

В. П. Назаров, Д-л А. Степаненко, Д-с А. Степаненко
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
e-mail: nazarovvp@bk.ru)

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ РЕЗЕРВУАРОВ К РЕМОНТНЫМ ОГНЕВЫМ РАБОТАМ

РЕЗЮМЕ

Введение. В соответствии с данными статистики, Россия занимает третье место в мире по добыче нефти. Переработка, транспортировка и хранение такого большого объема нефтепродуктов требует поддержания постоянной работоспособности резервуарных парков. Вместе с тем, на данных объектах происходит значительное количество аварий и пожаров, что существенно подрывает производственную и экономическую стабильность.

Цели и задачи. В связи с необходимостью поддержания в рабочем состоянии резервуарных парков, возникает проблема повышения уровня пожаровзрывобезопасности огневых ремонтных работ. Данный вид работ зачастую невозможен без использования оборудования, которое может послужить открытым источником зажигания, что может стать причиной возникновения взрыва.

Методы. Чтобы обосновать необходимость достижения пожаровзрывобезопасного состояния рабочих условий при подготовке резервуара к ремонту были применены методы анализа и классификации данных о пожарах, произошедших на объектах нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отрасли не только в России, но и за рубежом.

Результаты и их обсуждение. В статье предложено обратить внимание на процесс предремонтной подготовки как на одну из основных причин аварий на объектах нефтяной отрасли. Более 34,7 % взрывов связаны именно с огневыми ремонтными работами. Необходимо совершенствование нормативной базы, касающейся подготовки резервуаров к ремонту, а также применять современные механизированные мобильные очистные комплексы и привлекать для организации работ высококвалифицированный персонал.

Заключение. Развитие различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, систем электротеплообеспечения побуждает повышенный спрос на продукты нефтепереработки для успешного осуществления своей деятельности. В связи с этой необходимостью, увеличивается как количество объектов добычи, транспортировки и переработки нефти, так и численность рабочих мест и персонала для обслуживания этих объектов. Поэтому, пожарная безопасность объектов нефтегазовой промышленности на сегодняшний день является актуальной проблемой.

Ключевые слова: резервуарный парк, пожар, нефтепродукт, предремонтная подготовка, очистка, дегазация, огневые работы.

Для цитирования: Назаров В. П., Степаненко Д-л А., Степаненко Д-с А. Обоснование целесообразности повышения уровня пожаровзрывобезопасности при подготовке резервуаров к ремонтным огневым работам // Технологии техносферной безопасности. – 2020. – Вып. 3 (89). – С. 75-85. DOI: 10.25257/TTS.2020.3.89.75-85.

В соответствии с данными статистики, Россия занимает третье место в мире по добыче нефти. Переработка, транспортировка и хранение такого большого объёма нефтепродуктов требует поддержания постоянной работоспособности резервуарных парков.

Вместе с тем, на данных объектах происходит значительное количество аварий и пожаров, что существенно подрывает производственную и экономическую стабильность.

Несмотря на то, что в нашей стране наблюдается сложный экономический период развития, темпы роста нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей сохраняют свою положительную динамику. Главной причиной в данном случае выступает постоянный спрос на использование топливных ресурсов.

Развитие транспортной системы, сельского хозяйства, различных производств, систем электротеплообеспечения требует увеличения количества объектов добычи, транспортировки и переработки нефти. На территории таких объектов, как правило, находятся резервуарные парки, состоящие из вертикальных стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов.

Резервуарные парки являются основным местом хранения сырой нефти и нефтепродуктов не только на нефтеперерабатывающих заводах, нефтебазах, но и на предприятиях автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта.

При скоплении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на небольших территориях создаётся угроза пожаров на производствах. Пожар, происходящий в резервуаре, является одной из опаснейших чрезвычайных ситуаций и приводит как к значительному материальному ущербу, так и к человеческим жертвам.

Проблема пожарной безопасности объектов нефтегазового комплекса актуальна не только на территории Российской Федерации, но и за рубежом. В одной из научных статей приведён анализ пожаров на резервуарах, произошедших за рубежом, в период с 1950 по 2000 год. Согласно ему, в данный период произошло 480 пожаров на вышеупомянутых объектах [1]. В процессе анализа наблюдается постепенное увеличение количества аварий в рассматриваемый период. Данное явление позволяет сделать вывод о том, что это может быть связано не только с развитием нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, но и с отсутствием достоверной информации о реальном количестве произошедших аварий в данный отрезок времени.

Анализ данных о пожарах на объектах транспортировки, хранения и переработки нефти и нефтепродуктов в период с 1980 по 2000 год показал, что за данный период времени произошло больше 230 пожаров. Наибольшая доля пожаров пришлась на объекты нефтепродуктообеспечения – 51 %, а на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) – 49 %.

В свою очередь причинами аварийных ситуаций на данных объектах являлись: самовозгорания пирофорных соединений – 11,6 % (из этого числа на НПЗ 62,5 %, на промыслах 37,5 %), 5,8 % из-за разрядов атмосферного электричества, 8,7 % пожаров из-за разрядов статического электричества, 2,9 % – от искр ударов, возникающих при отборе проб. Согласно имеющимся данным, наибольшая доля аварийных ситуаций была связана с предремонтной подготовкой (34,7 %) и проведением огневых работ [2].

Взрывы и пожары, произошедшие по причине проведения предремонтной подготовки и огневых работ, также можно классифицировать на несколько основных групп:

1) возникшие при очистке резервуара от остатков нефтепродуктов в период проведения технологических операций по очистке резервуаров – 29,2 %, что свидетельствует о высоком уровне пожаровзрывоопасности технологий предремонтной подготовки резервуаров;

2) произошедшие непосредственно при проведении ремонтных работ, в том числе огневых работ на резервуарах, которые были предварительно очищены – 50,0 %. Учитывая такое большое количество аварийных ситуаций, произошедших по данной причине, необходимо анализировать и перерабатывать нормативно-техническую документацию, регламентирующую порядок проведения, технологию и пожаровзрывобезопасность очистных работ. Также это указывает на отсутствие безопасной и качественной техники и технологии по предремонтной подготовке;

3) возникшие при проведении огневых ремонтных работ на резервуарах при их обслуживании, но без предварительной очистки резервуаров от остатков нефтепродуктов – 20,8 %. Такое количество скорее всего свидетельствует о низком уровне профессиональной подготовки и квалификации обслуживающего персонала, а также о необходимости разработки способов обеспечения пожаровзрывобезопасности при проведении ремонтных работ на резервуарах без их предварительной очистки (рис. 1, 2) [2].

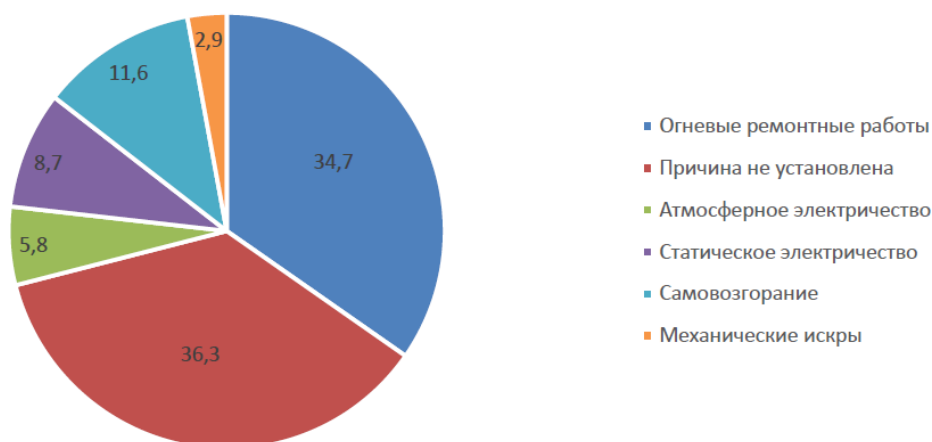


Рис. 1. Диаграммы статистических данных о пожарах в резервуарах, относящихся к предремонтной подготовке



Рис. 2. Диаграмма статистических данных о пожарах в резервуарах

Характерными примерами пожаров, произошедших из-за некачественной предремонтной подготовки являются следующие случаи:

1. Утром 4 декабря 2019 года на нефтеперекачивающей станции (НПС) "Калейкино" в резервуаре объёмом 20000 м³ произошел взрыв, а затем начался пожар. В результате погибли двое мужчин 1990 и 1987 года рождения, которые проводили работы по зачистке резервуара. Причиной пожара стало возгорание паровоздушной смеси [3].

2. В городе Кстово Нижегородской области 5 октября 2017 года в 14:10 на заводе "Лукойл" в ходе ремонтных работ на бензиновом резервуаре, проводимых подрядными организациями, произошло возгорание, а затем взрыв. Причина инцидента – нарушение правил пожаровзрывобезопасности при проведении регламентных работ на резервуаре. Из-за аварии погибло 4 человека [4].

3. 31 мая 2005 года в Нидерландах, Варффюм, при осуществлении сварочных работ внутри закрытого резервуара с остатками нефтепродуктов произошел взрыв. В результате двое рабочих погибли. Третий был госпитализирован в тяжелом состоянии в больницу [5].

По результатам проведенного статистического анализа Исследовательским центром экспертизы пожаров Чешко И.Д. и Петровой Н.В. установлено, что в период с 2010 г. по 2015 г. на территории резервуарных парков произошло 30,75 % пожаров, на резервуарах для хранения нефтепродуктов 15 %, на автомобильных цистернах для перевозки нефтепродуктов 6,25 %, на автозаправочных станциях 11 %. Также на резервуарах для хранения нефтепродуктов, расположенных на территории промышленных предприятий 2,5 %, на нефтепроводах, расположенных на территории нефтебаз 2,5 %, в железнодорожных цистернах для перевозки нефтепродуктов на нефтебазе 2,5 %, складах горючесмазочных материалов 2,5 %. Данный анализ проводился на основании полученных данных из 27 государственных судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы "Испытательная пожарная лаборатория" (СЭУ ФПС "ИПЛ"). В этих учреждениях запрашивались данные о пожарах, по которым в период с 2010-2015 г. работала лаборатория, и были подготовлены технические заключения или судебные экспертизы (рис. 3) [6].

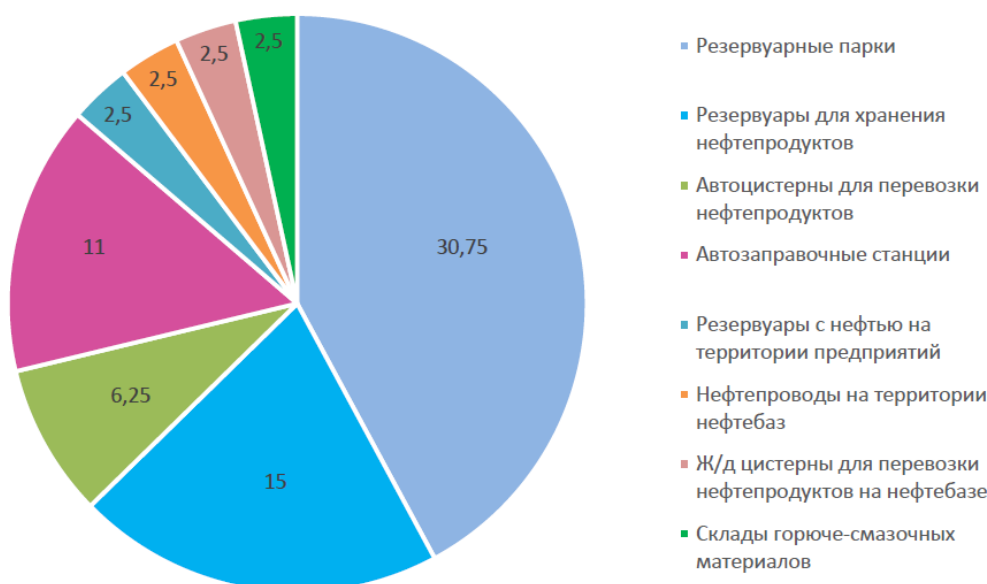


Рис. 3. Диаграмма статистических данных о пожарах в период с 2010-2015 г.

Статистика свидетельствует, что 54 % происходит в резервуарах для хранения бензина, 32 % – в резервуарах для хранения сырой нефти, 14 % – в резервуарах, которые используются для хранения других видов нефтепродуктов [6-8].

Согласно проведенному анализу статистики о пожарах на объектах хранения и переработки нефтепродуктов видно, что огневые и ремонтные работы зачастую являются причинами пожаров. В процессе их проведения могут возникать технологические источники зажигания, образующиеся при осуществлении резательных, сварочных, огневых работ.

Выбор метода подготовки резервуара к ремонтным работам зависит от типа резервуара, его вместимости, количества отложений и т.д. Эта работа опасна и трудоемка, поэтому требует качественной оценки, которая включает в себя анализ паровоздушной среды в зоне работ, вид нефтепродукта с которым необходимо работать, также необходимо учитывать климатические условия в которых находится резервуарный парк и состояние целостности резервуара. Эти и другие факторы в значительной степени оказывают влияние на выбор метода подготовки резервуара к ремонту [9].

На сегодняшний день, существует несколько основных видов подготовки резервуара к проведению ремонтных работ. В частности, к ним относятся: смыв остатков нефтепродукта, откачка нефтешлама, отделение нефтепродукта, его закачка в емкости, дегазация резервуаров с применением естественной и принудительной напорной вентиляции, зачистка внутренних поверхностей, сбор отходов. В свою очередь целью дегазации является достижение пожаровзрывобезопасного состояния паровоздушной смеси внутри технологического оборудования [10].

Опасность возникновения пожара существует при очистке резервуара. В результате того, что нарушаются условия нормального режима работы оборудования, возникает возможность для проникновения воздуха внутрь оборудования и его контакта с горючим, вследствие чего образуется взрывоопасная концентрация, которая представляет пожарную опасность. Источниками зажигания здесь могут также быть фрикционные искры, искры от электрооборудования, выхлопные газы от используемой техники.

Несмотря на пожароопасность данного процесса, он необходим для поддержания резервуаров в нормальных условиях эксплуатации и хорошем техническом состоянии. В течение длительной эксплуатации резервуара на дне возникает осадок нефтепродукта. Со временем он уплотняется, что ведет к снижению полезной емкости резервуара. Кроме этого, из-за осадка существует риск не выявить своевременно коррозию в днище, способную привести к его прорыву. Чтобы этого не случилось, необходимо систематически проводить очистку резервуаров [11].

Для этого могут использоваться различные способы. Одними из распространенных способов очистки днища и стенок резервуара от отложений нефтепродуктов являются системы гидравлического размыва и винтовые мешалки [12]. Однако опасность данного способа заключается в том, что при его применении происходит разгерметизация резервуара, а также существует вероятность утечки в случае потери герметичности сальниковых уплотнений. Следовательно, известные методы очистки от отложений недостаточно безупречны и совершенны. Поэтому, поиск качественных способов очистки резервуаров является актуальной задачей.

Кроме этого, пожар способны вызвать разряды атмосферного электричества, к которым, также, относятся пожары, возникающие от ударов молний в резервуары, и огневые технологические установки.

Большую опасность представляют собой зоны со взрывоопасной концентрацией, которая образуется в результате загазованности воздуха парами горючих жидкостей. Повышенное содержание паров возникает при заполнении резервуаров, при перекачке нефтепродуктов. Здесь источниками зажигания могут быть автомобили, искры от электрооборудования, открытый огонь, курение и др. [13].

В связи с тем, что ремонтные работы происходят в условиях повышенной пожароопасности, и часто являются причиной возникновения пожаров, их проведение должно быть предопределено разработкой методологии на основании исследований статистических данных о пожарах.

Следует отметить, что механизированные способы очистки имеют ряд преимуществ перед ручными с помощью рабочего персонала. Конечно заказчик делает выбор в пользу более низкой стоимости проведения работ, но их качество в данных случаях снижается, а возникновение аварий при проведении огневых работ напрямую зависит от качества очистки, что также подтверждают случаи, описанные выше. В таких случаях экономический ущерб от пожара может превышать 200000000 рублей, что делает целесообразным

применять именно механизированные методы и способы очистки с помощью мобильных очистных комплексов и допускать к работам только высококвалифицированный рабочий персонал [14].

Отечественная группа компаний "Чистый Мир", которая занимается разработкой и применением инновационных технологий и методологий очистки различных объектов от нефтяных загрязнений. Примером одной из таких разработок является мобильный очистной комплекс "МКО-1000", который использует новые научные разработки. Основным технологический процесс состоит в отделении углеводородных соединений от поверхности с использованием технического моющего средства "ВЕГА-ЧМ", которое обладает высокой моющей и деэмульгирующей способностью. В свою очередь применение данных способов механизированной очистки незначительно дороже – примерно на 15-20 % чем при применении ручного труда и низкоквалифицированного персонала, но зато их применение позволяет исключить возникновение пожара или взрыва на объекте [14].

Также действительно важную информацию представляют собой сведения о непосредственном источнике зажигания взрывоопасной паровоздушной смеси. В основном, это нарушение технологического режима, повреждение оборудования, повышенная загазованность территории резервуарного парка. Очевидно, что во избежание пожаров, должны тщательно прорабатываться вопросы проектирования резервуарных парков, соблюдаться меры пожарной безопасности, осуществляться поддержание исправности оборудования, проводиться профилактические работы. Однако, несмотря на принимаемые меры, число пожаров практически не изменяется. Если говорить о территории бывшего СНГ, то здесь, как правило, происходит более 10 крупных пожаров в год, из которых для каждого четвертого характерно полное выгорание нефтепродукта [2].

Пожары, происходящие в резервуарах, начинаются со взрыва, в результате чего, автоматические установки пожаротушения выходят из строя. Такой пожар трудно потушить, так как на это уходит большой расход различных огнетушащих средств и техники, а также необходимо привлечение большого количества пожарных подразделений. Подобные происшествия приводят к значительным материальным ущербам. Из-за своего затяжного характера, работа пожарных осложняется. Кроме этого, пожары в резервуарных парках обычно массовые.

Из вышесказанного следует, что возникновение пожара в резервуаре зависит от наличия источников зажигания, свойств горючей жидкости, особенностей резервуара, наличия взрывоопасных концентраций. Анализ пожаров и аварийных ситуаций за последние несколько лет показывает, что в основном пожары и взрывы возникают, согласно результатам исследований статистики, на наземных резервуарах, причем значительная часть из них происходит в результате некачественной предремонтной подготовки. В связи с этим необходимо совершенствовать нормативную базу, связанную с хранением, технологическими операциями, проводимыми на объектах хранения нефтепродуктов,

а также при подготовке резервуаров к ремонту применять современные механизированные мобильные очистные комплексы и привлекать для организации работ высококвалифицированный персонал. Также не следует исключать и применение инновационных способов подготовки резервуаров к ремонту, например, на основе патента 2518970 "Способ дегазации вертикальных цилиндрических резервуаров перед ремонтными работами" (авторы Киршев А.А., Назаров В.П., Коротовских Я.В.).

Литература

1. Persson H., Lönnemark A. Tank Fire: Review of Fire Incidents 1951-2003: Brandforsk Project 513-021 (SP report). 2004. 15 p.
2. Назаров В.П. Проблемы и методы обеспечения пожаровзрывобезопасности предприятий нефтегазового комплекса // Вестник Академии ГПС МЧС России. 2005. № 4.
3. Новости дня в России и мире – РБК. <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5de8176b9a7947b3e8e1b061>.
4. Новостной портал "Нижний Новгород онлайн". https://www.nn.ru/news/articles/4_cheloveka_pogibli_na_pozhare_na_zavode_lukoyla_v_kstove/51321851.
5. Kneqtering B, Pasmanb H. J. Safety of the process industries in the 21st century: A changing need of process safety management for a changing industry // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2009. Vol. 22. Pp. 162-168.
6. Петрова Н. В., Чешко И. Д. Анализ экспертной практики по исследованию пожаров, произошедших на объектах хранения нефти и нефтепродуктов // Матер. междунар. науч.-практ. конф. "Проблемы и перспективы судебной пожарно-технической экспертизы". СПб.: СПбУ ГПС МЧС России. 2015. С. 78-81.
7. Петрова Н. В., Чешко И. Д. Установление причинно-следственных связей нарушений требований пожарной безопасности при чрезвычайной ситуации (пожаре) на объектах хранения нефтепродуктов // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2018. № 1. С. 42-49.
8. Петрова Н. В., Чешко И. Д., Шарапов С. В., Лобова С. Ф. Судебная нормативная пожарно-техническая экспертиза пожаров объектов хранения нефтепродуктов: монография. СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2018. 466 с.
9. Гималетдинов Г. М. Очистка и диагностика резервуаров для нефти и нефтепродуктов: учеб. пособие. Уфа, 2016. 295 с.
10. Назаров В. П. Методы и способы снижения пожаровзрывоопасности процессов дегазации нефтяных резервуаров // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2019. № 1. С. 19-24. <https://doi.org/10.25257/FE.2019.1.19-24>
11. Волков О. М., Назаров В. П. Пожарная безопасность при очистке и ремонте крупных резервуаров и танкеров. М.: ВНИИОЭНГ, 1979. 40 с.
12. Александров В. Н., Галканов В. А., Мастобаев Б. Н., Кириллов Ю. К., Мальцев С. Н., Бахтизин Р. Н., Локишин А. А. Совершенствование систем накопления донных нефтяных отложений в резервуарах большой вместимости // Нефтяное хозяйство. 2001. № 2. С. 70-72.
13. Шевцов С. А., Быков И. А., Еськова Н. В., Владимиров Д. И., Балтабаев Д. Р. Оценка потенциального пожарного риска для оператора резервуарного парка от воздействия опасных факторов пожара // Современные проблемы гражданской защиты. 2018. № 2. С. 82-88.
14. Плиева А. В., Освальд Е. С., Петровский В. М., Назаров В. П. Оценка экономической эффективности при подготовке резервуаров с нефтепродуктами к ремонтным огневым работам с использованием мобильных очистных комплексов // Сб. статей науч.-практ. конф. "Экономика превентивных мероприятий по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций и аварийно-спасательных работ". М.: ООО "Объединенная редакция", 2019. С. 158-163.

Материал поступил в редакцию 9 декабря 2019 г.; принят к публикации 28 сентября 2020 г.

V. P. Nazarov, D-I A. Stepanenko, D-s A. Stepanenko

(Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia; e-mail: nazarovvp@bk.ru)

RATIONALE FOR INCREASING THE LEVEL OF FIRE SAFETY DURING PREPARATION OF TANKS FOR FIRE REPAIRS

ABSTRACT

Introduction. According to statistics, Russia is the third largest oil producer in the world. The processing, transportation and storage of such a large volume of petroleum products requires maintaining the constant operability of tank farms. However, a significant number of accidents and fires are occurring at these facilities, which significantly undermines production and economic stability.

Goals and objectives. The need to keep reservoir parks in working condition poses a problem of increasing the level of fire and explosion safety of fire repairs. This type of work is often impossible without the use of equipment that can serve as an open source of ignition, which can cause an explosion.

Methods. To justify the need to achieve a fire and explosion-proof state of working conditions when preparing the tank for repair, methods of analysis and classification of data on fires that occurred at oil production and refining facilities not only in Russia, but also abroad were applied.

Results and discussion thereof. The article calls attention to the process of pre-repair preparation as one of the main causes of accidents at oil-related facilities. More than 34,7 % of the explosions are related to fire repairs. There is a need to improve the regulatory framework relating to the preparation of tanks for repair, as well as the use of modern mechanized mobile treatment plants and the use of highly skilled personnel for the organization of work.

Conclusions. The development of various industries, agriculture, and electric heating systems encourages increased demand for oil refining products for the successful implementation of their activities. This demand increases both the number of oil production, transportation and refining facilities and the number of jobs and personnel to service those facilities. Therefore, fire safety of oil and gas industry facilities is a current problem.

Key words: reservoir park, fire, oil product, pre-repair, cleaning, gas-freeing, firing.

For citation: Nazarov V. P., Stepanenko D-I A., Stepanenko D-s A. Rationale for increasing the level of fire safety during preparation of tanks for fire repairs. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, 2020, vol. 3 (89), pp. 75-85 (in Russian). DOI: 10.25257/TTS.2020.3.89.75-85.

References

1. Persson H., Lönnemark A. Tank Fire: Review of Fire Incidents 1951-2003: Brandforsk Project 513-021 (SP report). 2004. 15 p.
2. Nazarov V. P. *Problemy i metody obespecheniya pozharovzryvobezопасnosti predpriyatiy neftegazovogo kompleksa* [Problems and methods of ensuring fire and explosion safety of oil and gas enterprises]. *Vestnik Akademii GPS MChS Rossii / Bulletin of the Academy of State Fire Service EMERCOM of Russia*, 2005, no. 4.
3. *Novosti dnya v Rossii i mire – RBK* [News of the day in Russia and worldwide – RBK]. Available at: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5de8176b9a7947b3e8e1b061>.
4. *Novostnoy portal "Nizhny Novgorod onlayn"* [News portal "Nizhny Novgorod online"]. Available at: https://www.nn.ru/news/articles/4_cheloveka_pogibli_na_pozhare_na_zavode_lukoyla_v_kstove/51321851.
5. Knegtering V., Pasma H. J. Safety of the process industries in the 21st century: A changing need of process safety management for a changing industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2009, vol. 22, pp. 162-168.
6. Petrova N. V., Cheshko I. D. *Analiz ekspertnoy praktiki po issledovaniyu pozharov, proizoshedshikh na ob"ektakh khraneniya nefti i nefteproduktov* [Analysis of expert practice in the study of fires that occurred at oil and oil products storage facilities]. *Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Problemy i perspektivy sudebnoy pozharo-tehnicheskoy ekspertizy"* [Proceed. of International Scientific and Practical Conference "Problems and prospects of forensic fire-technical expertise"], Saint-Petersburg, Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2015, pp. 78-81.
7. Petrova N. V., Cheshko I. D. *Ustanovlenie prichinno-sledstvennykh svyazey narusheniy trebovaniy pozharnoy bezопасnosti pri chrezvychaynoy situatsii (pozhare) na ob"ektakh khraneniya nefteproduktov* [Establishment of cause-and-effect relationships of violations of fire safety requirements in an emergency (fire) at oil products storage facilities]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MChS Rossii / Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service EMERCOM of Russia*, 2018, no. 1, pp. 42-49.
8. Petrova N. V., Cheshko I. D., Sharapov S. V., Lobova S. F. *Sudebnaya normativnaya pozharo-tehnicheskaya ekspertiza pozharov ob"ektov khraneniya nefteproduktov: monografiya* [Forensic normative fire-technical expertise of fires at storage facilities for petroleum products: monograph]. Saint-Petersburg, Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2018, 466 p.
9. Gimaletdinov G. M. *Ochistka i diagnostika rezervuarov dlya nefti i nefteproduktov: ucheb. posobie* [Cleaning and diagnostics of tanks for oil and petroleum products: a tutorial]. Ufa, 2016. 295 p.
10. Nazarov V. P. Methods and ways of reducing fire and explosion hazard at oil tanks degassing. *Pozhary i chrezvychaynye situatsii: predotvrashchenie, likvidatsiya / Fire and emergencies: prevention, elimination*, 2019, no. 1, pp. 19-24 (in Russian). <https://doi.org/10.25257/FE.2019.1.19-24>
11. Volkov O. M., Nazarov V. P. *Pozharnaya bezопасnost' pri ochistke i remonte krupnykh rezervuarov i tankerov* [Fire safety when cleaning and repairing large tanks and tankers]. Moscow, All-Russian Research Institute of the Organization of Management of the Economy of the Oil and Gas Industry Publ., 1979, 40 p.
12. Aleksandrov V. N., Galkanov V. A., Mastobaev B. N., Kirillov Yu. K., Mal'tsev S. N., Bakhtizin R. N., Lokshin A. A. *Sovershenstvovanie sistem nakopleniya donnykh neftyanykh otlozheniy v rezervuarakh bol'shoy vmestimosti* [Improvement of systems for accumulation of bottom oil sediments in reservoirs of large capacity]. *Neftyanoe khozyaystvo / Oil industry*, 2001, no. 2, pp. 70-72.
13. Shevtsov S. A., Bykov I. A., Eskova N. V., Vladimirov D. I., Baltabayev D. R. Assessment of potential fire risk for the operator of the reservoir park from influence of dangerous factors of the fire. *Sovremennye problemy grazhdanskoй zashchity / Modern problems of civil protection*, 2018, no. 2, pp. 82-88.
14. Plieva A. V., Osval'd E. S., Petrovskiy V. M., Nazarov V. P. *Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti pri podgotovke rezervuarov s nefteproduktami k remontnym ognevym rabotam s ispol'zovaniem mobil'nykh ochistnykh kompleksov* [Evaluation of economic efficiency in the preparation of tanks with oil products for repair hot work using mobile treatment facilities]. *Cb. statey nauch.-prakt. konf. "Ekonomika preventivnykh meropriyatiy po snizheniyu riska vozniknoveniya chrezvychaynykh situatsiy i aviaryno-spasatel'nykh rabot"* [Proceed. of Scientific and Practical Conference "Economics of Preventive Measures to Reduce the Risk of Emergency Situations and Rescue Operations"], Moscow, Ob"edinennaya redaktsiya Publ., 2019, pp. 158-163.

Received December 9, 2019; accepted September 28, 2020

Информация об авторах

НАЗАРОВ Владимир Петрович
д-р техн. наук, профессор, заслуженный
работник высшей школы РФ; профессор
кафедры пожарной безопасности техноло-
гических процессов; Академия Государ-
ственной противопожарной службы МЧС
России; Российская Федерация, 129366,
г. Москва, улица Бориса Галушкина, 4;
РИНЦ Author ID: 764644; e-mail:
nazarovvp@bk.ru

СТЕПАНЕНКО Даниил Александрович
адъюнкт факультета подготовки научно-
педагогических кадров; Академия Госу-
дарственной противопожарной службы
МЧС России; Российская Федерация,
129366, г. Москва, улица Бориса Галушки-
на, 4; РИНЦ Author ID: 1081359; e-mail:
danstepanenik@gmail.com

СТЕПАНЕНКО Денис Александрович
адъюнкт факультета подготовки научно-
педагогических кадров; Академия Госу-
дарственной противопожарной службы
МЧС России; Российская Федерация,
129366, г. Москва, улица Бориса Галушки-
на, 4; e-mail: danstepanenik@gmail.com

Information about the authors

NAZAROV Vladimir Petrovich
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Honored Worker of Higher Education of the
Russian Federation; Professor of Department
of Fire Safety of Technological Processes;
Academy of State Fire Service
of EMERCOM of Russia; Russian Federation,
129366, Moscow, Borisa Galushkina St., 4;
RSCI Author ID: 764644; e-mail: naza-
rovvp@bk.ru

STEPANENKO Daniil Aleksandrovich
Adjunct of Faculty for the Preparation
of Scientific and Pedagogical Personnel;
Academy of State Fire Service
of EMERCOM of Russia; Russian Federation,
129366, Moscow, Borisa Galushkina St., 4;
RSCI Author ID: 1081359; e-mail: danste-
panenk@gmail.com

STEPANENKO Denis Aleksandrovich
Adjunct of Faculty for the Preparation
of Scientific and Pedagogical Personnel;
Academy of State Fire Service
of EMERCOM of Russia; Russian Federation,
129366, Moscow, Borisa Galushkina St., 4;
e-mail: danstepanenik@gmail.com