

А.А. Киршев, В.В. Рубцов, С.В. Батманов, Д.Н. Рубцов
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: Kirschew@yandex.ru)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРЕДРЕМОНТНОЙ ПОДГОТОВКЕ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Проведён анализ причин пожаров и взрывов при предремонтной подготовке резервуаров для нефтепродуктов.

Ключевые слова: очистка, ремонтные и огневые работы, резервуар, вентиляция.

A.A. Kirshev, V.V. Rubtsov, S.V. Batmanov, D.N. Rubtsov **ENSURING EXPLOSION AND FIRE SAFETY** **DURING THE PRE-REPAIR PREPARATION** **TANKS FOR PETROLEUM PRODUCTS**

The analysis of the causes of fires and explosions with pre-repair preparation tanks for petroleum products was carried out.

Key words: cleaning, repair and hot work, tank, ventilation.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 4 февраля 2016 г.

Россия на сегодняшний день занимает 3 место в мире по добыче нефти [1], что требует содержания достаточно большого резервуарного парка. Установлено, что на 1 тонну добываемой или перерабатываемой нефти необходимый объём хранения должен составлять 0,4-0,5 м³ [1].

Несмотря на довольно интенсивную разработку и осуществление комплекса мер по предотвращению и тушению пожаров на нефтебазах, проблема пожарной защиты резервуаров с нефтепродуктами в значительной степени остаётся ещё нерешённой [1].

Одной из самых сложных и пожаровзрывоопасных технологических операций в процессе эксплуатации резервуаров является подготовка резервуаров с остатками нефтепродуктов к огневым ремонтным работам.

В процессе эксплуатации резервуаров часто возникают различного рода повреждения, для устранения которых необходимо проводить огневые ремонтные работы.

Основными причинами выхода из строя стальных резервуаров являются [2]:

- коррозия корпуса резервуаров;
- повышение давления или образование вакуума в газовом пространстве резервуара сверх допускаемых величин;
- склонность основного материала корпуса резервуара, сваренного из "кипящей" стали, к хрупкому разрушению в условиях резкого перепада температур хранимого продукта и окружающего воздуха в районах с низкой температурой и сильными ветрами;

- неравномерная осадка резервуаров в процессе эксплуатации, особенно в районах с неустойчивыми грунтами;

- образование концентраций напряжений, особенно опасных в нижнем поясе и его сопряжении с днищем резервуара.

Нарушение работоспособности резервуаров происходит в большинстве случаев вследствие коррозионных повреждений металлической оболочки или в первые годы эксплуатации вследствие дефектов изготовления.

Обследование резервуаров для светлых нефтепродуктов на нефтебазах и нефтеперекачивающих станциях позволило оценить некоторые параметры надежности. Нормальная эксплуатация стенки резервуаров длится примерно до 15 лет, после чего наступает интенсивный физический износ. В резервуарах для светлых нефтепродуктов объёмом 1000 м^3 менее надежным является днище. Период нормальной эксплуатации днища – 11 лет. Статистические данные показывают, что в среднем в резервуарах объёмом 1000 м^3 коррозия днища интенсивнее коррозии всех других элементов.

Интенсивность отказов кровли, стенки и днища резервуаров объёмом 5000 м^3 отличается от интенсивности отказов резервуаров ёмкостью 1000 м^3 . Период интенсивности физического износа кровли и стенки резервуаров начинается примерно после 11 лет эксплуатации. Коррозийный износ днища протекает медленнее. В начальный период эксплуатации (до 3 лет) число отказов несколько превышает их число в нормальный период (от 3 до 11 лет), поэтому в резервуарах больших объёмов в первый период эксплуатации наблюдаются нарушения герметичности вследствие дефектов сварных швов, что ведёт к остановке резервуаров на ремонт в первые три года эксплуатации.

Кроме этого, огневые ремонтные работы на резервуарах с нефтепродуктами необходимы при монтаже систем охлаждения, пенотушения и молниезащиты.

Пожары и взрывы в резервуарах из-под горючих и легковоспламеняющихся жидкостей часто происходят при очистке и подготовке их к ремонту, а также при выполнении на них ремонтных работ. Как и при проведении ремонтных работ на любом другом технологическом оборудовании, здесь появляются три основных фактора повышенной опасности возникновения пожара и взрыва:

- подлежащее ремонту оборудование, как правило, выводится из эксплуатации и вскрывается, в результате чего появляется условие для образования горючей смеси из-за контакта горючего и окислителя;

- в процессе ремонта появляются технологические источники зажигания при выполнении газо-электросварочных, резательных и других работ, связанных с применением открытого огня или достаточно мощных беспламенных источников тепла, выделяющегося при работе механических инструментов;

- ремонт подобного рода технологического оборудования всегда связан с присутствием рабочих, поэтому пожары и взрывы нередко сопровождаются гибелью людей.

При проведении ремонта исключить источники зажигания в большинстве случаев невозможно, поэтому обеспечение безопасности ремонтных работ может достигаться способом вентилирования газового пространства резервуаров, что снижает концентрацию паров нефтепродуктов внутри них.

Таким образом, проведение огневых ремонтных работ на резервуарах является весьма пожароопасной операцией и несоблюдение противопожарных требований может привести к пожару и взрыву.

Статистика свидетельствует [2], что более 20 % от всех пожаров на этих объектах происходит по причине нарушений требований пожарной безопасности при проведении огневых (ремонтных) работ, при этом на резервуарах каждый второй пожар связан именно с этой операцией.

В настоящее время на практике широко распространены естественная, дефлекторная и принудительная вентиляция. Однако, пожары и взрывы, произошедшие при всех указанных способах вентиляции, указывают на пожарную опасность процесса вентилирования.

Проблема снижения пожаровзрывоопасности при очистке и ремонте резервуаров с нефтепродуктами актуальна, прежде всего, для нефтяной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, а также для других отраслей народного хозяйства, потребляющих нефтепродукты и имеющих резервуары для их хранения.

С каждым годом количество аварий на резервуарах возрастает. Основной причиной этого является то, что большой процент резервуаров уже выработал свой проектный ресурс. Износ эксплуатируемых вертикальных стальных резервуаров составляет 60-80 % [2].

При сборе информации о пожарах на резервуарах использовались материалы централизованной системы сбора информации ВНИИПО МЧС России, информационные письма, опубликованные в печати, личные базы данных специалистов, занимающихся указанной проблемой, а также данные электронных ресурсов Интернета. В то же время собранные данные не могут быть признаны полными. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что организации и компании нефтегазовой отрасли не придают широкой огласке аварии, которые не сопровождались крупными пожарами, не приводили к травмам и гибели людей, а также большому ущербу третьим лицам и окружающей среде. Существующие центры сбора информации об авариях и пожарах на резервуарах разрозненны, а имеющиеся базы данных не полностью отражают картину происходящего. Общее число аварий в 3-5 раз больше регистрируемых [1].

Пожары, связанные с проведением огневых ремонтных работ на резервуарах, можно условно разделить на две группы [1]:

- пожары, возникшие в период подготовки к ремонту;
- пожары, возникшие непосредственно при проведении огневых ремонтных работ.

Большинство видов топлива являются легковоспламеняющимися жидкостями, свойства которых определяют их высокую пожарную опасность. Поэтому пожары на объектах хранения топлива происходят нередко как в России, так и за рубежом.

Статистический анализ пожаров на объектах хранения, переработки и транспорта нефти и нефтепродуктов, проведённый за последние 20 лет, показывает, что из 20 пожаров 92 % произошло в наземных резервуарах [1].

Ниже приведены некоторые характерные примеры таких пожаров.

13 октября 2005 г. на терминале ОАО "НК "Роснефть-Архангельскнефтепродукт" в пос. Талаги взорвался резервуар № 203 ёмкостью 2000 м³ [1]. В это время бригада рабочих из шести человек проводила работы по изоляции и утеплению обшивки резервуара металлическим листом. Данные работы велись рабочими на протяжении двух недель. Все это время в резервуаре ёмкостью 2000 м³ находились остатки нефтепродуктов. В результате проведения резки произошёл взрыв паровоздушной смеси внутри резервуара. Двое рабочих погибли.

5 декабря 2006 г. на нефтеперегонной станции "Калейкино" в районе Альметьевска ОАО "Северо-Западные магистральные нефтепроводы" в Татарстане при очистке и вывозе нефтешлама из резервуара № 12 произошёл взрыв паровоздушной смеси и обрушение перекрытия ЖБР [1]. В момент аварии рабочие находились внутри недействующего резервуара и производили очистку его от "донных отложений" – нефтешлама. Взрыв произошел в самый разгар работ. Он был настолько мощным, что, по свидетельству жителей расположенного в 7 километрах Альметьевска, в городе "задрожали стены" домов. В результате взрыва обрушилась плита перекрытия резервуара, загорелись остатки нефтепродуктов на дне. На место аварии выехали более тридцати пожарных машин. К моменту прибытия первых подразделений крыша резервуара рухнула, огонь вырвался наружу и распространился на площади 90 м². Спасатели объявили третий – высший номер сложности пожара. Ситуацию усугубляло и то, что по соседству с горящим резервуаром находилось еще несколько ЖБР. Почти два часа понадобилось пожарным для того, чтобы справиться с возгоранием.

6 февраля 2007 г. в Оренбургской области на территории установки № 110 Оренбургского газоперерабатывающего завода, находящегося в 25 км от областного центра, возник пожар [1]. Огонь вспыхнул при подготовке к ремонтным работам резервуара № 110. В нём произошло возгорание тяжёлых остаточных углеводородов и парафино-смолистых отложений на дне резервуара. Пожару был присвоен четвёртый номер сложности, на месте работало 29 боевых расчётов (142 человека). Были проведены работы по охлаждению соседних резервуаров и пенная атака горячей ёмкости.

18 августа 2008 г. в Дагестане на территории нефтебазы ОАО "Дагнефтепродукт" (Махачкалинская распределительная и перевалочная нефтебаза) произошло возгорание сырой нефти, находящейся в ёмкости № 82, объёмом 10 тыс. м³ [1]. На момент возгорания в ёмкости находилось до 6 тыс. м³ нефти.

Причина возгорания – образование искры при плановом осмотре заполнения ёмкости из танкера. В район пожара выехали силы и средства по третьему номеру сложности пожара.

23 апреля 2010 г. на нефтебазе ОАО "Дагнефтепродукт" в Таймуровском районе Дагестана произошло возгорание резервуара ёмкостью 5 тыс. м³ [1]. В резервуаре находилось 3 тыс. м³ сырой нефти. Возгорание произошло во время проведения сварочных работ.

16 июня 2010 г. в г. Норильске на нефтеперерабатывающей базе ЗАО "Таймырская топливная компания" произошло загорание в стационарном металлическом резервуаре ёмкостью 1 тыс. м³ [1]. Резервуар в течение года не использовался, был заполнен водой. Установлено, что при проведении ремонтных работ произошла вспышка скопившихся газов внутри резервуара. Пожар самоликвидировался. В результате пожара повреждён резервуар, сорвана крыша и в верхней части резервуара деформированы стены. Монтажник получил ожоги лица и верхних дыхательных путей, перелом костей таза, ушиб грудной клетки, шок 3 степени. Предварительная причина пожара – нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ.

2 сентября 2010 г. в г. Павлово Нижегородской области нарушение правил пожарной безопасности при проведении огневых работ по демонтажу неэксплуатируемого резервуара привело к возгоранию остатков мазута на территории ОАО "ПИЗ". Площадь пожара составила 50 м² [1].

13 сентября 2015 г. на юго-востоке Москвы вспыхнул пожар на территории нефтеперерабатывающего завода в Капотне. Загорелись остатки нефтепродукта в демонтируемом резервуаре при проведении предремонтной подготовки. Площадь пожара составила 50 м² [3].

Статистические данные и пожарная обстановка на резервуарах с нефтепродуктами при подготовке их к огневым ремонтным работам в периоды с 1970 г. по 1990 г. также свидетельствуют о достаточно острой проблеме в этой области ещё со времён существования Советского Союза.

Анализ результатов наблюдений пожаров и взрывов на резервуарах из под нефтепродуктов, произошедших при предремонтной подготовке, указывают не только на возникновение взрывоопасных смесей как внутри, так и снаружи резервуаров, но и позволяет сделать вывод о том, что аварии на этих объектах, как правило, носят затяжной характер, наносят значительный материальный ущерб, зачастую сопровождаются человеческими жертвами и требуют привлечения большого количества сил и средств для ликвидации их последствий.

Требованиями нормативных документов по пожарной безопасности запрещается проведение огневых ремонтных работ без принятия мер, исключая возможность возникновения пожара, то есть без приведения резервуаров в безопасное состояние. Однако в трактовке "безопасное состояние" и в методах обеспечения такого состояния в действующих правилах имеются различия.

Утверждённые в 2012 г. Правила противопожарного режима в РФ содержат традиционный, подтвержденный многолетней практикой, порядок подготовки резервуаров к ремонтным работам, который требует после освобождения резервуара от нефтепродукта отсоединения от всех трубопроводов, отглушения производственных коммуникаций, зачистки от остатков нефтепродуктов и грязи (с применением неметаллических инструментов), пропарки водяным паром, промывки водой и проветривания.

Очистка резервуаров от остатков нефтепродуктов проводится в соответствии с нормативными документами, регламентирующими порядок выполнения работы по очистке резервуаров с соблюдением требований охраны труда, а также экологической и пожарной безопасности.

Выявленные и устранённые дефекты во время периодического осмотра и ремонта резервуаров препятствуют потере топлива и загрязнению окружающей среды, повышают пожарную безопасность объекта. Согласно рекомендациям [5], частичное обследование резервуаров проводится не реже одного раза в 5 лет, полное – один раз в 10 лет. Для проведения полного обследования обязательно выполняется очистка резервуаров до санитарных норм.

Периодичность очистки ёмкостей изложена в требованиях [6] и зависит от вида нефтепродуктов, технического состояния резервуаров, условий хранения и частоты смены сорта нефтепродуктов. Частая очистка топливных резервуаров предусмотрена для ёмкостей с топливом, к которому предъявляются высокие требования качества и чистоты: топливо для реактивных двигателей, авиационные и прямогонные бензины, масла и их компоненты (не менее двух раз в год). Один раз в год проводят очистку ёмкостей горюче-смазочных материалов. Резервуары с дизельным топливом, автомобильными бензинами, парафинами очищаются один раз в два года. Очистка мазутных ёмкостей, резервуаров с моторными топливами проводится по мере необходимости для обеспечения условий надежной эксплуатации, пожарной безопасности и потребительских свойств нефтепродуктов.

В литературе [7] дают достаточно конкретные рекомендации по технологии очистки резервуаров перед ремонтом и обеспечению пожарной безопасности ремонтных работ.

Способы обеспечения пожарной безопасности основаны на принципе разрыва связей мнемонического треугольника горения, тремя сторонами которого являются: окислитель, горючее и источник зажигания. Анализ результатов современных исследований позволяет классифицировать способы обеспечения пожаровзрывобезопасности при ликвидации аварий, чрезвычайных ситуаций и ремонтно-восстановительных работах на технологическом оборудовании по следующим группам (методам):

- снижение концентрации паров (газов) углеводородов;
- предотвращение контакта источника зажигания с взрывоопасными концентрациями паров (газов) углеводородов;
- флегматизация (ингибирование) газового пространства технологического оборудования.

Способы исключения условий образования горючей среды при предремонтной подготовке и ведении ремонта резервуаров нефтегазового комплекса изложены в статье 49 [8], в которой говорится, что исключение условий образования горючей среды должно обеспечиваться поддержанием безопасной концентрации в среде окислителя и (или) горючих веществ, а также понижением концентрации окислителя в горючей среде в защищаемом объёме.

В ходе исследований способов подготовки резервуаров нефтегазового комплекса к ремонту, был проведён анализ методов принудительной вентиляции воздухом горючих газов во внутреннем пространстве резервуаров. Существуют следующие способы вентиляции резервуаров [9]: естественная вентиляция; аэрация (дефлекторное вентилирование); принудительная вентиляция.

В настоящее время, наравне с традиционными способами известен ряд новых способов подготовки резервуаров к ремонтным работам, включающих их дегазацию путем принудительной вентиляции [2, 10].

На основании вышеизложенного следует, что подготовка резервуаров с нефтепродуктами к проведению огневых ремонтных работ является сложной и пожароопасной технологической операцией. Одним из актуальных вопросов при проведении данной технологической операции является обеспечение защиты людей и территорий от возможного воздействия возникающих опасных факторов на складах нефтепродуктов.

На стадии предремонтной подготовки наиболее пожаровзрывоопасной технологической операцией является **вентиляция резервуаров**. Пожары и взрывы, произошедшие при данной технологической операции, указывают на формирование взрывоопасных смесей как внутри, так и снаружи резервуаров. С активным развитием научно-технического прогресса в области техники и технологий, а также с переходом промышленности на крупные резервуары требуется внедрение новых, научно-обоснованных способов проведения предремонтной подготовки резервуаров, не только снижающих уровень пожаровзрывоопасности и производительности данного процесса, но и сокращающих длительность предремонтной подготовки резервуаров.

Литература

1. **Киришев А.А.** Снижение пожаровзрывоопасности процесса вентиляции вертикальных цилиндрических резервуаров с нефтепродуктами: дис. ... канд. тех. наук: 05.26.03. М., 2014. 233 с.
2. **Назаров В.П., Киришев А.А.** Повышение эффективности вентиляции резервуаров с нефтепродуктами // Пожаровзрывобезопасность. М., 2014. № 7. С. 52-57.
3. **Комсомольская правда.** № 104 от 15.09.2015. <http://www.kp.ru/online/news/2162141>.
4. **Федеральный закон** РФ от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности".
5. **Правила** технической эксплуатации резервуаров. М.: ОАО "НК "Роснефть", 2004. 114 с.
6. **ГОСТ 1510-84.** Межгосударственный стандарт. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
7. **РД 153-39ТН-012-96.** Инструкция по пожаровзрывобезопасной технологии очистки нефтяных резервуаров Введ. 24.12.1996. М.: АО Транснефть, 1996. 26 с.
8. **Федеральный закон** РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
9. **Назаров В.П., Киришев А.А.** Вентиляция резервуаров перед ремонтными работами // Технологии техносферной безопасности. Вып. 4 (44). 2012. 8 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
10. **Киришев А.А.** Результаты сравнительных экспериментальных исследований способов вентиляции вертикальных цилиндрических резервуаров перед ремонтными работами // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2013. № 2. С. 38-41.