая рама крана С-981А после аварии в г. Пермь, 2003 г. Журнал «Безопасность труда в промышленности» №4 от 2003 года.

Комплекс состоит из следующих первоочередных мероприятий:

- периодические осмотры конструкций с целью выявления отклонений, дефектов и повреждений, вызванных условиями эксплуатации;

- контроль за недопустимостью превышения эксплуатационных нагрузок на конструкции по отношению к проектным;

- контроль температурного режима эксплуатации конструкций, а именно: не допускать перегрева и охлаждения конструкций при технологических нарушениях и при локальных повреждениях температурной защиты;

- контроль за изменением агрессивности среды;

- соблюдение сроков проведения текущих и капитальных ремонтов и обеспечение контроля качества выполняемых строительно-монтажных работ;

- качественное хранение и правильное ведение проектной и исполнительной документации;

- внесение изменений в конструкцию зданий и сооружений в процессе эксплуатации допускается только при наличии соответствующей проектной документации;

- проводимые мероприятия, связанные с технической эксплуатацией зданий и сооружений, должны быть строго регламентированы соответствующими нормативными документами и отраслевыми стандартами предприятия.

Условия эксплуатации стальных конструкций:

Степень физического износа стальных конструкций напрямую зависит от условий и продолжительности эксплуатации, а также от величины и интенсивности нагрузок и воздействий. Как правило, в процессе эксплуатации фактические нагрузки могут отличаться от проектных как по величине, так и по характеру и местам приложения.

Кроме действительной величины нагрузки от собственного веса конструкций следует определять:

- места приложения и величины статических и динамических нагрузок от работающего технологического оборудования;

- места складирования сырья, готовой продукции, демонтированного оборудования и значения предельных от них нагрузок;

- грузоподъемность и режим работы грузоподъемных механизмов;

- места, вес, состав и скорость накопления пылевых отложений;

- места повышенных снеговых и пылевых отложений на покрытие и

- возможную скорость их накопления.

Эксплуатационные воздействия:

- температурный режим эксплуатации конструкций, который определяется как технологическими, так и природно-климатическими условиями;

- деформации фундаментов вследствие изменений гидрогеологических свойств основания



(повышение уровня грунтовых вод, попадание в грунт агрессивных жидкостей, откопка котлованов и траншей);

- увеличение агрессивности окружающей среды от соседних производств.

На основании установленных нагрузок и воздействий следует систематизировать здания и сооружения по фактическим условиям работы строительных конструкций для определения регламента их содержания, а именно: периодичность осмотров и обследований, составление графиков проведения планово-предупредительных, текущих и капитальных ремонтов, которые следует разработать и строго исполнять соответствующими службами предприятия.

Зонирование по интенсивности нагрузок включает в себя:

- места установки технологического оборудования с указанием его габаритов и веса;

- места складирования сырья и полуфабрикатов с указанием предельных параметров по площади и весу;

- зоны проезда напольного транспорта с указанием габаритов и предельной грузоподъемности;

- зоны работы грузоподъемных механизмов с указанием режимов работы в соответствии с «Правилами безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения».

Температурные воздействия в основном зависят от габаритов здания, наличия или отсутствия отопления, источников выделения тепла и системы вентиляции.

Зонирование по интенсивности температурных воздействий должно включать в себя:

- интенсивность технологического нагрева конструкций, которая бывает: слабая с нагревом конструкций до 50°C,

средняя с нагревом от 50°C до 100°C и сильная при нагреве свыше 100°C;

- минимальная эксплуатационная температура конструкций устанавливается путем фактических измерений в зимний период при остановке технологического процесса и отключении всего оборудования и систем отопления.

Зонирование по степени агрессивности среды, включающее классификацию газовой среды, места проливов технологических жидкостей и отложений химически активной пыли, осуществляется согласно СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85» на основании натуральных замеров. При этом определяют зоны с нормальными условиями, со слабой (скорость коррозии металла до 0,1 мм/год), средней (скорость коррозии металла от 0,1 до 0,5 мм/год) и сильной (скорость коррозии металла 0,5 мм/год и более) степенями агрессивности среды.

Зоны повышенных перемещений фундаментов вследствие значительных деформаций оснований устанавливают геодезическими замерами оголовков фундаментов и периодическими наблюдениями за их состоянием.

Зоны по нагрузкам и воздействиям, установленные как особые, наносятся на планы зданий и сооружений. Их следует обозначать на плане и присваивать номера с указанием численных величин параметров опасных нагрузок и воздействий и перечнем характерных возможных повреждений элементов конструкций.

На выполнение сварочных работ в зоне действия опасных производственных факторов, возникновение которых не связано с характером выполняемых работ, должен быть выдан наряд-допуск. Перечень таких работ, порядок выполнения



нарядов-допусков, а также перечни должностей специалистов, имеющих право выдавать и утверждать наряды-допуски, утверждаются техническим руководителем организации, эксплуатирующей ОПО. (п.11 ФНиП в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах»).

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана соблюдать Требования промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта, согласно ст.9 Федеральному закону от 21.07.1997 N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" с изменениями на 31 декабря 2014 года.

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Правительством Российской Федерации, а также требований в ст.11 116-ФЗ от 21.07.1997г. «Требования к организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности и управления промышленной безопасностью».

Приказом Ростехнадзора от 01.07.2014 г. №287 отменены ПБ 03-445-02 «Правила безопасности при эксплуатации дымовых и вентиляционных

промышленных труб». Замены этому документу нет. Правда имеется СП 13-101-99 «Правила надзора, обследования, проведения технического обслуживания и ремонта дымовых и вентиляционных труб», принятые и введенные в действие Постановлением Госстроя России от 14.07.99 г. №2.

Отменены РД 22-01-97"Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследование строительных конструкций специализированными организациями)", согласованные письмом ГГТН России 21.12.97 г.

Имеются ведомственные документы по эксплуатации зданий и сооружений. Например: РД 153-34.0-21.601-98 "Типовая инструкция по эксплуатации производственных зданий и сооружений энергопредприятий", утв. РАО "ЕЭС России" 22 декабря 1998 года, введены в действие с 1 февраля 2000 года.

Выводы:

На сегодняшний день отсутствует единый нормативный документ по эксплуатации стальных конструкций на опасном производственном объекте. Представляется необходимым разработать федеральные нормы и правила по эксплуатации стальных металлоконструкций на опасных производственных объектах, с учетом ведомственных требований (химического надзора, котлонадзора, энергонадзора и др.).

Литература

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Федеральный закон от 27.07.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190 –ФЗ.



4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения».
5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».
6. Свод правил СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 М.
7. Свод правил СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001М.
8. ГОСТ 31937—2011Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
9. Свод правил СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85»
10. Причины аварий стальных конструкций и способы их устранения, Б.И. Беляев, В.С. Корниенко.
11. МДС 20-2008 Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях. ФГУП НИИЦ «Строительство», г. Москва, 2008г.
12. Предотвращение аварий зданий и сооружений. Нормативно-техническое и организационное обеспечение безопасной эксплуатации резервуарных конструкций, д.т.н., член-корреспондент АИН РФ Ханухов Х.М.
13. Журнал «Безопасность труда в промышленности» №4 от 2003 года.



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОРРОЗИОННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ИХ БЕЗОПАСНОЙ И НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ширяев А.М.	Кандидат технических наук, эксперт в области промышленной безопасности
Борисов В.В.	Технический директор Волжско-Окского филиала ООО «Промтехэкспертиза»
Егоров П.А.	Начальник отдела, эксперт в области промышленной безопасности
Малеев О.А.	Заместитель начальника отдела, эксперт в области промышленной безопасности
Морозов Б.П.	Начальник отдела, эксперт в области промышленной безопасности
Марков М.А.	Заместитель начальника отдела, эксперт в области промышленной безопасности
Максимов А.В.	Эксперт в области промышленной безопасности
Зайтов М.Т.	Эксперт в области промышленной безопасности
Артемов А.В.	Эксперт в области промышленной безопасности

25.08.2015

Рассмотрим кровеносную систему. Все знают, что это такое. Это то, что обеспечивает нашу жизнедеятельность, нашу работоспособность, позволяет двигаться, дышать, думать... Она присуща любому живому организму. Она позволяет нам получать все необходимое для работы всего организма. Она питает, согревает нас. Она содержит наш организм в чистоте. И когда кровеносная система перестает правильно исполнять свои функции -- мы заболеваем. И идем к врачам, для того, чтобы выяснить причины своего недуга.

Город – тоже живой организм. Он тоже живет, двигается, думает благодаря нам, его молекулам. И для обеспечения его жизнедеятельности, то есть нас, также нужна кровеносная система. Которая будет нас питать, согревать и содержать в чистоте.

Как артерии и вены, как мелкие и крупные сосуды опутывают город носители различного назначения. Это газопроводы, которые несут в наши дома огонь. Водопроводы – доставляющие то, из чего на 80 % состоит организм человека. Это электрические сети – позволяющие нам пользоваться благами цивилизации в полном объеме. И не так давно – но уже прочно вошедшие в нашу жизнь – информационные сети – оптоволоконно интернета, своеобразная нервная система.

Но одним из самых важных источников необходимых для жизнедеятельности города является городская система центрального горячего водоснабжения и отопления.

В российских климатических условиях ее важность подтвердит любой горожанин. Без нее мы не сможем жить в



холодные зимние периоды, которые могут длиться более полугода. Без нее нам трудно будет содержать в чистоте свои жилища и организм.

Можно много говорить о достоинствах индивидуального отопления и горячего водоснабжения, но факт остается фактом, система, выполненная еще нашими отцами и дедами в советский период, существует. И как пожилой человек, обращающийся к врачам с завидной периодичностью, она, в силу своего преклонного возраста, не может оставаться без внимания и требует его все больше и больше, а надо сказать, в большинстве своем ее возраст исчисляется несколькими десятками лет

Возраст откладывает свои отпечатки на состояние этой системы. Она попросту выходит из строя, в связи с тем, что кровеносные сосуды ее составляющие – магистральные и домовые трубопроводы попросту выходят из строя. Они тонут в собственных протечках и грунтовых водах, зажимаются обвалившимися плитами непроходных каналов и завалами грунта, истончаются от коррозионного износа. Службам, обслуживающим, теплосети все чаще приходится устранять течи в этой системе и, параллельно, проводить ремонты территорий, на которых они пролегают. А зачастую это не только дворовые территории, на которых основное возмущение исходит от бабушек у подъезда, но и автомагистрали, транспортные развязки, площади перед современными торговыми центрами и магазинами. Все это требует привлечения значительных средств и сил каждый год, но в целом ситуация остается прежней. Латание заплатками и замена участков трубопровода не дают нужного эффекта, и, к примеру, откопав трубу один раз, через полгода на этом же месте можно получить подобную ситуацию, отличающуюся по протяженности несколькими метрами.

Раньше, в начале прошлого века, медицинские технологии позволяли лечить людей по факту, то есть – заболевшему ставился диагноз и его лечили имеющимися средствами. Вы не видите параллелей? Именно так сейчас поступают службы, проводящие ремонт теплосетей. Лечат имеющуюся болезнь.

В советское время медицинская система отчасти стала профилактической. Так как опыт, в диагностировании различных недугов позволял говорить о причинах их появления. Кроме того, раннее диагностирование позволяло выявлять болезнь до того момента, когда она нанесет значительные повреждения организму.

В случае с трубопроводами горячего водоснабжения и отопления, мы, в силу опыта уже знаем факторы, отрицательно воздействующие на стальные вены и артерии. Проводятся различные профилактические мероприятия как-то оснащение магистральных трубопроводов системами контроля водоподготовки, защиты от блуждающих токов, позволяющих исключить часть вредных воздействий. Но ничто не вечно под луною и приходит момент, когда все имеющиеся средства бессильны перед природными явлениями коррозии, старения.

Конечно, было бы проще перекопать весь город и заменить все трубопроводы, но как вы понимаете это невозможно. В связи с этим возникает острая необходимость проводить все работы профилактически, т.е. не допуская исключительных аварийных ситуаций.

Итак, у нас есть цель – выявить опасные в обозримом будущем места трубопроводов, требующих первоочередной замены. То есть планирование ремонтных работ, а значит финансовых средств, ресурсов.

Немного статистики (по данным сайта www.rosteplo.ru).

Удельная повреждаемость по регионам России колеблется от 0,5 до 10 повреждений на 1 км трубопровода ежегодно. Наиболее частой причиной повреждения трубопроводов тепловых сетей (до 80%) является наружная коррозия, вызванная в основном контактом металла труб с водой при периодическом или постоянном затоплении каналов грунтовыми или поверхностными водами из-за отсутствия попутного дренажа, недостаточной высоты и прочности подвижных опор, применения малоэффективных антикоррозионных покрытий и теплоизоляции, отличающейся высоким водопоглощением, низкого качества герметизации каналов, отсутствия вентиляции каналов и тепловых камер. Наружная коррозия труб вызывается также блуждающими токами (утечки от городского и железнодорожного транспорта, работающего на постоянном токе, и т.д.).

Удельная повреждаемость в тепловых камерах больше в 10 – 20 раз, чем на остальных участках. Перекрытия тепловых камер расположены близко к поверхности земли, и вода практически всегда присутствует на дне тепловых камер, испаряясь и конденсируясь на перекрытии. Вместе с протечками через люки эта влага попадает на трубопроводы и приводит к их интенсивной коррозии. При расположении камер под дорогами на трубопроводы попадает не просто вода, а солевой раствор.

Магистральные трубопроводы, являющиеся основными трубопроводами, передающими тепло от ТЭЦ до потребителей – городских тепловых сетей, в большинстве своем являются опасными производственными объектами, на которые распространяются Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных

производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» [8].



Фото 1. Авария на теплотрассе в Туле оставила в городе 38 домов без отопления.



Фото 2. Авария на теплотрассе в Саратове, ул. Навашина. Поток горячей воды.

Они эксплуатируются при температурах выше 115 0С и давлениях более 5-7 МПа и находятся под вниманием Территориальных органов Ростехнадзора. Можно себе представить, что может случиться, произойди такой прорыв на трубопроводе диаметром более одного метра, передающем десятки тонн кипящей воды. Даже аварии трубопроводов с меньшими рабочими характеристиками приводят к ужасным последствиям, не исключая, к сожалению, смертельных случаев.



Фото 3. Аварии на теплотрассах в Санкт-Петербурге – частое явление.

Примеры.

01.01.05г. Санкт-ПетербургОАО «Ленэнерго», 7 ч 10 мин. Участок распределительной сети отключен от тепломагистрали «Северная» из-за разрыва. Температура воздуха 0 °С. В образовавшейся промоине пострадали три человека. Одна женщина погибла. Прекращено теплоснабжение 61 здания [9].

19.12.2004г. Санкт-ПетербургОАО «Ленэнерго» РАО «ЕЭС России» (ул. Краснопутиловская, д. 85–89). Разрыв теплосети 2-й Южной тепломагистрали. Проходившая мимо женщина получила ожоги, приведшие к смерти [9].

21.10.2002г. Хабаровск. Тяжелые ожоги получил слесарь при устранении повреждения на теплотрассе [http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shabl on]. 21 октября 2002 г. в 9 ч. утра бригада слесарей Железнодорожного теплового района г. Хабаровска получила наряд - задание на определение и устранение повреждения на теплотрассе. Прибыв на

место производства работ в 10 часов, бригада приступила к обходу теплотрассы, и обнаружила на ней повреждение. После этого в 16 ч. 15 мин. на место повреждения теплотрассы прибыла вакуумная машина для откачки воды из затопленной тепловой камеры. Откачав воду, вакуумная машина отъехала для слива воды к канализационному колодцу. Для проветривания тепловой камеры на люк колодца был установлен вентилятор, который проработал 20 мин. После этого бригадир Кондрашов (1937 г. р.) принял решение определить уровень оставшейся воды в тепловой камере, т. к. вакуумная машина стала засасывать воздух. Кондрашов спустился в люк тепловой камеры по металлической приставной лестнице по пояс, держа в одной руке фонарь, а другой рукой, держась за обечайку люка, начал освещать дно камеры. В это время лестница накренилась и Кондрашов, потеряв равновесие, сорвался и упал спиной на дно тепловой камеры, где еще оставалась

горячая жидкая среда. Кондрашов позвал на помощь членов бригады, которые вытащили его на поверхность, где сразу помогли снять верхнюю одежду и резиновые сапоги. Прибывшая «скорая помощь» увезла пострадавшего в больницу, где ему был поставлен диагноз - термический ожог конечностей и тела I, II, III А степени до 40%.

Причины, вызвавшие данный несчастный случай:

1. Неудовлетворительная организация производства работ:

- использование приставной лестницы для спуска в тепловую камеру без приспособления, обеспечивающего прочность ее закрепления.

2. Неудовлетворительное содержание рабочего места:

- работа в подземном сооружении при наличии жидкой среды более 200 мм над уровнем пола и температуре выше 45 °С;
- неудовлетворительное состояние стационарных лестниц в тепловой камере.

Все эти аварии опять же говорят о несоблюдении требований промышленной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов.

Наличие систем открытого водоразбора, процессов биокоррозии в трубопроводах горячего водоснабжения, а также низкое качество подпиточной воды на источниках тепла для систем закрытого водоразбора из-за больших утечек теплоносителя предопределяет повреждение от внутренней коррозии.

Повышенные тепловые потери объясняются не только тем, что в России в основном (90%) трубопроводы тепловых сетей имеют тепловую изоляцию из минеральной ваты, которая к тому же в 30 – 50% случаев повреждена или вообще разрушена, а также постоянным или периодическим затоплением каналов, так как при увлажненной тепловой изоляции в

несколько раз повышается величина тепловых потерь.

В сложившейся ситуации в стране тратятся гигантские средства на содержание некачественных, а значит, и ненадежных тепловых сетей с фактическими тепловыми потерями от 20 до 50% от выработки тепла зимой и от 30 до 70% летом, с утечками теплоносителя, во много раз превышающими нормы в развитых странах, и с огромными затратами на ремонтно-восстановительные работы (создание дополнительных аварийных служб).

Фактический срок службы трубопроводов в реальных условиях эксплуатации значительно ниже (магистральные сети – 12–15 лет, разводящие сети – 7–8 лет) нормативного (25 лет), что и увеличивает в несколько раз затраты, приведенные к году эксплуатации.

Для повышения уровня технического обслуживания, повышения уровня безопасности при эксплуатации и разработки мероприятий по продлению ресурса действующих трубопроводов должно быть организован контроль фактического состояния трубопроводов (диагностика) и оценка интенсивности коррозионных разрушений труб тепловых сетей на участках, где зафиксирована опасность коррозии трубопроводов (осмотры, электрические измерения, шурфовки, приборный контроль течей и напряженно деформированного состояния с целью выявления критических участков, подверженных ускоренному износу. Организовать регистрацию и анализ коррозионных повреждений тепловых сетей в отопительный сезон и при гидравлических испытаниях. Проводить работы по выявлению вредных факторов, влияющих на процессы коррозии, с составлением карт их распределения, определение причин их возникновения и разработка мероприятий по их

предотвращению. Вышеуказанные меры озвучены в профильной НТД [10], но зачастую не выполняются.

Для обнаружения дефектов трубопроводов могут применяться все методы неразрушающего контроля материала трубопроводов и сварных соединений, разрешенные Госгортехнадзором России, п.2.8. [10].

Трубопроводы, проработавшие расчетный срок службы, должны пройти экспертное обследование технического состояния с целью определения допустимости дальнейшей эксплуатации или выводятся из работы, п.2.12. [10].

Данные виды работ могут выполняться как подразделениями, специально созданными в эксплуатирующих организациях, так и специализированными организациями по договору.

Стоимость замены трубопроводов тепловых сетей очень высока, поэтому ранняя диагностика, проведение работ по продлению ресурса, локальная замена наиболее корродировавших участков позволят значительно продлить срок службы тепловых сетей, снизить количество внезапных отказов и получить значительную экономию средств.

На сегодняшний день применяется следующее оборудование для определения местоположения течи и диагностики коррозионного повреждения труб и разрушения тепло- и гидроизоляции:

1. Приборы контроля состояния металла стенок трубопровода:

- акустические приборы для диагностики коррозионного состояния металла труб;
- внутритрубные дефектоскопы;
- ультразвуковые толщиномеры.

3. Приборы для измерения температурных полей (измерение температур поверхности грунта над эксплуатируемыми теплопроводами)

контактного действия и дистанционного действия.

4. Акустические приборы для поиска течи:

- акустические течеискатели - шумофоны;
- течеискатели корреляционного действия.

5. Приборы для определения нарушения гидроизоляционного защитного слоя бесканальных теплопроводов.

6. Приборы для определения стекания блуждающих токов.

Специалистами ООО "Промтех-экспертиза" на данный момент освоена значительная часть методов из списка выше. Нарбатывается опыт комплексного обследования трубопроводов тепловых сетей методом акустической томографии (АТ) при помощи акустического томографа "Каскад-3" (течеискатель-корреляционный), который при совместном использовании с ПО "Акустическая томография- Каскад" применим для диагностики трубопроводов горячего и холодного водоснабжения, а также при совместном использовании с ПО "Течь" как высокочувствительный корреляционный течеискатель (watersound.ru).

Акустическая томография - метод выявления дефектов и определения рабочего ресурса трубопроводов. Метод основывается на известном физическом явлении - возбуждении потоком воды зон (интервалов) повышенных напряжений трубопровода на их собственных резонансных частотах. К таким зонам относятся также и интервалы, на которых имеется утонение стенки трубы за счет коррозии (внутренней и внешней). Исследования на стенде и на действующих трубопроводах показали, что дефекты размером в поперечнике несколько десятков сантиметров и более излучают сигналы в диапазоне частот от 300 до 5000 Гц - акустический диапазон. Эти сигналы передаются через жидкость

к концам участка трубы, где и фиксируются акселерометрами (виброакустическими датчиками).

Основное достоинство метода - высокая достоверность результатов и экономичность, обусловленная следующими технологическими особенностями:

- для проведения диагностирования не требуется менять режим эксплуатации трубопровода;
- на проведение диагностирования не влияют наличие у трубопровода углов поворота и компенсаторов;
- для проведения диагностирования достаточно получить доступ к трубопроводу в камерах или смотровых колодцах, т.е. в основной массе случаев можно обойтись без проведения шурфов;
- для установки датчиков требуется снимать минимум изоляции. Получить доступ к металлу трубы достаточно в пятне, по площади соответствующем размерам основания датчика. Как правило такие места без изоляции имеются в любой камере или смотровом колодце;
- обработка данных производится автоматически.

Результаты акустической томографии, получают по обработке записей акустических сигналов и представляют в виде графиков зависимости функции взаимной корреляции сигналов (в условных единицах) от расстояния до одного из приемников, которые отражают местоположение источников излучения и его энергию, связанную с уровнем напряжений в точке эмиссии.

Для комплексного обследования используются также: оборудование для визуально-измерительного контроля, ультразвуковые толщинометры для выявления утонения стенок трубопроводов, приборы для определения стекания блуждающих токов, акустические течеискатели – шумофоны.

Комплексное обследование (диагностирование) теплотрасс: позволяет выявлять участки трубопроводов тепловых сетей, имеющих, говоря простым языком, отклонения от нормального функционирования. По данным акустической томографии определяются места трубопроводов, в которых возникают значительные концентрации напряжений, позволяющих говорить о наличии в этих зонах дефектов, которые в ближайшее время могут привести к аварийному прорыву трубопровода. Такими дефектами могут быть как течи, с малой интенсивностью водоизлива, уже сформировавшиеся на трубопроводе, так и значительные коррозионные поражения трубопроводов, нарушения строительных конструкций, из которых сформированы трубопроводные каналы, к примеру, опора плит на трубопровод, напряженное состояние, связанное с неправильной работой опорных конструкций, компенсаторов, нарушений технологии сварки, сварка "в натяг"... И конечно-же, обследование трубопроводов в тепловых камерах, обследование строительных конструкций тепловых камер, дает возможность получить представление об условиях эксплуатации трубопровода, что наряду с результатами акустической томографии дает общую картину условий эксплуатации и состояния трубопровода.

Таким образом мы имеем возможность "предсказывать" место и время возникновения аварийной ситуации. Выявить необходимость локального ремонта, замены участка трубопровода.

Мы работаем и учимся. Мы получаем результаты и анализируем их. Мы ошибаемся и извлекаем уроки из своих ошибок. Не всегда, в условиях действующего современного мегаполиса можно получить достоверные данные и качественные результаты, чтоб превратить их в расстояние в метрах и время в годах. Но уже есть определенные успехи в интерпретации результатов, позволяющих



отсеивать источники помех, искажающих полученные приборные данные. Но об этом – в другой раз.

Выводы:

Таким образом, состояние тепловых сетей на данный момент, требует пристального внимания и обслуживающих организаций, и администраций городов. Жестко встает вопрос о планировании ремонтных работ. Для того, чтобы поставить его на "ровные рельсы" необходимо использовать систематизированные данные о

состоянии трубопроводов. Знание мест возможных отказов позволит планировать ремонтные работы по временным показателям и вкладываемым финансовым средствам. В этом нам может помочь комплексное обследование технического состояния трубопроводов теплосетей с применением вибро-акустических методов – акустическая томография и корреляционное течеискание.

Литература

1. Типовая инструкция по периодическому техническому освидетельствованию трубопроводов тепловых сетей в процессе эксплуатации: РД 153-34.0-20.522-99.
2. Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии: РД-153-34.0-20.518-2003.
3. Методические указания. Техническое диагностирование труб поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов с использованием магнитной памяти металла. РД 34.17.446-97.
4. Инструкция по диагностике технического состояния трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом. РД 102-008-2002.
5. Система неразрушающего контроля. Метод акустической эмиссии. НТЦ «Промышленная безопасность», 2001.
6. Рекомендации по контролю технического состояния трубопроводов тепловых сетей методом акустической томографии. СО 153-34.0-20.673-2009.
7. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок (ПТЭ), утверждены приказом Минэнерго РФ от 24.03.2003г. №115, зарегистрированы Минюстом России от 02.04.2003г. № 4358.
8. ФНП ОРПД (Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утв. приказом Ростехнадзора от 25.03.2014г. №116.
9. Информационный бюллетень №1 (16) 2005г., ГГТН России.
10. Методические рекомендации по техническому освидетельствованию трубопроводов тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения, 2003г., согласованы письмом ГГТН от 06.09.2002г. №12-06/746.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ НЕФТЕБАЗ

Митяков Анатолий Николаевич	эксперт отдела ЭТУ
Бич Александр Николаевич	эксперт отдела ЭТУ
Зубанев Виктор Викторович	начальник лаборатории НК
Лебедев Андрей Леонидович	начальник отдела экспертизы ТУ
Глухова Ася Владимировна	начальник отдела проектной документации и разрешения на применения Северо-Кавказского филиала ООО «Промтех- экспертиза»

10.09.2015

Аннотация. Произведена оценка технического состояния по результатам ревизии, технического диагностирования и экспертизы промышленной безопасности технологических трубопроводов нефтебаз.

Ключевые слова: наружный осмотр, диагностика.

Современные нефтебазы – это сложные комплексы инженерно-технических сооружений, связанные между собой технологическими процессами, обеспечивающими прием, хранение и снабжение потребителей нефтью и нефтепродуктами. [1] Требования их безопасности, безотказности и долговечности делают важной оценку состояния системы, ее надежности. Уровень безопасности связан со свойствами транспортируемых веществ, режимами и условиями эксплуатации оборудования, его техническим состоянием. [2]

К технологическим трубопроводам (далее – ТТ) относятся находящиеся в пределах нефтебазы трубопроводы (Рис.1), по которым транспортируют различные вещества, необходимые для ведения технологического процесса или эксплуатации оборудования.

ТТ работают в разнообразных условиях, находятся под воздействием

избыточных давлений, различных температур и подвергаются воздействию коррозии.



Рис. 1. Технологические трубопроводы.

Соединения труб между собой, с арматурой, технологическим оборудованием, контрольно-измерительными приборами и средствами автоматики бывают разборными и неразъемными. К неразъемным относятся соединения, получаемые путем сварки, пайки, к разборным – фланцевые, резьбовые, дюритовые и др. [1].

К основному методу контроля за надежной и безопасной эксплуатацией трубопроводов рекомендуется относить периодическую ревизию (освидетельствование). [3] При ревизии ТТ производят наружный и внутренний осмотр. При наружном осмотре необходимо проверить состояние сварных швов и фланцевых соединений, включая крепеж, герметичность всех соединений, состояние опорных конструкций фундаментов и подвесок, правильность работы подвижных опор, состояние и работу компенсирующих устройств, состояние дренажных устройств, арматуры. При внутреннем осмотре проверяют наличие коррозии, трещин, уменьшение толщины стенок труб и деталей трубопроводов, прокладок, сварных швов фланцев, арматуры, а также сопрягающихся поверхностей фланцев и арматуры [4].

Целью работы являлось оценить техническое состояние ТТ на основе статистических данных Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза».

При диагностировании ТТ использовались следующие методы контроля:

- визуальный;
- измерительный;
- ультразвуковой;
- капиллярный;
- магнитный;
- нивелирование.

Во время проведения технического освидетельствования, технического диагностирования и экспертизы промышленной безопасности ТТ нефтебаз (541 трубопровод) у 30% из обследуемых

были обнаружены различные дефекты, влияющие на безопасную эксплуатацию оборудования. Выявленные по результатам ревизии несоответствия отображены в таблице 1.

Таблица 1
Распространенные несоответствия

Несоответствие	ТТ с наличием данного несоответствия, %
Просадка опор	22,5
Отсутствие опор (неполный комплект опор согласно проекта)	25
Отбраковка по толщине элемента (трубы, отвода)	3
Пропуск среды в местах соединения трубопровода с установленной арматурой	9
Трещины в сварных швах	1,5
Отсутствие табличек с нумерацией задвижек	18
Отслоение лакокрасочного покрытия	27
Отслоение металла	2,4
Поры в сварном соединении (Рис.2а)	4,5
Язвенная коррозия (Рис.2б)	24
Вмятины	5
Гофры (Рис.2в)	3
Несоответствие геометрических размеров сварных соединений НТД (Рис.2г)	10

По итогам проведенных работ были разработаны рекомендации по устранению каждого конкретного типа выявленных несоответствий.

В результате проведенного анализа было выявлено, что техническое состояние 70% исследованных трубопроводов соответствует требованиям промышленной безопасности, следовательно, несмотря на длительный срок эксплуатации, большинство

технологических трубопроводов сохранили свою работоспособность.

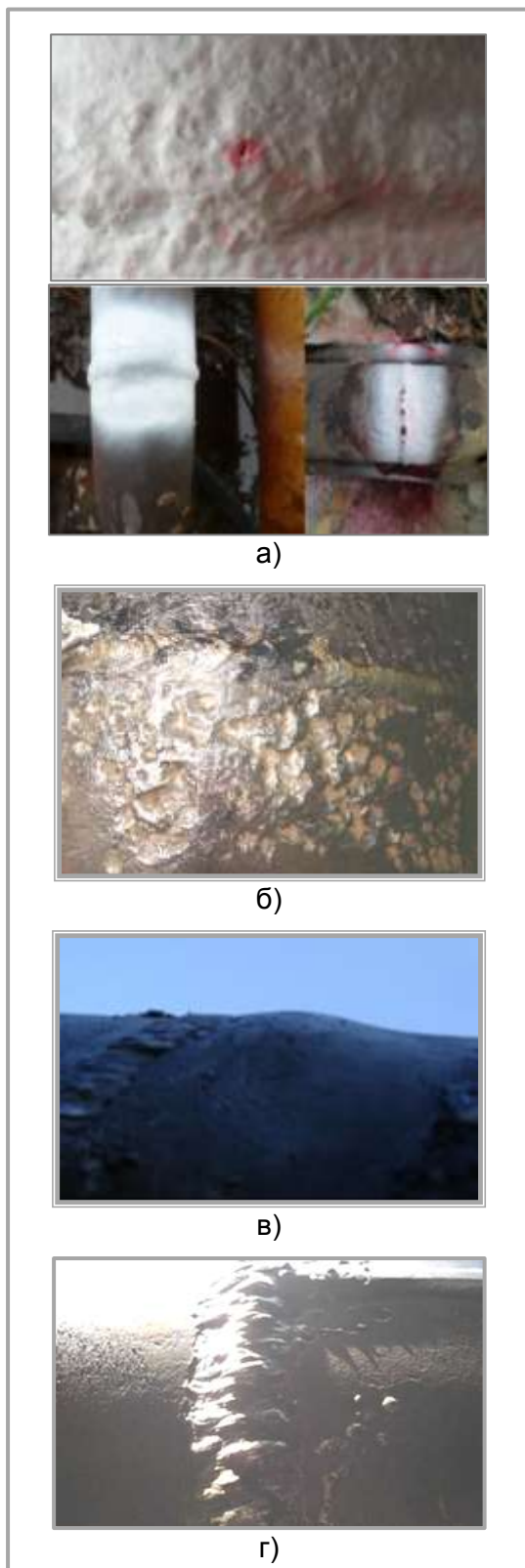


Рис. 2. Дефекты технологических

трубопроводов.

Как видно из таблицы 1, часть выявленных дефектов является следствием неудовлетворительной работы эксплуатационных служб. Так, например, просадки опор или утечки среды можно выявлять визуально при плановом осмотре объектов силами эксплуатирующей организации. А вот обнаружение дефектов, не видимых невооруженным глазом, требующее использования специального оборудования, – это прерогатива технической диагностики. Так, трещина в сварном соединении может привести к куда более печальным последствиям, нежели просадка опоры или отслоение лакокрасочного покрытия.

Для оптимизации процесса поиска «невидимых» дефектов требуется слаженная работа представителей эксплуатирующей организации и организации, проводящей диагностику. В случаях, когда представители собственных служб технического надзора эксплуатирующей организации выявляют и устраняют перед проведением обследований видимые дефекты, специалисты диагностических организаций используют методы неразрушающего контроля более продуктивно. Как следствие, это позволит провести более доскональное обследование объектов на наличие «невидимых дефектов» с меньшими затратами времени.

С помощью технической диагностики ТТ нефтебаз, являющейся одним из основных инструментов системы управления промышленной безопасностью опасного производственного объекта, можно обнаружить «невидимые» дефекты трубопроводов, однако подготовка объектов к диагностике, выявление и устранение визуально заметных дефектов при плановом осмотре объектов эксплуатирующей организацией поможет оптимизировать процесс технической диагностики и, вероятнее всего, позволит увеличить количество трубопроводов, соответствующих требованиям промышленной безопасности по результатам технической диагностики.



Литература

1. Ю.Д. Земенков, Н.А. Малюшин, Л.М. Маркова, А.Е. Лоцинин. Технологические нефтепроводы нефтебаз. – Справочное издание. – Тюмень: изд-во ТИИ, 1994 – 61с.
2. А.А. Коршак, Л.Р. Байкова. Диагностика объектов нефтеперекачивающих станций. – Учебное пособие. – Уфа: изд-во «Академия», 2008 – 171с.
3. Приказ от 27 декабря 2012 г. №784 об утверждении руководства по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».
4. Приказ от 19 июня 2003 г. №232 «Правила технической эксплуатации нефтебаз».

ПРОДЛЕНИЕ СРОКОВ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

УДК 66.5

Митяков Анатолий Николаевич	Эксперт отдела ЭТУ
Бич Александр Николаевич	Эксперт отдела ЭТУ
Зубанев Виктор Викторович	Начальник лаборатории НК
Лебедев Андрей Леонидович	Начальник отдела экспертизы ТУ
Шевченко Алексей Владимирович	Эксперт отдела ЗиС ООО «Промтехэкспертиза», Северо-Кавказский филиал

23.09.2015

Аннотация. Произведен анализ результатов оценки сроков безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.

Ключевые слова: предельное состояние, скорость коррозии, остаточный ресурс.

По достижении техническим устройством конца срока эксплуатации, установленного в технических регламентах, нормативной документации, стандартах, правилах безопасности или при отсутствии таковой информации, необходимо продление срока безопасной эксплуатации. Продление срока безопасной эксплуатации технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, осуществляется при проведении экспертизы промышленной безопасности.

Заключение экспертизы промышленной безопасности должно содержать один из следующих выводов о соответствии объекта экспертизы требованиям промышленной безопасности (далее – ПБ):

- объект экспертизы соответствует требованиям ПБ;
- объект экспертизы не в полной мере соответствует требованиям ПБ и может быть применен при условии выполнения соответствующих мероприятий в отношении технических устройств;
- объект экспертизы не соответствует требованиям ПБ [1].

По результатам экспертизы технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, в заключении экспертизы дополнительно приводятся расчетные и аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния объекта экспертизы, включающие определение остаточного ресурса (срока службы) с отражением в выводах заключения установленного срока дальнейшей безопасной эксплуатации, с указанием условий дальнейшей безопасной эксплуатации [1].



Рис. 1. Технологический трубопровод.

Технологические трубопроводы (Рис.1) состоят из элементов, которые

имеют различные остаточные сроки службы. Остаточный ресурс трубопровода в целом принимается по минимальному из расчетных значений для его основных составляющих.

Расчет остаточного срока службы элементов трубопровода Γ , измеряемый в единицах времени (лет), производится по минимально возможному отбраковочным ($S_{отб.}$) и минимальным фактическим ($S_{факт.мин.}$) значениям толщин стенок:

$$\Gamma = \frac{S_{факт.мин.} - S_{отб.}}{a_{кор.}}, [3]$$

$a_{кор.}$ – скорость коррозии за период эксплуатации.

Скорость коррозии ($a_{кор.}$) определяется по формуле:

$$a_{кор.} = \frac{S_{ном.} + C_{пл.} - S_{факт.мин.}}{t}, \text{ где}$$

$C_{пл.}$ - плюсовой допуск на исходную толщину стенки.

$S_{ном.}$ — номинальная толщина стенки элемента, мм;

t — время от момента начала эксплуатации до момента обследования, лет.

Предельное состояние трубопровода определяется из условия достижения толщиной стенки при максимальном рабочем давлении величины равной отбраковочному значению ($S_{отб.}$) [2].

За последние 5 лет Северо-Кавказским филиалом ООО «Промтехэкспертиза» было проведено техническое диагностирование с продлением срока безопасной эксплуатации свыше 540 трубопроводов. По 60% обследованных объектов было принято решение о продолжении эксплуатации на установленных параметрах без проведения мероприятий по устранению несоответствий требованиям промышленной безопасности.

Исходные данные для оценки остаточного ресурса трубопроводов отображены в таблице 1.

Таблица 1
Параметры для оценки остаточного ресурса.

Параметры
Расчетное давление, МПа (кгс/см^2)
Расчетная температура стенки трубопровода, °С
Коэффициент прочности стыкового сварного соединения
Предел текучести для материалов конструктивных элементов трубопровода при расчетной температуре, МПа
Коэффициент, зависящий от категории и срока службы трубопровода без замены
Время эксплуатации трубопровода (t), лет
Фактическая толщина стенки элемента, мм
Предельная толщина стенки элемента, мм
Номинальная толщина стенки элемента ($S_{ном.}$), мм

Фактическая толщина стенки элементов определялась по средствам ультразвуковой толщинометрии.

В результате анализа расчетов остаточного ресурса основных элементов трубопроводов, с учетом расчетов на прочность, были получены соотношение трубопроводов по элементам, имеющим минимальный остаточный срок службы (таблица 2).

Таблица 2
Соотношение трубопроводов

Элемент с минимальным остаточным ресурсом	% трубопроводов от общего числа
Труба	55
Отвод	40
Переход конический	3
Тройник	Менее 1
Заглушка	Менее 1

При выявлении несоответствия запорной арматуры требованиям нормативной документации и



невозможности их устранения производилась замена соответствующего элемента.

В случаях обнаружения различными методами неразрушающего контроля недопустимых дефектов трубопровода и неподвижных опор, разрабатывались мероприятия по их устранению. Срок службы трубопровода до предельного состояния устанавливался с учетом своевременного выполнения разработанных мероприятий.

Исходя из производственного опыта, у трубопроводов с газообразной рабочей средой отводы достигают предельного состояния быстрее остальных элементов, в отличие от трубопроводов с жидкими средами, у которых чаще изнашиваются трубы. Также дополнительное влияние на

остаточный ресурс оказывает степень агрессивности рабочей среды.

На многих обследованных объектах технологические трубопроводы имеют высокую ремонтпригодность, что позволяет своевременно производить ремонтные работы (в том числе с выводом трубопровода из эксплуатации) без нарушения общих технологических процессов. В большинстве случаев выявленные дефекты не сказываются на работоспособности трубопроводов, но снижают их остаточный ресурс.

В результате, у 27% трубопроводов при визуальном осмотре выявлено отслоение лакокрасочного покрытия, что является благоприятным фактором для увеличения скорости коррозии.

Литература

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности».
2. СА 03-003-2007 «Расчеты на прочность и вибрацию стальных технологических трубопроводов».
3. Методика диагностирования технического состояния и определения остаточного ресурса технологического оборудования нефтеперерабатывающих, нефтехимических производств. (ДиОР-05).



ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ДЕФЕКТНЫХ УЧАСТКОВ РЕЗЕРВУАРОВ

Митяков Анатолий Николаевич	Эксперт отдела ЭТУ
Перовский Кирилл Эдвардович	Старший инженер отдела ЭТУ
Зубанев Виктор Викторович	Начальник лаборатории НК
Лебедев Андрей Леонидович	Начальник отдела ЭТУ
Шевченко Алексей Владимирович	Эксперт отдела ЗиС, ООО «Промтехэкспертиза», Северо-Кавказский филиал

31.08.2015

Аннотация. Исследованы методики ультразвукового контроля отремонтированных дефектных участков.

Ключевые слова: дефектный участок, зона сплавления, зона термического влияния.

При проведении экспертизы промышленной безопасности с целью определения соответствия резервуаров предъявляемым к ним требованиям промышленной безопасности и условий дальнейшей безопасности эксплуатации, большой интерес вызывает ультразвуковой контроль (далее – УК) отремонтированных дефектных участков.

Рассмотренные в работе дефекты резервуаров, послужившие причиной для ремонта, условно относятся к четырем группам:

- заводские – появившиеся на этапе изготовления рулонных или иных заготовок (дефекты сварки);
- эксплуатационные – появившиеся в процессе эксплуатации;
- монтажные – появившиеся в процессе монтажа резервуара;
- транспортные – появившиеся в результате транспортировки заготовок до монтажной площадки.[2]

Выполнение отдельных видов работ при ремонте выявленных дефектов, как правило, осуществляется в следующей последовательности:

- подготовительные мероприятия;
- выполнение ремонтных работ;
- контроль качества выполненных работ;
- восстановление защитного покрытия.

При контроле качества выполненных ремонтных работ ультразвуковые методы имеют важное значение ввиду возможности обнаружения дефектов с шириной раскрытия до 1 микрометра. Несмотря на высокий уровень автоматизации труда, доля ручного УК остается весомой, так как каждый отдельный отремонтированный участок имеет свои особенности и условия проведения контроля.

Целью работы было исследовать ручной УК трех типов ремонта дефектных участков:

- основного металла сваркой (наплавкой);
- сварных соединений заваркой;
- накладками, свариваемыми внахлест.

Ремонт основного металла конструкций резервуара *наплавкой* (Рис.1) применяется, в основном, для

устранения недопустимых коррозионных язв, оплавлений и задигов.

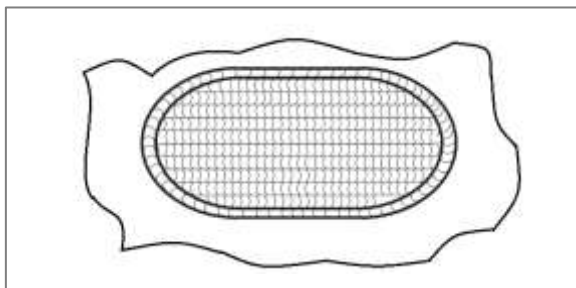


Рис. 1. Фрагмент листа с наплавкой.

УК отремонтированных участков (Рис. 2) осуществлялся в два этапа:

Этап 1. С целью обнаружения несплавлений, непроваров и других

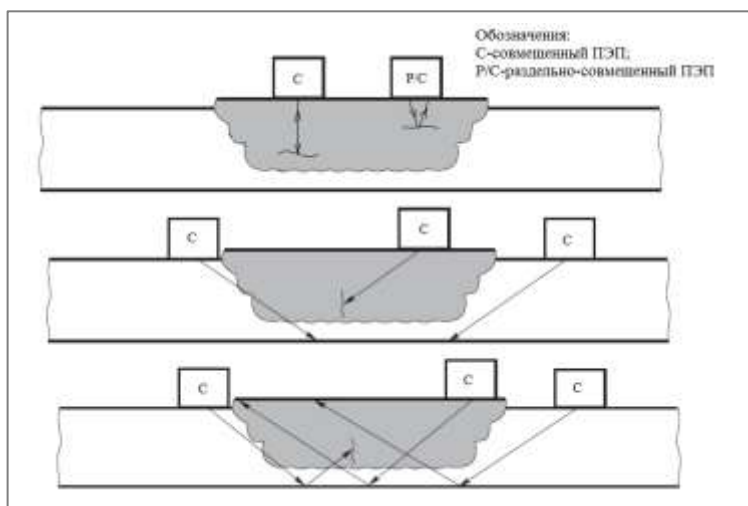
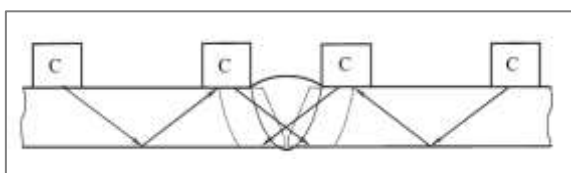


Рис. 2. Схемы контроля участков, отремонтированных наплавкой.

При наличии в сварном соединении недопустимых поверхностных или внутренних дефектов производится ремонт *заваркой*. УК качества ремонта проводился соответствующим наклонным совмещенным ПЭП с двух сторон от шва по стандартной схеме (Рис.3) на прямом и однократно-отраженном луче.



неплошностей между слоями наплавки по глубине использовались прямые (совмещенные и раздельно-совмещенные) пьезоэлектрические преобразователи (далее – ПЭП).

Этап 2. Для выявления различно-ориентированных дефектов в наплавке, зоне сплавления и зоне термического влияния контроль производился наклонными ПЭП. Сканирование велось по всему сечению наплавки: как вдоль, так и поперек слоев.

Рис. 3. Схема контроля отремонтированных сварных швов.

При ремонте хлопунов днища резервуара отверстие для грунтовой смеси закрывают *накладкой* из листового металла [3]. УК нахлесточного сварного соединения производился эхо-методом со стороны накладки на прямом и со стороны днища на однократно-отраженном луче (Рис.4) с использованием наклонного ПЭП.

Таким же видом ремонта устраняют коррозию сварного шва, околошовной зоны и (или) основного металла стенки резервуара.

При обнаружении недопустимых дефектов необходимо произвести повторный ремонт дефектного участка.

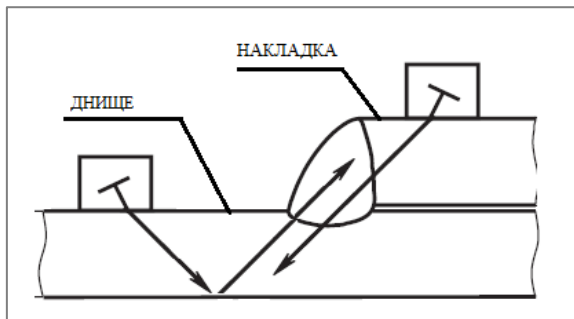


Рис. 4. Схема контроля нахлесточных сварных соединений.

В процессе работы по обследованию резервуаров Северо-Кавказским

филиалом ООО «Промтехэкспертиза», в рамках проведения экспертизы промышленной безопасности технических устройств, были выявлены дефекты, представляющие угрозу безопасной эксплуатации резервуаров. По результатам, предоставленным заказчиком экспертиз, дефектных ведомостей был произведен ремонт. В ряде случаев при ультразвуковом контроле были выявлены дефекты и после проведения ремонтов.

Результаты контроля отремонтированных участков приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Результаты контроля

Вид ремонта	Количество отремонтированных резервуаров	Количество повторных ремонтов
Сварка (наплавка)	12	2
Заварка сварного соединения	3	0
Монтаж накладки	5	1

Главной проблемой при УК исследованных участков являются дополнительные ложные сигналы, связанные с наличием неоднородностей в зоне сплавления основного металла и металла шва, повторным изменением структуры металла в зоне термического влияния при ремонте дефектных сварных соединений. При контроле нахлесточного шва важно правильно идентифицировать

сигналы от границы сварного шва в районе зазора между накладкой и днищем.

При проведении данных видов контроля необходим тщательный анализ каждой конкретной ситуации с учетом всех ее особенностей.

Своевременный качественный ремонт дефектных участков – залог долговечной и безотказной работы резервуара.

Литература

1. Приказ от 14 ноября 2013 года №538 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности».
2. РД 153-39.4-078-01 Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз.
3. «Правила технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту», Москва «Недра», 1988 г.



АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ АТМОСФЕРНО-ВАКУУМНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ С ЭЛЕКТРООБЕССОЛИВАНИЕМ (ЭЛОУ АВТ)

УДК 66.5

Глухова Ася
Владимировна

Начальник отдела проектной документации и раз решения на применения Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Бич Александр
Николаевич

Эксперт отдела экспертизы технических устройств Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Зубанев Виктор
Викторович

Эксперт отдела экспертизы технических устройств Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Елисеев Денис
Николаевич

Начальник отдела экспертизы зданий и сооружений Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

Богатова Н.М.

Эксперт по промышленной безопасности ООО «Промтехэкспертиза», Средне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

14.09..2015

Процессы первичной перегонки нефти и нефтепереработки являются взрывопожароопасными. Из анализа свойств обрабатываемых на установке веществ можно сделать вывод, что разгерметизация оборудования ведет к выбросу легко воспламеняющихся жидкостей, воспламеняющихся газов на территорию установки с возможностью последующего воспламенения или взрыва от источников воспламенения. Отказы оборудования и производственные неполадки могут привести также к попаданию в производственную среду этих веществ.

Отсутствие в производственном процессе веществ с особо опасными свойствами, достаточно высокая химическая стабильность используемых на установке веществ – сырья, промежуточных и целевых продуктов, позволяет исключить возможность взрывов в оборудовании.

Причины возникновения аварийных ситуаций на промышленном объекте можно условно объединить в три взаимосвязанные группы, характеризующиеся:

- отказами (неполадками) оборудования;
 - ошибочными действиями персонала;
 - внешними воздействиями природного и техногенного характера.
- К основным причинам, связанным с отказами оборудования, относятся:
- прекращение подачи энергоресурсов (электроэнергии, пара, воды, воздуха и т.п.);
 - коррозия и эрозия оборудования и трубопроводов;
 - физический износ, механическое повреждение или температурная деформация;
 - причины, связанные с типовыми процессами.

Прекращение подачи энергоресурсов может привести к нарушению

нормального режима работы установки, выходу параметров за критические значения и аварии.

Коррозия и эрозия оборудования и трубопроводов может стать причиной частичной разгерметизации оборудования. Исходя из анализа аварий на аналогичных установках, можно сделать вывод, что коррозионное разрушение, при достаточной прочности конструкции оборудования или трубопроводов, чаще всего имеет локальный характер, и не приводит к серьезным последствиям. Однако, при несвоевременной локализации, оно может привести к цепному развитию аварийной ситуации.

Физический износ, механические повреждения или температурная деформация оборудования и трубопроводов может привести как к частичному, так и к полному разрушению оборудования или трубопроводов и возникновению аварийной ситуации любого масштаба.

Все типовые процессы, протекающие на установке можно разделить на:

- гидродинамические;
- теплообменные;
- тепломассообменные.

Гидродинамические процессы связаны со следующими типами оборудования:

- насосное оборудование;
- емкостное оборудование;
- трубопроводные системы (трубы

различных диаметров, трубопроводная арматура).

Насосное оборудование работает в широком диапазоне температур и давлений. Аварийная остановка насосов может привести к нарушениям гидравлического и теплового режима системы и разрушению оборудования. Отдельные элементы конструкции

насосов обладают низким уровнем надежности (особенно торцевые уплотнения), что является источником утечек горючих жидкостей и может привести к локальным взрывам и пожарам, которые, при их развитии, могут быть источниками цепного вовлечения в аварию оборудования с большим объемом опасных веществ.

Емкостное оборудование является источником повышенной опасности из-за значительных объемов сжатых паров и нагретых жидкостей, находящихся в них. Особую опасность представляют электродегидраторы из-за высокого напряжения, подаваемого на электроды. Нарушение режима из работы может привести к пробое изоляторов, возникновению мощной электрической дуги, прогару корпуса аппарата и вскипанию жидкости, разрушению аппарата от превышения давления. Также серьезную опасность представляют ректификационные колонны из-за находящихся в них легко воспламеняющихся веществ в жидкой и газообразной фазе под высоким давлением и температурой.

Трубопроводные системы являются источником повышенной опасности из-за большого количества сварных и фланцевых соединений, запорной и регулирующей арматуры, жестких условий работы и значительных объемов веществ, перемещаемых по ним. Причинами разгерметизации могут быть:

остаточные напряжения в материале трубопроводов в сочетании с напряжениями, возникающими при монтаже и ремонте, вызывают поломку элементов запорных устройств, образование трещин, разрывы трубопроводов;

- разрушения под воздействием температурных деформаций;

- гидравлические удары;
- вибрация;
- превышения давления и т.п.

Опасности теплообменного оборудования обусловлены тем, что процессы в них ведутся при повышенных давлениях и температурах, с перегретыми жидкостями и газами. Это значительно влияет на процессы разрушения оборудования.

Опасности систем огневого прогрева обусловлены возможностью взрывов в топочных пространствах, выбросов нагретого углеводородного сырья, пожаров. Они могут являться источником зажигания.

По характеру протекания тепломассообменных процессов участвующие в них вещества не представляют опасности как источники внутренних взрывных явлений, но под влиянием внешних воздействий (механических повреждений, аварий на соседних блоках и т.д.) может произойти высвобождение больших количеств опасных веществ с образованием паровых облаков больших размеров.

Технологический процесс требует от обслуживающего персонала высокой

квалификации и повышенного внимания. Особую опасность представляют ошибки при пуске и остановке оборудования, ведении ремонтных, профилактических и других работ, связанных с неустойчивыми переходными режимами с освобождением и заполнением оборудования опасными веществами. В случае неправильных действий персонала существует возможность разгерметизации системы.

К внешним воздействиям природного и техногенного характера можно отнести:

- грозовые разряды и разряды от статического электричества;
- смерч, ураган;
- снежные заносы и понижение температуры воздуха;
- попадание установки в зону действия поражающих факторов аварий, происшедших на соседних объектах;
- специально спланированная диверсия.

Все вышеперечисленные факторы могут привести к разгерметизации оборудования и трубопроводов и явиться причиной возникновения на установке аварийной ситуации.

Таблица 1
Сведения о крупных авариях в нефтеперерабатывающей промышленности стран мира

Место	Страна	Вещество, характер аварии	Выброс, т	Число смертельных случаев	Число пострадавших
Людвигсхафен	Германия	Взрыв облака бутадиена и бутилена	20	57	439
Людвигсхафен	Германия	Взрыв облака диметилового эфира	30	207	3 000
Фейзен	Франция	Взрыв хранилища сжиженного нефтяного газа	200	18	81
Порт Гудзон	США	Взрыв облака пропана	70	не было	7
Потчеструм	ЮАР	Утечка жидкого аммиака из хранилищ	нет данных	18	64

Место	Страна	Вещество, характер аварии	Выброс, т	Число смертельных случаев	Число пострадавших
Цекейтор	США	Утечка пропана	63	7	152
Бек	Нидерланды	Взрыв облака пропана	3-5	14	107
Фликсборо	Англия	Взрыв облака циклогексана	30-50	28	89
Веею	США	Выброс пропилена	5,5	14	45
Картахена	Колумбия	Утечка аммиака	нет данных	30	22
Санта-Круз	Колумбия	Взрыв метана	нет данных	52	нет данных
Сан-Карлос	Испания	Взрыв облака пропилена	38	215	780
Мехико	Мексика	Взрыв ёмкости со сжиженным газом	нет данных	452	5250
Кубатао	Бразилия	Взрыв газолина	нет данных	500	7000
Ярославль	Россия	Взрыв облака углеводородных газов	3,3	6	13
Красноярск	Россия	Взрыв углеводородных газов	нет данных	4	5
Уфа	Россия	Выброс и взрыв углеводородных газов	нет данных	2	8

Таблица 2

Прямые экономические потери от крупных аварий на НПЗ США

Город	Штат	Установка, процесс	Прямые потери, млн долл.
Linden	Нью-Джерси	Гидрокрекинг	94,6
Billing	Монтана	Алкилирование	14,5
Avon	Калифорния	Коксование	22,9
Lake Charts	Луизиана	Прочие	76,6
Филадельфия	Пенсильвания	Прочие	28,7
Avon	Калифорния	Коксование	13,9
Romeovilte	Иллинойс	Прочие	15,6
Baton Rouge	Луизиана	Каталитический крекинг	18,2
Texas Citi	Техас	Алкилирование	99,6
Denver	Колорадо	Прочие	39,7
Texas Citi	Техас	Алкиляция	40,3
Deer Park	Техас	Каталитический крекинг	114,2
Borger	Техас	Алкилирование	53,8
Avon	Калифорния	Каталитический крекинг	60,7

Город	Штат	Установка, процесс	Прямые потери, млн долл.
Romeoville	Иллинойс	Прочие	152,4

Приведены прямые экономические потери от крупных аварий на НПЗ США за 25 лет. Совокупные потери от этих аварий за указанный период составили около 1,66 млрд. долларов (при средних потерях от одной крупной аварии - 58 млн. долларов).

Однако для нефтеперерабатывающей промышленности убытки от аварий прямыми потерями не ограничиваются. Дополнительные потери составляют почти 150% к прямым потерям. Доля потерь из-за ошибок операторов составляет около 22% в составе общих прямых потерь в денежном выражении.

Из представленных данных следует, что на предприятиях с установками, аналогичные, имеющими печи, колонное оборудование, резервуарные парки, нефтяное сырье и соответствующие продукты, возможны аварии сопровождающиеся взрывами, пожарами и загрязнением окружающей среды.

Анализ причин произошедших аварий выполнен на основе сведений об авариях на нефтеперерабатывающих заводах, других химически опасных производствах, а также опубликованных официальных аналитических сведений по аварийности и травматизму Ростехнадзора России [6].

Причины возникновения инцидентов и аварийных ситуаций могут быть разделены следующим образом:

- ошибки персонала – до 60% всех случаев; сюда входят все виды воздействия “человеческого фактора” на техногенную систему: нарушение требований регламента, некачественное обслуживание оборудования, некачественный ремонт и наладка оборудования и приборов, нарушение правил безопасности при проведении огневых работ, транспортировке и

хранении опасных веществ, неправильные действия при локализации аварий и т.п.;

- отказы оборудования – до 25% всех случаев; сюда входят все случаи физического, коррозионного износа, дефекты материалов и конструкций оборудования и приборов, некачественная диагностика, ошибочные показания приборов КИПиА (ложные срабатывания) и т.п.;

- несовершенство техники и технологии – до 10% всех случаев; сюда входят случаи разработки технологического процесса при критических параметрах участвующих веществ, ошибки в выборе оборудования, проектные ошибки, недостатки нормативных требований по безопасности и т.п.;

- внешние причины – до 5%; неожиданные срывы в подаче энергоносителей, несанкционированные врезки, внешние вмешательства с целью хищения, терроризм и т.п.

Анализ основных причин возникновения инцидентов и аварий позволяет выделить следующие взаимосвязанные группы причин:

- выход некоторых количеств опасных веществ через трещины, прогары и коррозионные дефекты, неплотности, сальники, прокладки и т.п. – до 40%;

- нарушения режима эксплуатации технологической установки, включая источники огня в непосредственной близости от работающего оборудования – до 20%;

- ошибки монтажа и наладки оборудования – до 15%;

- коррозия оборудования и трубопроводов – до 10%;

- другие причины, в т.ч. хрупкое разрушение нагруженного оборудования,

природные проявления, влияние износа строительных конструкций, внутриплощадочных трубопроводных и кабельных сетей и т.п.

Анализ последствий произошедших аварий показывает, что наиболее опасными по своим последствиям являются взрывы парогазовых облаков и пожары крупных проливов.

Исходя из данных фактических аварий и пожаров, зоны действия поражающих факторов от эпицентра составляли:

- полное разрушение сооружений до 60 м;
- разлет осколков до 800 м;

- разрушение остекления до 1800 м;
- разрушения со стороны ударной волны до 500 м;
- вес разлетающихся осколков оборудования и сооружений до 1300 кг;
- площадь горения до 10000 м²;
- огненный шар в диаметре до 300 м.

В литературных данных приводятся следующие (см. таблицы 3-5) статистические данные по причинам возникновения аварий и чрезвычайных техногенных ситуаций, а также по типам оборудования, на котором возникает аварийная ситуация и видам аварий.

Таблица 3

Статистические данные по причинам аварий

Причина аварии	Количество аварий, %	Средний ущерб, млн \$
Механическое разрушение	41	39,0
Ошибки персонала	20	51,8
Нарушение технологических параметров	8	51,1
Разные причины	18	38,6
Природные явления	6	45,4
Террористические проявления	3	26,2

Таблица 4

Типы аварийного оборудования

Тип оборудования	Количество аварий, %	Средний ущерб, млн \$
Трубопроводы	29	47,6
Резервуары	16	42,7
Реакторы	13	67,9
Разное оборудование	26	128,5
Насосы, компрессоры	6	29,1
Теплообменники	4	23,8
Колонное оборудование	4	58,5
Нагревательные котлы	2	18,6

Таблица 5

Распределение типовых аварий на нефтеперерабатывающих предприятиях по типам аварийных процессов

Тип аварии	Количество аварий от общего числа в %
------------	---------------------------------------



Пожар	58,5
Загазованность	17,9
Взрывы	15,1
Другие	8,5

Пожары и взрывы на открытых технологических установках возникают в ситуациях, которые характеризуются следующими факторами: неконтролируемым выбросом горючих сред в атмосферу, загазованностью территории и образованием взрывоопасного облака топливовоздушной смеси (далее по тексту - ТВС), наличием источников зажигания.

Опасность загазованности промышленной территории связана с образованием зон (облаков) концентраций углеводородов, превышающих установленные предельно допустимые значения и достигающих нижнего концентрационного предела распространения пламени (далее по тексту - НКПР) как при возможной аварии, так и при регламентном режиме работы технологического оборудования.

Таким образом, так как на нефтеперерабатывающих предприятиях имеется практически все оборудование, упомянутое в таблицах, существует и вероятность аварий с выбросом углеводородов, пожарами и взрывами и соответствующим ущербом.

Вещества, которые транспортируются, хранятся, перерабатываются на территории и в оборудовании установки ЭЛОУ-АВТ, являются взрывопожароопасными.

Оценка возможных аварийных ситуаций и выявление наиболее характерных сценариев развития аварий проводится с учетом:

- характера разгерметизации аппаратов и коммуникаций на технологических блоках;
- тяжести воздействия поражающих факторов на обслуживающий персонал,

производственные и административные здания и сооружения;

- количества опасных веществ, которые могут быть вовлечены в аварию;
- агрегатного состояния участвующих в аварии опасных веществ;
- условий ведения технологического процесса (температура, давление, при которых протекает процесс).

Сценарии аварий, не оказывающих опасного воздействия на персонал, здания и сооружения характерны для случаев, когда разгерметизация происходит вследствие образования трещин, небольших отверстий (свищей) в трубопроводах и аппаратах, вследствие физического износа, механического повреждения, коррозии, а также разрушения прокладок, уплотнений насосного оборудования и т. п.

Утечка опасных веществ из системы будет носить локальный характер, если за время, прошедшее от начала утечки до обнаружения персоналом аварийного участка и отсечки его, успевают истечь небольшое количество горючего вещества.

При возгорании небольшого количества нефтепродукта, находящегося в жидком либо в газообразном состоянии, может произойти медленное выгорание и (или) взрыв небольшой силы, из – за низкого уровня опасного воздействия эти явления не оказывают разрушительного воздействия на оборудование, здания и т. п., и существенного поражающего воздействия на персонал.

Авария считается опасной, если в случае разгерметизации происходит залповый выброс большого количества горючего вещества с образованием облака парогазовой смеси. Чаще всего это происходит вследствие значительного

разрушения аппарата, трубопровода, выхода из строя арматуры, отрыва штуцера.

В этом случае события могут развиваться по одному из приведенных ниже сценариев.

При проливе большой массы горючего вещества с последующим образованием горючей смеси вне концентрационных пределов распространения пламени и ее воспламенением от случайного источника зажигания (поверхности, нагретой выше температуры самовоспламенения, искры), процесс развивается в форме дефлаграционного выгорания паровоздушной смеси над зеркалом пролива, так что конечной его стадией является обычный пожар, который так и определяется: пожар пролива. В этом случае поражающим фактором является термическое воздействие от непосредственного контакта с открытым пламенем в зоне горения, и от воздействия теплового излучения вне этой зоны. При отсутствии источников воспламенения облако парогазовой смеси рассеивается без опасных последствий.

При проливе большого количества нефтепродуктов, нагретых выше температуры кипения, возможно образование облака горючей паровоздушной смеси взрывоопасной концентрации. В этом случае аварийная ситуация может развиваться следующим образом:

- при отсутствии источников зажигания облако рассеивается без опасных последствий, нефтепродукт собирается и утилизируется;

- при наличии источника воспламенения смесь может воспламениться и дефлаграционно сгореть с образованием «огненного шара». В этом случае поражающим фактором является термическое воздействие как в зоне непосредственного контакта с открытым пламенем, так и за ее пределами под воздействием теплового излучения;

- смесь может воспламениться и сгореть в режиме дефлаграции с

образованием разрушительной ударной волны (взрыв), избыточное давление на фронте которой может оказать разрушающее воздействие большой силы.

В ситуациях, когда в герметичном аппарате под давлением находится сжиженный газ, температура которого по тем или иным причинам превышает термическую границу предельного перегрева, при аварийной разгерметизации происходит резкое падение давления над поверхностью раздела жидкой фазы и парогазовой фазы и, как следствие этого, мгновенное вскипание жидкости с резким увеличением давления в десятки и сотни раз (паровой взрыв). В случае отказа предохранительных систем, несущий корпус аппарата будет разорван с возможным образованием и разлетом осколков. За счет резкого сброса давления часть жидкости превратится в пар, а оставшаяся часть уже переохлажденной жидкости будет практически полностью захвачена потоком пара и вынесена с ним в окружающее пространство в виде аэрозольного облака эффект «BLEVE».

Возникающая при этом взрывная волна оказывается слабой, но осколки аппарата могут оказать поражающее воздействие как на персонал, так и на соседние аппараты и коммуникации.

При эффекте «BLEVE» аэрозольное облако может воспламениться за счет контакта с горячими поверхностями, при этом образуется «огневой шар», представляющий собой процесс испарения с поверхности капель облака с последующим возгоранием.

Анализ количеств, параметров и состава горючих веществ, находящихся в аппаратах и трубопроводах установки ЭЛОУ-АВТ, показывает, что в каждом из технологических блоков потенциально возможен с разной степенью вероятности любой из выше перечисленных путей развития аварий и их сочетание, за исключением эффекта «BLEVE», который возможен в случае разгерметизации аппаратов, содержащих сжиженный газ.

Это позволяет смоделировать типовую для всех блоков схему, приведенную на рисунке 1. При этом, наличие той или иной ветви и вероятность свершения

события, определяется количеством горючего вещества, участвующего в аварии, его составом и параметрами.

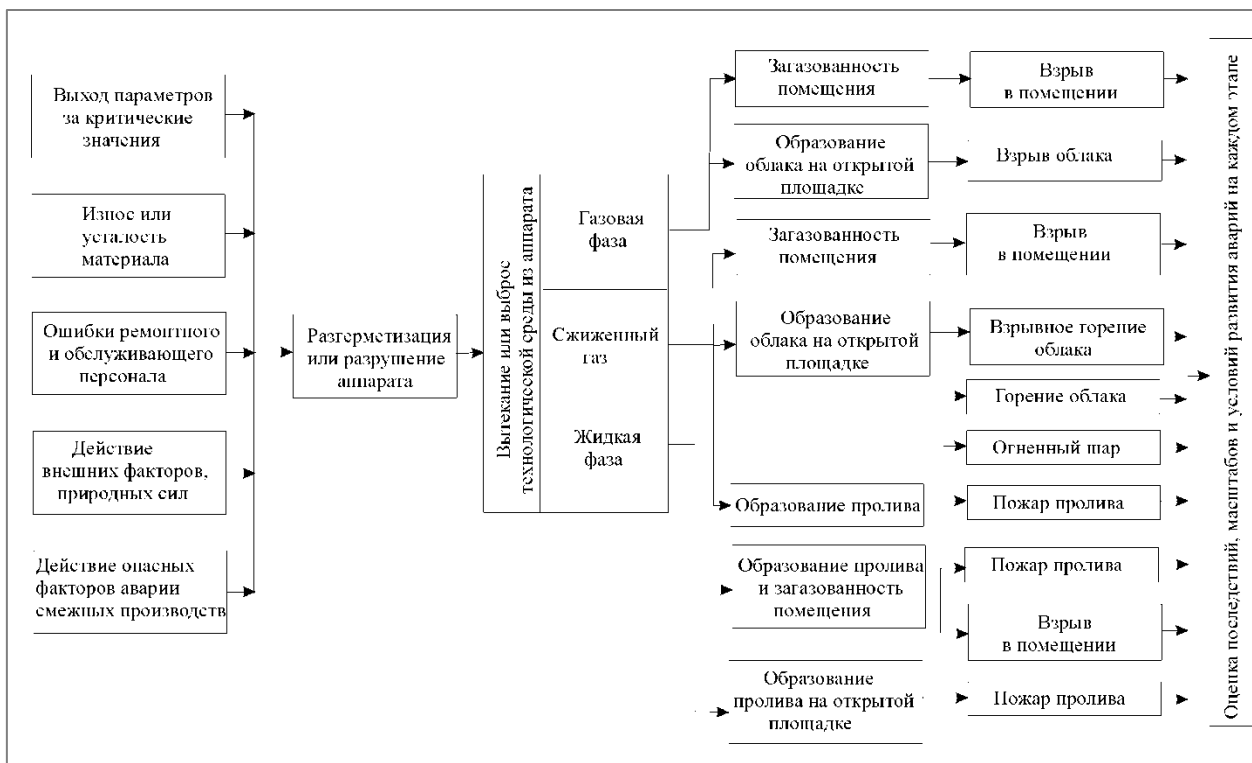


Рис. 1. Схема построения сценариев развития аварийных ситуаций с указанием основных причин их возникновения.

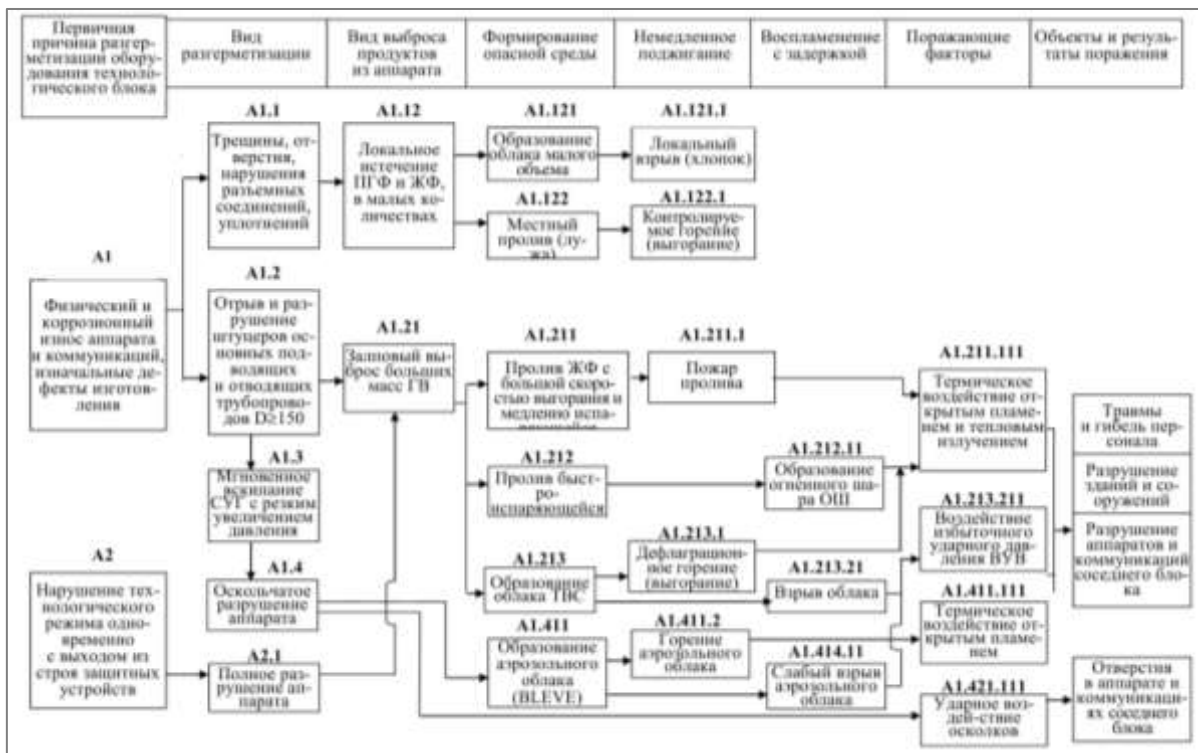


Рис. 2. Типовая блок-схема анализа вероятных сценариев возникновения и развития аварий в открытом пространстве

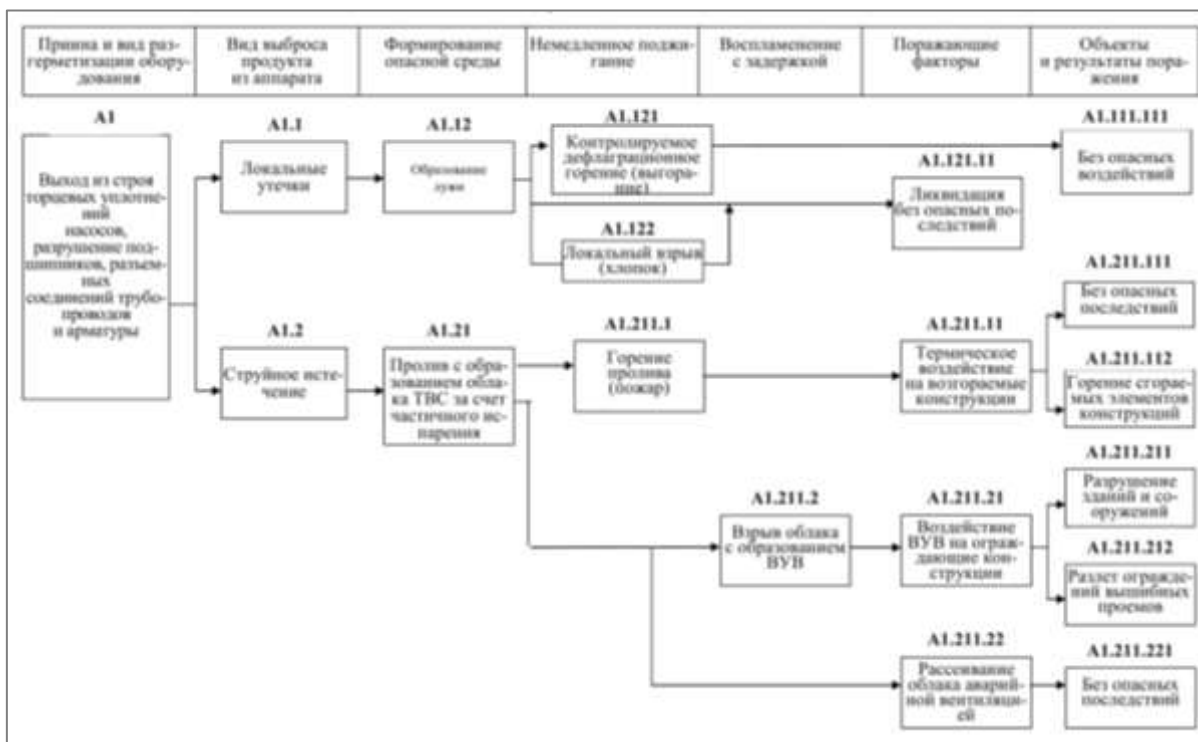


Рис. 3. Типовая блок-схема анализа вероятных сценариев возникновения и развития аварий в закрытом пространстве.

При этом, причины, связанные с внешними воздействиями природного и техногенного характера не рассматривались, так как вероятность их возникновения в данных условиях не превосходит уровня приемлемого риска.

Практика показывает, что наиболее вероятным являются сравнительно небольшие выбросы взрывопожароопасных продуктов, которые происходят в результате утечек через неплотности, трещины, нарушения разъемных соединений.

Анализ вероятных сценариев возникновения и развития аварии производится по блок-схеме рисунки 2, 3.

Вероятности реализации различных сценариев развития аварий оценивались с использованием графоаналитического метода «дерева событий» [5]. Оценка частот инициирующих событий проводилась на основе формализации последовательности неблагоприятных событий в виде «деревьев отказов». Частоты инициирующих событий для

резервуаров и емкостей хранения опасных веществ определялись на основе данных статистики и условий функционирования опасных производств [2-5].

В 1995 году ЦНИИПСК им. Мельникова было закончено исследование причин отказов и аварий резервуарных конструкций.

Были исследованы наиболее распространенные типы конструкций: резервуары для нефти и нефтепродуктов, газгольдеры, сосуды давления, изотермические резервуары, резервуары для холодной воды и баки-аккумуляторы. Примерно две трети рассмотренных аварийных состояний возникли при эксплуатации и ремонте функционирующих сооружений, а остальные – при проведении гидроиспытаний и при монтаже конструкций.

Примерная частота распределения причин аварий и отказов резервуарных конструкций приведена в таблице 6.

Таблица 6

Причины аварий и отказов	Основные причины	Сопутствующие причины
Недостатки проекта	14 = 21,5%	6 = 9,3%
Недостатки монтажа	38 = 58,5%	31 = 47,6%
Недостатки эксплуатации	11 = 16,9%	10 = 15,5%
Внешние воздействия	2 = 3,1%	18 = 27,6%
Итого	65	65

Под недостатками проекта подразумевались такие причины, как несоответствие принятой расчетной модели действительной работе конструкции, неудачное конструктивное решение, неправильный выбор марок стали.

В группе недостатков эксплуатации учитывались: превышение проектных нагрузок, неисправность технологического оборудования, коррозионный износ и др. Из 11 аварий восемь произошли в СССР, в том числе четыре из-за коррозионных

повреждений, три – из-за неисправности технологического оборудования и одна – вследствие зависания и обрушения понтона.

К группе неблагоприятных внешних воздействий отнесены ураганный ветер, низкая температура, механические повреждения, атмосферные электрические разряды и т.п.

Недостатки монтажа включали в себя: использование дефектных материалов, низкое качество заводского изготовления, повреждения рулонов при погрузке и

разгрузке, некачественную сборку и сварку на монтаже, дефекты оснований и фундаментов, нарушение технологии подготовки и проведения испытаний.

Результаты анализа частоты распределения случаев аварий и отказов

резервуарных конструкций по видам основных причин физического происхождения показывают, что хрупкое разрушение сохраняет доминирующее положение по количеству порождаемых им аварийных ситуаций (таблица 7).

Таблица 7.

Причины аварий и отказов	Количество случаев
Хрупкое разрушение	41 = 63,2%
Взрыв и пожар	8 = 12,3%
Вакуум	5 = 7,6%
Коррозионный износ	2 = 3,2%
Ураганный ветер	1 = 1,5%
Просадка основания	1 = 1,5%
Прочие	7 = 10,7%
Итого	65

Хрупкое разрушение является завершающим событием в цепочке развития других первопричин. Среди них обычно выделяют: дефекты конструкции, способствующие концентрации напряжений в основном и наплавленном металле; низкое качество металла с отклонениями в химическом составе, механических свойствах и

хладостойкости; местная потеря пластичности; дефекты сварки, вызывающие возмущение напряженного состояния до опасных пределов.

В изученной литературе выявлена следующая частота распределения случаев хрупких разрушений по виду технических причин, которая отражена в таблице 8.

Таблица 8

Вид технических причин хрупких разрушений резервуаров	Количество случаев
Дефект конструкции	9 = 22,1%
Низкое качество материала	13 = 31,7%
Местная потеря пластичности	3 = 7,3%
Дефекты сварки, нарушение ее технологичности	16 = 39,0%
Итого	41

Распределение локальных и общих разрушений по времени их возникновения показало, что если на первые 30 лет (1933-1963 гг.) пришлось 21 случай разрушений и 28 выведенных из эксплуатации емкостей, то на следующее тридцатилетие – уже 44

случая, когда полностью или частично были разрушены 63 резервуара. Причем только за последние десять лет произошло 23 случая разрушения с 36 пострадавшими сосудами, или более половины аварий, случившихся за 30 лет.

За последние годы резко возросли размеры и совокупная масса резервуаров, полностью разрушенных в результате аварий.

Среди прочих свидетельств неблагополучия в этой области исследованием было установлено:

На территории стран СНГ в 1985-1993 гг. при испытаниях водой полностью разрушено восемь резервуаров из 16 разрушенных за весь период наблюдения.

Из 22 случаев хрупких разрушений сосудов, случившихся у нас за истекшие 30 лет, в семи случаях аварии были следствием вкрапления некондиционного металла в изготовленные заводами рулоны. В 10 случаях металл, хотя и соответствовал проекту, при определенных сочетаниях дефектов сборки, сварки и других сопутствующих причин оказался неспособным остановить развитие трещин, и резервуары разрушились (лишь в пяти случаях развитие трещин было остановлено металлом).

Авариям часто сопутствует частичное или полное разрушение соседних резервуаров при групповом их размещении вследствие неэффективности предусмотренных нормами мер по локализации последствий аварий при гидродинамическом истечении продукта,

пожарах и взрывах; из каждых пяти пострадавших сосудов один оказывался принудительно вовлеченным и требовал ремонта или даже полной замены.

Последующий переход к анализу прямых и косвенных последствий (ущерба) от возникновения и развития аварий требует четкого определения и классификации как самих субъектов воздействия, так и «допустимых» уровней воздействия на них.

В качестве факторов прямого действия при этом рассматриваются термические, барические и токсические эффекты. В качестве групп риска – технический персонал и население прилегающих территорий. Поскольку в общем случае одна и та же мера негативного воздействия вызывает различную реакцию у различных людей (пол, возраст, профессиональная пригодность и т.п.), для определения вероятности поражения (в том числе, летального исхода) использованы статистические законы распределения.

Основные события, приводящие к аварии и образованию полей поражающих факторов, а также их вероятностный диапазон частот возникновения, представлены в таблице 9.

Таблица 9

Исходные данные отказов элементов оборудования

№ исход. события	Описание исходного события	Частота отказов 1/год	Источник статистической информации по отказам
1	Отказ показателя уровня	$17 \cdot 10^{-1}$	[2]
2	Отказ предохранительных клапанов	$2,2 \cdot 10^{-2}$	
3	Ошибка персонала	10^{-4}	
4	Отказ защитного покрытия	10^{-6}	
5	Отказ материала	10^{-4}	[7]
6	Частота усталостного отказа	$2 \cdot 10^{-4}$	
7	Механическое повреждение	$6,6 \cdot 10^{-5}$	

8	Ошибка персонала	10^{-4}	
9	Отказ аппарата	10^{-4}	
10	Отказ трубопровода	$3 \cdot 10^{-4}$	
11	Отказ прибора измерения давления	$1,1 \cdot 10^{-4}$	
12	Образование свища	10^{-4}	[8]
13	Отказ арматуры	$0,7 \cdot 10^{-2}$	[9]
14	Частота землетрясений	10^{-7}	[11]
15	Частота саботажа и диверсий	10^{-6}	Принято экспертно, исходя из военно-политической обстановки
Итого:		$2,7 \cdot 10^{-4}$	

После определения частот инициирующих событий, производилось построение деревьев аварий, отражающих технологические особенности рассматриваемых производств. Связанных в первую очередь с возможными режимами протекания аварии возникшей в результате разгерметизации оборудования и возможности образования значительных зон пожаров вытекшего вещества и зон токсического поражения персонала предприятия с учетом возможности выхода поражающих факторов за пределы предприятия.

Основными негативными факторами, влияющими на показатели риска являются:

- наличие на установке ЭЛОУ-АВТ большого количества взрывоопасных токсичных веществ, в т.ч. сжиженного углеводородного газа;

- условия ведения технологического процесса и транспортирования продуктов: высокая температура – до 370°C и высокое давление – до 2,5 МПа;

- питание приводов насосов от электрических сетей высокого напряжения, проведение процесса электрообессоливания и электрообезвоживания в электрическом поле высокого напряжения;

- наличие на установке большого количества аппаратов, оборудования, машин и механизмов, что увеличивает вероятность отказа или разрушения технических устройств;

- увеличение вероятности разгерметизации вследствие коррозионной активности обрабатываемых сред.

Однако, предусмотренные технические мероприятия, оснащение установки автоматизированной системой управления и системой противоаварийной защиты, а также высокий уровень профессиональной подготовки обслуживающего персонала позволяет значительно снизить вероятность возникновения аварийной ситуации, а, следовательно, и степень риска. Кроме того, на показатели риска значительное влияние оказывает внедрение мероприятий организационного характера, в т.ч. высокий уровень готовности аварийно-спасательных служб к действиям по локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

Всесторонняя оценка уровня безопасности, в том числе оценка риска аварий, разработанных мероприятий по предупреждению аварий и готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий показали, что

технический уровень реконструируемой установки ЭЛОУ-АВТ в основном соответствует требованиям промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Для наиболее опасных технологических блоков, входящих в состав установки ЭЛОУ-АВТ, был выполнен анализ аварийных ситуаций со следующими поражающими факторами:

- взрывная ударная волна (ВУВ);
- вторичный поражающий фактор ВУВ в зданиях;
- тепловое излучение от пожара пролива;
- тепловое излучение от "огненного шара";
- тепловое излучение от "огневого шара" (для емкостей со сжиженным газом).

На основании анализа действия поражающих факторов на персонал, здания и сооружения можно сделать вывод, что наибольшую опасность представляет атмосферный блок с блоком стабилизации бензина, в котором наиболее опасной аварией по воздействию поражающих факторов является разгерметизация колонны.

При реализации вышеуказанного опасного события - разгерметизация колонны с образованием взрывной ударной волны - индивидуальный риск составляет $0,74 \times 10^{-6}$, социальный риск - $3,2 \times 10^{-6}$. Однако вероятность реализации вышеуказанной аварийной ситуации равна $0,05 \times 10^{-6}$, что считается маловероятным событием.

Наиболее вероятным событием является пожар пролива, вероятность реализации этого события $0,79 \times 10^{-6}$. Однако вследствие локального характера истечения горючего продукта, воздействие поражающих факторов не выходит за границы установки, поэтому вероятность причинения вреда персоналу

и нанесения материального ущерба невелика.

На основании вышеизложенных фактов можно считать, что при соблюдении основных нормативных документов и инструкций, регламентирующих требования по безопасному ведению работ (особенно в условиях пуска, наладки и вывода на режим), вероятность возникновения крупных аварий, приводящих к гибели производственного персонала и нанесенного значительного материального ущерба, практически сводится к нулю.

Исходя из вышеуказанного и с учетом технических решений по обеспечению безопасной эксплуатации можно считать, что уровень безопасности установки отвечает требованиям Федерального закона [1].

Уменьшение риска аварий также достигается за счет разработки и реализации мероприятий организационного характера, в том числе:

- разработки «Плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций»;
- постоянного повышения профессиональной и противоаварийной подготовки обслуживающего персонала, в том числе по локализации и ликвидации аварий;
- повышения уровня технического контроля за состоянием аппаратов, оборудования, трубопроводов, средств контроля и автоматики;
- разработки и внедрения технических мероприятий по совершенствованию деятельности аварийно-спасательных и противопожарных служб и т.п. в соответствии с требованиями п.4 [10].

При реализации комплекса технических мероприятий по уменьшению степени риска, мероприятия позволят уменьшить вероятность возникновения аварийных ситуаций и снизить тяжесть последствий аварий до



уровня, соответствующего требованиям
Федерального закона [1].

Литература

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 13 июля 2015 года) №116-ФЗ.
2. Хенли Е., Кумамото Дж. Надежность технических систем и оценка риска: Пер. с англ. М. Машиностроение, 1984.
3. Сапожников Р.А. и др. Надежность автоматических управляющих систем, М., Высшая школа, 1964.
4. Муромцев Ю.Л. Безаварийность и диагностика нарушений в химических производствах, М.: Химия, 1990.
5. Д.Химмельблау Обнаружение и диагностика неполадок в химических и нефтехимических процессах. Л.:Химия, 1983.
6. Л.П. Чукреева Безопасность труда в промышленности, 1999, № 10, с. 12-14, Производственная безопасность на объектах нефтепереработки и концепция программы подготовки персонала НПЗ.
7. Измалков В.И., Измалков А.В. Безопасность и риск при техногенных воздействиях. М.-СПб: НИИЦЭБ РАН, 1994.
8. Сафонов В.С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности. М., 1996
9. ГОСТ Р 53672-2009. Арматура трубопроводная.
10. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
11. Карта сейсмического районирования ОСР-97.



АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НРК (НИТРОАММОФОСФАТЫ)

УДК 624.074.5

Елисеев Денис Николаевич	Начальник отдела ЗиС Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»
Горбунов Дмитрий Владимирович	Эксперт отдела ЗиС Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»
Глухова Ася Владимировна	Начальник отдела экспертизы проектной документации Северо-Кавказского филиала ООО «Промтехэкспертиза»
Артёмов Алексей Викторович	Начальник ОТУ Нижне-Волжского филиала ООО «Промтехэкспертиза»
Борисов Виктор Васильевич	Технический директор Волжско-Окского филиала ООО «Промтехэкспертиза»

09.09..2015

Аннотация. Произведен анализ типичных для данного типа объектов дефектов и повреждений.

Ключевые слова: безопасная эксплуатация, дефекты и повреждения, техническое состояние.

Здания для производства минеральных удобрений предназначены для производства, хранения, фасовки и транспортирования производимой продукции.

Здания по производству минеральных удобрений НРК идентифицируются в качестве опасных производственных объектов химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности.

Для обеспечения безопасной эксплуатации и сохранения работоспособности зданий по производству минеральных удобрений НРК (Рис. 1) необходимо своевременное проведение технического обследования всех строительных конструкции с целью выявления несоответствий требованиям нормативной, технической и эксплуатационной документации.

Требования промышленной безопасности к зданиям для производства минеральных удобрений НРК установлены в следующих нормативно-правовых актах:

- Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утв. Приказом Ростехнадзора №96 от 11.03.2013 г.).
- Нормативные документы, устанавливающие требования к порядку оценки

технического состояния зданий по производству минеральных удобрений НРК:

- ГОСТ 31937-2011 «ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. Правила обследования и мониторинга технического состояния». Введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N 1984-ст.;

- СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». Принят и рекомендован к применению в качестве нормативного документа в Системе нормативных документов в строительстве постановлением Госстроя России от 21 августа 2003 г. N 153.



Рис. 1. Здание фасовки и погрузки НРК ОАО «Дорогобуж».

Во время эксплуатации здание по производству минеральных удобрений НРК испытывает влияние следующих неблагоприятных эксплуатационных и технологических факторов [1]:

- повреждение наружных и внутренних конструкций здания, обусловленные агрессивной средой производимых продуктов и воздействием внешних факторов, в том числе перепадов температур, осадков и т.п.;

- качество изготовления строительных конструкций;

- эффективность защитных строительных материалов: штукатурное покрытие, лакокрасочные составы, кислотоупорные покрытия;

- различные механические воздействия, вызванные влиянием геологических, гидрологических и геофизических факторов;

- воздействие непроектных нагрузок.

Целью проведенного анализа являлось выявление типичных дефектов и повреждений зданий по производству минеральных удобрений НРК, эксплуатируемых на территории Российской Федерации, и оценить степень влияния этих дефектов на безопасность и надежность эксплуатации.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести техническое обследование зданий;

- систематизировать результаты обследований;

- провести анализ результатов.

При исследовании были изучены результаты визуального и измерительного контроля, выявляющего, как правило, поверхностные дефекты и повреждения [2]. Был проведен анализ протоколов определения прочности строительных конструкций приборами неразрушающего контроля, определения пространственного положения строительных конструкций с учетом данных, характеризующих условия работы за весь период эксплуатации.

За период исследования, начиная с 2011 года, на территории России было проведено обследование 23 зданий по производству минеральных удобрений НРК.

При проведении технического обследования выявлены наиболее распространенные дефекты (Рис.2) основных элементов конструкций (фундаментов, колонн, ферм, балок, стен, конструкций перекрытия и покрытия, кровли), отображенные в Таблице 1.

Таблица 1
Распространенные дефекты
конструкций.

Наименование дефекта	Доля зданий с наличием дефекта
Просадка фундамента (Рис. 2, 1)	9%
Разрушение защитного слоя бетона фундамента с оголением рабочей арматуры (Рис. 2, 2)	2%
Повреждение отмостки здания: трещины выбоины, разломы, полное отсутствие на отдельных участках (Рис. 2, 3)	90%
Отсутствуют либо повреждены металлические оконные отливы (Рис. 2, 4)	20%
Повреждение защитного лакокрасочного и штукатурного покрытия строительных конструкций (Рис. 2, 5)	80%
Коррозия металлических конструкций здания (Рис. 2, 6)	45%
Разрушение герметизации швов стеновых панелей (Рис. 2, 7)	60%
Трещины в железобетонных стеновых панелях (Рис. 2, 8)	30%
Разрушение защитного слоя бетона в стеновых панелях (Рис. 2, 9)	30%
Трещины в кирпичной кладке стен (Рис. 2, 10)	70%
Выщелачивание кладочного раствора кирпичных стен (Рис. 2, 11)	40%
Разрушения кирпича лещадками (Рис. 2, 12)	40%
Выгибы из проектной плоскости связей по колоннам, верхним и нижним поясам ферм (Рис. 2, 13)	50%
Выгибы из проектной плоскости верхних и нижних поясов ферм (Рис. 2, 14)	5%
Разрушение сварного шва узла	5%

крепления связей к колоннам и фермам (Рис. 2, 15)	
Выгибы полков и ребер жесткости в балках перекрытия и покрытия (Рис. 2, 16)	12%
Демонтированные несущие и вспомогательные строительные конструкции (Рис. 2, 17)	7%
Скол бетона в колоннах каркаса здания (Рис. 2, 18)	70%
Непровибрированные участки железобетонных конструкций (Рис. 2, 19)	25%
Трещины в колоннах каркаса здания (Рис. 2, 20)	15%
Оголение рабочей арматуры колонн каркаса здания (Рис. 2, 21)	15%
Коррозионные трещины в железобетонных конструкция покрытия и перекрытия (Рис. 2, 22)	75%
Разрушения защитного слоя бетона в конструкция покрытия и перекрытия (Рис. 2, 23)	60%
Оголение и коррозия арматуры в железобетонных конструкция покрытия и перекрытия (Рис. 2, 24)	60%
Замачивание строительных конструкций (Рис. 2, 25)	80%
Складирования строительного и иного мусора на кровле здания (Рис. 2, 26)	30%
Повреждение водоизоляционного кровельного покрытия (Рис. 2, 27)	50%
Отсутствуют, либо повреждены защитные отливы на кровле здания (Рис. 2, 28)	30%
Разрушен узел сопряжения водоизоляционного кровельного покрытия с ограждающими конструкциями (Рис. 2, 29)	40%



Рис. 2. Распространенные дефекты и повреждения: 1-6.

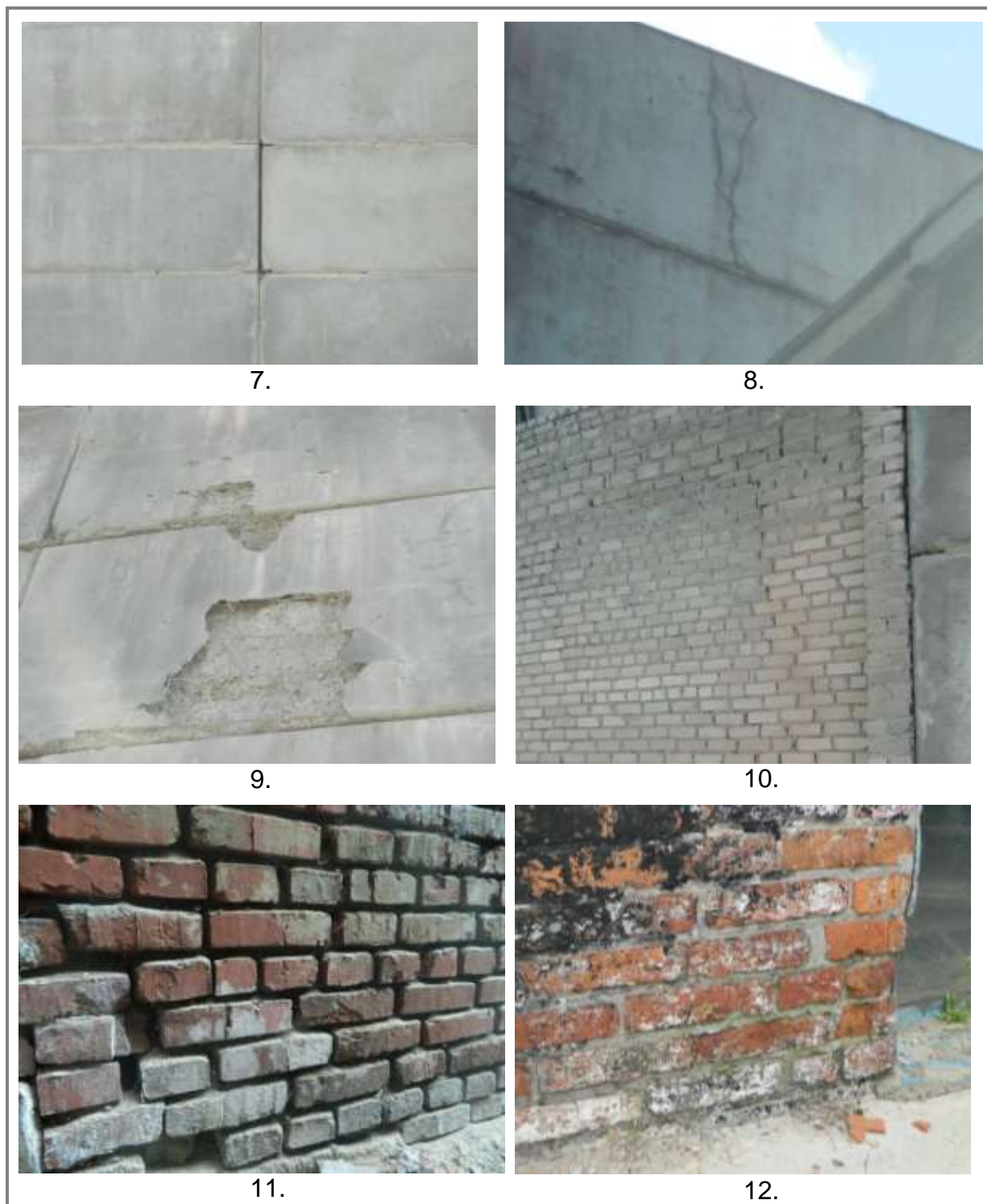


Рис. 2. Распространенные дефекты и повреждения: 7-12.



Рис. 2. Распространенные дефекты и повреждения: 13-18.



Рис. 2. Распространенные дефекты и повреждения: 19-24.



25.



26.



27.



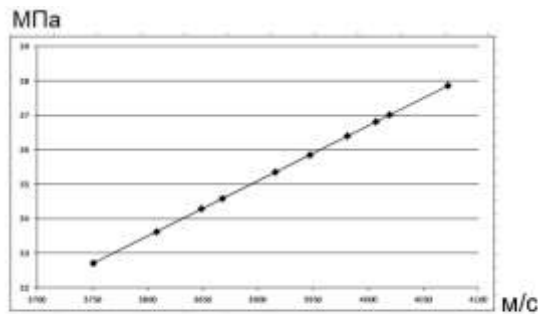
28.



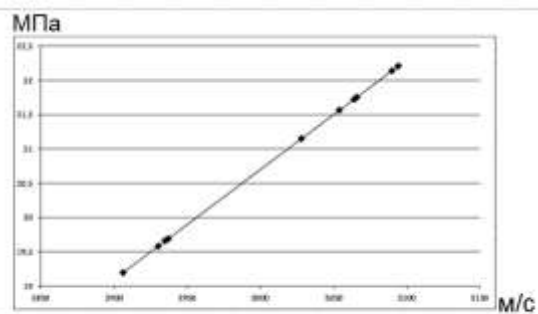
29.

Рис. 2. Распространенные дефекты и повреждения: 25-29.

Прочность конструкций, примененных при возведении зданий, характеризуется графиками зависимости между значениями приборов, использующих метод ультразвукового и ударно-импульсного контроля (Рис. 3).



Измерение прочности бетона колонн



Измерение прочности бетона конструкций покрытия

Рис. 3. Графики зависимости ультразвукового и ударно-импульсного контроля.

Исходя из графиков определения прочности бетона строительных конструкций, вероятность возникновения предаварийных состояний, ввиду выявленных характерных дефектов и повреждений, является незначительной.

Литература

- ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
- СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87».

Такие особенности неразрушающего и визуального контроля, как плохой доступ к объектам контроля и подготовка поверхности контакта, не позволяют осуществить обследование 100% узлов и конструкций. В связи с этим, основными методами, выявляющими большую часть дефектов зданий по производству минеральных удобрений НРК, остается визуальный и измерительный контроль.

Многие из выявленных в процессе исследования дефектов имеют тенденцию к дальнейшему развитию с угрозой перехода в критическое состояние и возникновения аварийных ситуаций. В частности, отсутствие капитального ремонта кровельного покрытия может привести к его полному износу, увеличению объема протечек атмосферных осадков и замачиванию строительных конструкций. При дальнейшем развитии дефектов возникает необходимость вывода объекта из эксплуатации и проведение ремонтно-восстановительных работ, в том числе и усиление строительных конструкций для приведения здания в исправное техническое состояние [3].

В результате анализа типичных для зданий, эксплуатируемых на опасном производственном объекте для производства минеральных удобрений НРК, дефектов и повреждений, сделан вывод, что основной причиной возникновения большинства выявленных несоответствий является отсутствие своевременных ремонтно-восстановительных работ в процессе эксплуатации.



Главный редактор Беляев Г.С.
Зам. главного редактора Лихачев Ю.Ф.
Редактор Шолохова Н.Ю.
Вёрстка и дизайн Щебрикова Е.К.
Подготовлено к изданию 30.10.2015 г.

Выпуск 1 (1)
Основан 2015 г.
Издатель ООО «Промтехэкспертиза»
Регистрация Св-во Эл № ФС77-62091 от 17.06.2015 г.
Адрес редакции г. Москва, ул. Нижегородская, д.31, стр.15
Интернет www.experts-pb.ru
E-mail info@experts-pb.ru