

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Ле Вьет Хая «Безопасность откачки нефти из резервуара с плавающей крышей при пожаре соседнего резервуара на нефтескладах Вьетнама», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 - Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль - нефтегазовая)

Диссертация посвящена научному обоснованию безопасной откачки нефти из негорящего резервуара с плавающей крышей при пожаре соседнего резервуара и разработке рекомендаций по обеспечению безопасности ее проведения на примере нефтепарка во Вьетнаме.

Актуальность темы исследования значительна, так как из года в год в резервуарных парках с нефтью происходит существенное количество пожаров, сопровождающихся ущербом от сгоревшей нефти и поврежденных резервуаров, а также гибелью и травмированием людей.

Целью исследования является разработка научно обоснованных рекомендаций для нефтескладов Вьетнама по безопасной откачке нефти из крупногабаритных РВСПК при пожаре соседнего резервуара.

Структура диссертации соответствует ее содержанию и представляет собой описание научно-квалификационной работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 124 наименований и приложения. Работа изложена на 147 страницах машинописного текста, содержит 47 рисунков, 17 таблиц, списка сокращений и условных обозначений.

Во **Введении** в достаточной степени обоснована актуальность темы, определены объект, предмет, цель и задачи исследования, сформулированы научная новизна и положения, выносимые на защиту, указаны теоретическая и практическая значимость, приведены сведения о внедрении и апробации

By № 6/169 от 05.09.2022

результатов.

Исходя из поставленной цели соискателем сформулированы соответствующие задачи исследования:

1. Проанализировать характерные пожары в резервуарных парках хранения нефти, в том числе во Вьетнаме.

2. Исследовать параметры насосных систем в условиях экстремальной откачки нефти из негорящих РВСПК номинальной вместимостью 14000, 65000 и 120000 м³:

3. Исследовать формирование взрывоопасных концентраций паровоздушных смесей над плавающей крышей РВСПК объёмом 65000 м³ при откачке из него нефти.

4. Оценить влияние различных скоростей ветра на параметры тепловых потоков, падающих от горящего резервуара на соседний негорящий РВСПК.

5. Разработать научно-обоснованные рекомендации по безопасной откачке нефти из крупногабаритных РВСПК при пожаре соседнего резервуара во Вьетнаме.

Научная новизна диссертационной работы, сформулированная соискателем Ле Вьет Хай:

«1. Экспериментально установлено, что скорость изменения уровня взлива при откачке нефти определяется параметрами работы насосных систем. Обоснованы и представлены расчетные значения трёх коэффициентов k , характеризующих уменьшение скорости снижения уровня откачиваемой жидкости в зависимости от количества и производительности работающих насосов. Установлено, что диапазон значений коэффициентов k от 1,09 до 1,15 характерен для всех исследуемых типоразмеров РВСПК.

2. На основании обработки экспериментальных данных получены эмпирические зависимости для оценки параметров безопасной откачки нефти из РВСПК в экстремальных условиях. Доказано, что для РВСПК соседнего с горящим резервуаром время откачки определяется режимом и

производительностью насосной системы. Предложена универсальная зависимость для определения времени откачки нефти из типовых РВСПК номинальной вместимостью от 5000 м³ до 120000 м³.

3. Экспериментально определена возможность образования взрывоопасных концентраций паров нефти, достигающих значения НКПР, над ПК РВСПК-65000, на завершающем этапе откачки при достижении минимального уровня взлива и опирании ПК на опорные стойки.»

Соискателем разработаны практические рекомендации для включения Главным управлением пожарной охраны Министерства общественной безопасности Социалистической Республики Вьетнам в документы оперативного планирования тушения пожаров в резервуарных парках нефтескладов Вьетнама, которые позволяют обеспечить эффективное и безопасное удаление нефти из зоны действия опасных факторов пожара от горящего резервуара, предотвратить распространение пожара на соседние нефтяные резервуары и сократить материальные потери от пожара РВСПК.

В первой главе «Пожарная опасность резервуарных парков для хранения нефти» рассматриваются общие сведения о резервуарных парках Социалистической Республики Вьетнам (СРВ), примеры характерных пожаров в резервуарных парках, произошедших в СРВ, России и других странах, в том числе при тушении которых применялся способ откачки нефти; результаты анализа пожарной опасности резервуарных парков для хранения нефти.

Указано, что исследования по откачке нефти из РВСПК при пожаре, в СРВ и в России не проводились. Анализ работ по исследованию процесса откачки технологическими насосами из других показал, что по характеру истечения жидкостей из резервуаров (емкостей) их разделяют на две группы: исследования донного слива, и истечение жидкости из боковых патрубков.

Констатировано, что параметрами, влияющими на скорость откачки горючей жидкости из РВСПК являются: высота уровня взлива; диаметр и

количество приёмо-раздаточных патрубков; производительность и количество продуктовых насосов, задействованных при откачке; минимально возможный уровень жидкости, до которого можно произвести откачку; время откачки. Для учета влияния этих параметров на процесс откачки нефти из РВСПК, соседнего с горящим резервуаром, были организованы и проведены в СРВ натурные эксперименты.

Во второй главе «Исследование безопасной откачки нефти из негорящего резервуара вертикального стального с плавающей крышей» приведена характеристика РВСПК вместимостью 14000, 65000 и 120000 м³, задействованных при проведении крупномасштабных натурных экспериментов по откачке из них сырой нефти, разработана методика, проведены натурные эксперименты, получены и обработаны результаты.

Натурный эксперимент включал в себя две части исследований: первая часть - исследование времени откачки при нормальной работе насосов; вторая часть - исследование времени откачки при экстремальной работе насосов при аварийной откачке нефти из резервуара, соседнего с горящим.

Эксперименты показали, что при откачке нефти из РВСПК возможна регулировка скорости достижения минимального уровня взлива за счет изменения количества и производительности рабочих и зачистных насосов.

Получена формула для расчета времени откачки, применимая для ориентировочной оценки времени экстремального опорожнения от нефти РВСПК наиболее распространенных типоразмеров при пожаре соседнего резервуара.

Экспериментально получен, обоснован и введен в полученную формулу для определения времени откачки безразмерный расчётный поправочный коэффициент (k), характеризующий уменьшение уровня взлива откачиваемой нефти в зависимости от скорости ее откачки.

В эксперименте по откачке нефти из РВСПК в экстремальном режиме работы насосных систем обнаружено проявление признаков кавитации при снижении высоты взлива жидкости ниже уровня днища стоящей на опорных стойках плавающей крыши при достижении среза приемо-раздаточного патрубка.

В третьей главе «Исследование формирования концентраций паровоздушных смесей над плавающей крышей» содержатся результаты изучения процесса формирования взрывопожароопасных концентрации паровоздушной смеси (далее – ПВС) над плавающей крышей (ПК) при откачке нефти из РВСПК-65000 м³, расположенного в резервуарном парке НПЗ "Зунг Куат" в СРВ.

Изучен процесс формирования опасных концентраций паровоздушных смесей над ПК при нормальной работе. Подтверждено, что при нормальных условиях откачки взрывоопасные концентрации могут образоваться в паровом пространстве над плавающей крышей в зоне уплотняющего затвора между стенкой и пенобарьером. Рассмотрены теоретические особенности формирования паровоздушной взрывоопасной среды над ПК. Проведено экспериментальное исследование паровоздушной взрывоопасной среды над ПК РВСПК-65000 м³. Получены расчетные формулы для определения взрывоопасных концентраций в резервуарах других вместимостей.

Теоретически исследован процесс развития пожара от горящего на соседний резервуар с нефтью. Определены параметры, влияющие на переход пожара на соседний с горящим резервуар с ЛВЖ.

Расчетным путем получены: температурные показатели и геометрические размеры факела пламени пожара; температуры участка стенки и плавающей крыши резервуара, нагреваемых пожаром соседнего резервуара; плотность теплового потока факела пламени от горящего резервуара, падающего на элементы конструкции соседнего резервуара; время достижения температуры самовоспламенения нагреваемыми

элементами конструкции негорящего резервуара; величины температур и количества тепла, подводимых к поверхности ПК РВСПК от соседнего горящего резервуара.

В четвертой главе «Моделирование тепловых потоков от горящего резервуара при различных скоростях ветра» приведены результаты моделирования оценки влияния теплового потока от пожара нефти в РВСПК-65000 м³ при различных скоростях ветра на соседний РВСПК. В работе использовано применяемое на кафедре информационных технологий Института пожарной безопасности МОБ Вьетнама программное обеспечение (далее - ПО) FDS, разработанное Институтом исследований пожаров в зданиях Американского института стандартов и технологий.

Методом математического моделирования оценено влияние теплового потока от горящего на соседний РВСПК при различных скоростях ветра.

Показано, что температура на обогреваемых пожаром стенке и плавающей крыше соседнего с горящим РВСПК не превышает температуру самовоспламенения нефтяных паров.

Расчётным путём соискателем получены значения теплового потока на поверхности плавающей крыши соседнего с горящим резервуара при различных скоростях ветра.

Определены предельные расстояния нахождения людей в защитной одежде в зависимости от скорости ветра при пожаре РВСПК-65000 м³.

В пятой главе представлены «**Рекомендации по обеспечению безопасности в процессе откачки нефти из негорящего РВСПК при пожаре соседнего резервуара**», в которых на основе полученных данных разработаны рекомендации по безопасной откачке нефти до минимально возможного уровня взлива из негорящего РВСПК при пожаре соседнего резервуара, а также приведена методика проведения безопасной откачки нефти из негорящего РВСПК при пожаре в соседнем резервуаре.

В заключении сформулированы основные выводы и рекомендации,

полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

Ценность научных результатов диссертационного исследования Ле Вьет Хая - разработка научно обоснованных рекомендаций по безопасной откачке нефти из крупногабаритных РВСПК при пожаре соседнего резервуара с учетом особенностей противопожарных норм и требований обеспечения пожарной и промышленной безопасности Социалистической Республики Вьетнам.

Структура диссертации и автореферата соответствует логике достижения цели. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с действующими требованиями к диссертационным работам. Автореферат в достаточной степени отражает основное содержание и выводы диссертации. Полученные автором результаты обладают практической значимостью, что подтверждено актами внедрения.

Достоверность результатов исследования подтверждается удовлетворительной сходимостью теоретического и экспериментального исследования безопасности откачки нефти из негорящего РВСПК; применением апробированного математического аппарата; проведением экспериментов по оценке концентраций паров нефти над плавающей крышей с применением поверенных, сертифицированных приборов газового анализа; воспроизводимостью результатов экспериментов; удовлетворительным согласованием полученных результатов с данными других исследователей.

В качестве замечаний по диссертационной работе Ле Вьет Хая необходимо отметить следующее:

1. В диссертации не конкретизированы отличительные особенности требований обеспечения пожарной и промышленной безопасности Социалистической Республики Вьетнам (СРВ) в части неполноты или недостаточности российских и зарубежных действующих требований, и известных результатов научных исследований для необходимости разработки научно обоснованных рекомендаций по безопасной откачке нефти из

крупногабаритных вьетнамских РВСПК для предупреждения эскалации аварии с пожаром на нефте skladaх СВР.

2. В работе не пояснены существенные различия в сформулированных соискателем однотипных составляющих научной новизны работы в п.1 – «Экспериментально установлено, что скорость изменения уровня взлива при откачке нефти определяется параметрами работы насосных систем» и в п.2 – «Доказано, что для РВСПК соседнего с горящим резервуаром время откачки определяется режимом и производительностью насосной системы», а также отличия этих гидродинамических составляющих авторской научной новизны от общих законов гидравлики.

3. Соискатель обосновывает экономическую целесообразность откачки нефти из негорящего РВСПК возможными «значительными материальными потерями, так как РВСПК большой вместимости имеют значительную ценность, но еще большую ценность представляет хранимая в них нефть», при этом отсутствует обоснованное сравнение стоимостей резервуара и откаченной нефти. Вместе с тем не указаны критерии большей пожарной опасности охлаждения негорящего резервуара по сравнению с экстренной откачкой нефти из него.

4. Недостаточно обоснована безопасность труда волонтеров в качестве штативов с газоанализаторами в проведенном экспериментальном исследовании концентраций в паровоздушной среде над плавающей крышкой резервуара в СВР.

5. Не оценено влияние перемешивающих устройств на образование взрывоопасных концентраций в паровом пространстве под плавающей крышкой, а также на кавитацию в завершающей стадии откачки нефти основным и зачистным насосом.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Ле Вьет Хая, ее научную ценность и практическую значимость.

Диссертационная работа Ле Вьет Хая, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 - Пожарная и промышленная безопасность соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор, Ле Вьет Хай, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 - Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль нефтегазовая).

Официальный оппонент:

Заведующий отделом системного анализа безопасности
ЗАО «Научно-технический центр исследований
проблем промышленной безопасности»,
доктор технических наук
«29» июня 2022 г.

[Handwritten signature] А.И. Гражданкин

подпись руки Гражданкина Александра Ивановича удостоверяю
Начальник отдела кадров ЗАО НТЦ ПБ *[Handwritten signature]* О.А. Алешина



Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности» (ЗАО НТЦ ПБ)
Адрес: 129337, г. Москва, Переведеновский переулок, дом 13, строение 14
Телефон: +7(495)620-47-47, факс +7(495)620-47-46
Адрес электронной почты: ntc@safety.ru