



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
доктор технических наук, профессор

В.К. Драгунов

« 06 » 12 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» на диссертационную работу Буй Куанг Тиена «Предотвращение каскадного развития пожара на тепловых электростанциях Вьетнама на основе применения резервуаров с защитной стенкой и волноотражающим козырьком», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Актуальность работы

Пожарная безопасность объектов хранения нефтепродуктов, в том числе на тепловых электростанциях (ТЭС) Вьетнама, при каскадном развитии аварий (пожаров), обусловленных разливами горючих жидкостей при полных (квазимгновенных) разрушениях вертикальных стальных резервуаров (РВС), непосредственно зависит от ограждений, предназначенных для локализации площади пролива жидкости и минимизации негативных последствий. Для рассматриваемых в диссертации РВС типа «стакан в стакане» (РВСЗС) основную роль такого ограждения выполняет защитная стенка, устанавливаемая от стенки основного (внутреннего) резервуара, как правило, на расстоянии не более 2,5 м.

Однако, как справедливо отмечено в работе соискателем, в настоящее время требования свода правил СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности», а также национального стандарта Вьетнама

Вх № 6/22 от 15.12.2023

TCVN 5684:2003 «Пожарная безопасность нефтяных сооружений. Общие требования», не распространяются на объекты с РВСЗС. При этом требования, предъявляемые к РВСЗС, изложенные в нормативных документах по промышленной безопасности, имеют существенные разногласия. Кроме этого, представленный в диссертации анализ ранее выполненных по данной тематике работ, убедительно свидетельствует о необходимости их продолжения с целью научного обоснования геометрических параметров защитной стенки РВСЗС, которую для снижения высоты предлагается оборудовать волноотражающим козырьком горизонтального (ГВК) или наклонного (НВК) вида.

Таким образом, задачи, поставленные в диссертационной работе, имеют научную и практическую значимость, направленную на обеспечение пожарной безопасности объектов энергетической отрасли с резервуарами типа РВСЗС, в частности, за счет экспериментальной оценки геометрических параметров их защитной стенки, оборудованной волноотражающим козырьком.

Разработанные автором рекомендации по определению геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком РВСЗС могут являться основой для разработки соответствующих нормативных документов по пожарной безопасности, что, безусловно, указывает на актуальность темы выполненного научного исследования.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы из 160 наименований и приложения. Работа изложена на 160 страницах, содержит 69 рисунков и 28 таблиц. Содержание работы имеет классическую структуру, включающую все основные разделы теоретического и, в большей степени, экспериментального исследования.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, указана степень ее разработанности, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, показана научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость, представлены методология и методы исследования, а также степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе дается характеристика современного состояния ТЭС во Вьетнаме и показаны особенности их размещения на местности, приводятся анализ статистических данных о разрушениях РВС на производственных объектах в России и краткие описания характерных примеров аварий РВС на аналогичных объектах за рубежом, представлены результаты прогнозирования каскадного развития аварии на территории ТЭС во Вьетнаме при разрушении типового РВС-20000 м³ с мазутом, а также классификация и анализ способов минимизации негативных последствий разрушений РВС с горючей жидкостью.

В целом, по результатам анализируемых материалов соискателем обоснованно сделаны выводы о необходимости совершенствования технологий локализации площади пролива (пожара) горючей жидкости при возможном разрушении РВС, в том числе, на основе применения РВСЗС, а также об актуальности проведения исследований, направленных на нормирование требований к геометрическим параметрам защитной стенки, которую предлагается для снижения высоты оборудовать волноотражающим козырьком горизонтального (под углом 90° к защитной стенке) или наклонного (под углом 135° к защитной стенке) вида.

Во второй главе приведены анализ результатов ранее выполненных исследований по оценке геометрических параметров ограждений различной конфигурации, описание модернизированного лабораторного стенда и методика проведения экспериментов по определению необходимой высоты защитной стенки с волноотражающим козырьком РВСЗС, массив полученных данных, анализ влияния наклона волноотражающего козырька на высоту защитной стенки, а также полученные автором эмпирические зависимости для определения геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком.

Следует указать, что выбранный соискателем лабораторно-экспериментальный метод исследования геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком от воздействия набегающего потока жидкости в случае разрушения внутреннего резервуара вполне оправдан, прежде всего, исходя из невозможности проведения исследований на натуральных объектах, что обусловлено значительными экономическими затратами.

При этом в работе представлены описание ранее разработанного лабораторного стенда с учетом соблюдения критериев подобия и условий моделирования гидравлических явлений, а также результаты удовлетворительной сходимости лабораторных опытов с ранее полученными данными как при численном моделировании изучаемого процесса, так и при проведении натурального эксперимента по разрушению РВС-700 м³ с водой, с соответствующими корректными ссылками на литературные источники.

Поскольку модернизация лабораторного стенда, выполненная соискателем, заключалась, в основном, в сооружении защитных стен и волноотражающего козырька соответствующего вида в разных масштабах моделирования, то есть не затрагивала основной резервуар и механизм раскрытия его стенок с образованием волны прорыва, то сделанный автором в работе вывод о том, что изучаемый процесс также находится в автомодельной области, вполне корректен. Следовательно, модернизированный стенд может использоваться для нахождения оптимальных геометрических параметров защитных стен с волноотражающим козырьком для резервуаров номинальным объемом от 700 до 30000 м³.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что обустройство на защитной стенке ГВК (НВК) является эффективным способом, направленным на снижение высоты защитной стенки ($h_{зс}$) до или ниже максимального уровня жидкости в основном РВС (h_0) в зависимости от межстенного расстояния и длины вылета козырька:

– независимо от вида козырька его обустройство на защитной стенке позволяет снизить ее высоту ($0,85h_0 \leq h_{зс} \leq 1,05h_0$) относительно ранее установленной требуемой высоты защитной стенки без козырька ($h_{тр} = 1,1h_{ст}$) на всем исследуемом диапазоне межстенных расстояний (от 1,5 до 3 м);

– независимо от вида козырька и длины его вылета (от 0,5 до 1,5 м) высота защитной стенки будет превышать нормативно установленное значение ($h_n = 0,8h_{ст}$), а также высоту защитной стенки без козырька, рассчитанную на гидростатическое удержание пролитого продукта, на всем исследуемом диапазоне межстенных расстояний;

– наиболее эффективным является обустройство на защитной стенке НВК, позволяющего в диапазоне межстенного расстояния от 1,8 до 3 м с учетом длины его вылета существенно снизить высоту защитной стенки ($0,85h_0 \leq h_{zc} \leq h_0$), а в диапазоне от 1,5 до 3 м – до 5 % по сравнению с обустройством ГВК.

Полученные результаты, безусловно, являются необходимыми для оценки пожарной безопасности РВСЗС, так как нормативно рекомендуется высоту защитной стенки принимать не менее 80 % от высоты стенки основного РВС при ширине межстенного пространства не менее 1,8 м.

Наконец, важным является на основе применения многофакторного регрессионного анализа нахождение эмпирических формул для определения необходимой высоты защитной стенки РВСЗС в зависимости от геометрических параметров основного РВС номинальным объемом от 700 до 30000 м³, межстенного расстояния от 1,5 до 3 м и длины вылета волноотражающего козырька соответствующего вида от 0,5 до 1,5 м.

Таким образом, результаты работы обладают весомой научной новизной и практической значимостью, а также обосновывают необходимость корректировки требований действующих нормативных документов как во Вьетнаме, так и в России, с целью предотвращения каскадного развития аварий (пожаров) в резервуарных парках объектов энергетики с эксплуатацией РВСЗС.

В третьей главе представлены рекомендации по определению геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком РВСЗС, содержащие общие положения, а также метод определения геометрических параметров защитной стенки с ГВК или НВК, включая расчетные схемы, эмпирические формулы, а также графические зависимости для предварительной оценки необходимой высоты защитной стенки с целью локализации волны прорыва при квазимгновенном разрушении основного типового резервуара номинальным объемом от 700 до 30000 м³.

Необходимо отметить, что на основе разработанных рекомендаций автором подготовлен проект приложения А «Метод определения геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком резервуара типа «стакан в стакане»

в национальный стандарт Вьетнама TCVN 5684:2003, что, несомненно, еще раз указывает на высокую практическую значимость результатов работы.

Заключение диссертации содержит констатацию основных научных и практических результатов работы.

В приложении представлены акты внедрения результатов работы.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработана методика проведения лабораторных экспериментов по определению необходимой высоты защитной стенки РВСЗС с обустроенным на ней волноотражающим козырьком горизонтального (под углом 90° к защитной стенке) или наклонного (под углом 135° к защитной стенке) вида.

2. Установлено, что обустройство на защитной стенке горизонтального или наклонного волноотражающего козырька является эффективным способом, направленным на снижение высоты защитной стенки до или ниже максимального уровня горючей жидкости в основном резервуаре в зависимости от межстенного расстояния и длины вылета волноотражающего козырька.

3. Показано, что наиболее эффективно на снижение высоты защитной стенки оказывает влияние обустройство на ней наклонного волноотражающего козырька – до 5 % по сравнению с горизонтальным волноотражающим козырьком в исследуемом диапазоне межстенного расстояния (от 1,5 до 3 м).

4. Получены эмпирические формулы для определения необходимой высоты защитной стенки РВСЗС в зависимости от геометрических параметров основного РВС номинальным объемом от 700 до 30000 м³, межстенного расстояния и длины вылета волноотражающего козырька соответствующего вида (от 0,5 до 1,5 м).

Значимость результатов для развития отрасли науки и техники

Значимость результатов работы для отрасли науки и техники обусловлена возможностью их использования при разработке конструкций резервуаров с защитной стенкой типа «стакан в стакане», а также нормативных положений для создания правил обеспечения пожарной безопасности при строительстве и эксплуатации объектов хранения нефтепродуктов с резервуарами таких типов.

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты исследований рекомендуется использовать: в практической деятельности проектных организаций при разработке технической документации на строительство РВСЗС; при разработке нормативных документов по пожарной безопасности объектов хранения нефтепродуктов в РВСЗС; в научно-исследовательских работах и в учебном процессе образовательных учреждений.

Степень обоснованности и достоверности выводов и рекомендаций подтверждается: корректным выбором критериев подобия и соблюдением условий моделирования гидравлических явлений при модернизации лабораторного стенда и проведении экспериментов; использованием апробированных методик измерения и обработки экспериментальных данных; внутренней непротиворечивостью и воспроизводимостью результатов исследования.

Апробация результатов работы

Результаты работы прошли апробацию на международных научно-практических конференциях, что свидетельствует об их обсуждении научным сообществом. Всего по тематике исследования опубликовано 8 научных статей, в том числе 4 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК России.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе справедливо отмечены недостатки действующих нормативных документов по пожарной безопасности как в России, так и во Вьетнаме, в части отсутствия требований к РВСЗС, в том числе, по устойчивости защитной стенки к воздействию волны прорыва при разрушении основного РВС, а также ее огнестойкости. При решении этих вопросов, требование по обустройству дополнительного ограждения для РВСЗС будет излишним. В связи с чем, в работе следовало бы больше уделить внимания этим вопросам.

2. Как уже отмечалось в отзыве, нормативно рекомендуется принимать межстенное расстояние не менее 1,8 м. В тоже время, в диссертационной работе за минимальное значение этого расстояния принята величина в 1,5 м, при этом недостаточно уделено внимания обоснованию принятому решению. Аналогично и для максимального значения этого параметра, принятого в работе равным 3 м.

3. Полученные в работе результаты исследований применимы для резервуаров хранения нефтепродуктов номинальным объемом до 30000 м³. Однако на производственных объектах все чаще проектируются резервуары большего номинального объема. Следовало бы рассмотреть вопрос о возможности применения используемого лабораторного стенда для изучения параметров потока жидкости и его воздействия на ограждения, в том числе защитные стены с волноотражающим козырьком, при разрушении резервуаров большего объема.

4. Необходимо отметить, что РВС могут иметь не только рассмотренную стационарную крышу, но и быть оборудованы понтоном или иметь плавающую крышу. Указанные конструктивные особенности могут влиять на долю переливающейся через защитную стенку жидкости, что, в свою очередь, будет влиять на ее высоту. Данному вопросу в работе также необходимо было уделить внимание.

Заключение

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Буй Куанг Тиена на тему «Предотвращение каскадного развития пожара на тепловых электростанциях Вьетнама на основе применения резервуаров с защитной стенкой и волноотражающим козырьком» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки), а именно: п. 2 «Разработка методологических основ и нормативных положений, направленных на обеспечение пожарной безопасности объектов защиты с целью возможности предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара»; п. 4 «Исследование процессов протекания аварий, пожаров и взрывов, условий их каскадного и катастрофического развития, разработка методов оценки различных опасных воздействий на людей, объекты защиты и прилегающие территории, а также способов их снижения».

Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Буй Куанг Тиен, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Отзыв заслушан, обсужден и утвержден на заседании кафедры инженерной экологии и охраны труда (ИЭиОТ) института электротехники и электрификации (ИЭТЭ) ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», одно из основных направлений научно-исследовательской деятельности которой соответствует тематике диссертации (протокол № 10/23 от 4 декабря 2023 г.).

Заведующая кафедрой ИЭиОТ
д.т.н., доцент Ольга Евгеньевна Кондратьева


06.12.2023

Подпись Кондратьевой Ольги Евгеньевны заверяю



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»). 111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная улица, дом 14, стр. 1. E-mail: universe@mpei.ac.ru. Веб-сайт: <https://mpei.ru/Pages/default.aspx>. Тел.: (495)362-75-60; (495)362-75-06.