

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, доцента Самигуллина Г.Х. о работе Буй Куанг Тиена «Предотвращение каскадного развития пожара на тепловых электростанциях Вьетнама на основе применения резервуаров с защитной стенкой и волноотражающим козырьком», представленной в качестве диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Общая направленность работы

Кандидатская диссертация Буй Куанг Тиена посвящена разработке требований пожарной безопасности к вертикальным стальным резервуарам (РВС) с защитной стенкой типа «стакан в стакане» (РВСЗС), строительство которых предполагается на территориях тепловых электростанций (ТЭС) в Социалистической Республике Вьетнам (СРВ), как правило, в черте населенных пунктов или в непосредственной близости к водным объектам. Центральной составляющей работы является исследование влияния так называемой волны прорыва, образующейся в результате разрушения внутреннего резервуара, на защитную стенку, которую предлагается оборудовать волноотражающим козырьком горизонтального (ГВК) или наклонного (НВК) вида. Цель исследования состоит в определении оптимальных геометрических параметров такого типа ограждения при обеспечении полной локализации возможного пролива для предотвращения каскадного развития пожара на объекте защиты.

Анализ статистики разрушений РВС с нефтью или нефтепродуктами на отечественных и зарубежных объектах, представленный в работе, убедительно свидетельствует о том, что к одной из основных причин возникновения каскадного развития аварии (пожара) следует отнести невозможность удержания волны прорыва нормативными ограждениями, расчет которых, как правило, производится на гидростатическое удержание пролитой жидкости. В этой связи в работе делается вывод об актуальности разработки технических решений, направленных на гарантированное ограничение распространения потока жидкости при возможном полном разрушении РВС.

В качестве такой конструкции автор исследует РВСЗС, находящие все большее применение на практике, при этом для снижения высоты защитной стенки таких типов резервуаров в верхней ее части предлагается обустроить горизонтальный (под углом 90° к защитной стенке) или наклонный (под углом 135° к защитной стенке) волноотражающий козырек.

Вх N 6/28 от 21.12.2023

Данное обстоятельство обосновано представленным в работе анализом результатов ранее выполненных научных работ по рассматриваемой тематике на кафедре пожарной безопасности технологических процессов (ПБТП) Академии ГПС МЧС России, в соответствии с которым, для полного удержания волны прорыва защитной стенкой ее высота должна не менее чем на 10 % превышать первоначальный уровень жидкости в основном РВС. При снижении высоты защитной стенки часть продукта будет через нее переливаться, что требует дополнительно сооружать земляные обвалования или ограждающие стены, что, очевидно, является экономически нецелесообразным.

Кроме этого, в работе справедливо отмечается, что несмотря на проектирование и строительство РВСЗС, в частности, на российских производственных объектах, требования нормативных документов в области обеспечения пожарной безопасности на такие конструкции резервуаров не распространяются. Аналогичный вывод сделан и в отношении нормативов по пожарной безопасности объектов хранения нефти и нефтепродуктов в СРВ.

Основной метод исследований диссертации – это эксперименты, поэтому и работу в целом можно отнести к числу экспериментальных. Кроме того, говоря о данной работе, необходимо отметить, что она является развитием положений других работ, выполненных на кафедре ПБТП, в частности, С.А. Швыркова, В.В. Воробьева, С.В. Батманова, А.С. Швыркова, посвященных рассмотрению этой объемной проблемы.

Что сделано в работе

Во-первых, представлен обстоятельный анализ современного состояния электроэнергетики в СРВ, по результатам которого выявлены особенности размещения ТЭС на местности, дана характеристика резервуарных парков ТЭС, рассмотрены обращающиеся в технологическом процессе ТЭС виды нефтепродуктов и установлены виды ограждений для групп резервуаров.

Во-вторых, проведен анализ пожарной опасности разрушений РВС с горючими жидкостями, включая прогнозирование каскадного развития аварии на территории ТЭС в СРВ, и рассмотрены наиболее широко применяемые способы, направленные на предотвращение возникновения волны прорыва или ее локализацию в пределах ограждения, в результате этого обоснован наиболее приемлемый способ минимизации негативных последствий возможных аварий резервуаров на ТЭС в СРВ на основе применения РВСЗС.

В-третьих, проанализированы результаты ранее выполненных по рассматриваемой тематике научных работ, которые показали необходимость их продолжения, в частности, для установления требований пожарной безопасности к минимальной высоте защитной стенки РВСЗС, оборудованной волноотражающим козырьком.

В-четвертых, выполнена модернизация лабораторного стенда, разработана методика и проведены эксперименты по определению требуемой высоты защитной стенки с обустроенным на ней волноотражающим козырьком горизонтального или наклонного вида.

В-пятых, на основе обработки экспериментальных данных получены формулы для определения высоты защитной стенки в зависимости от геометрических параметров основного РВС, межстенного расстояния и длины вылета волноотражающего козырька соответствующего вида.

Наконец, разработаны рекомендации по определению геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком для полной локализации потока жидкости в случае разрушения основного РВС, на основе которых подготовлен проект приложения А «Метод определения геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком резервуара типа «стакан в стакане»» в национальный стандарт Социалистической Республики Вьетнам – TCVN 5684:2003 «Пожарная безопасность нефтяных сооружений. Общие требования».

Насколько актуальны эти исследования

Безусловно, актуальны. Прежде всего, эта актуальность обусловлена необходимостью сооружать или поддерживать функционирование резервуарных парков с горючими жидкостями на территориях ТЭС в условиях сближения с районами городской застройки или водными объектами. При этом, как отмечено в работе, действующие на территории России, а также аналогичные нормативные документы в СРВ, в области обеспечения пожарной безопасности складов нефти и нефтепродуктов не распространяются на такие конструкции резервуаров, как РВСЗС. Отчасти такое положение в нормативных документах обусловлено отсутствием должного количества научно-исследовательских работ в области пожарной безопасности РВСЗС. В целом эти обстоятельства сдерживают проектирование и строительство таких перспективных конструкций резервуаров, а также влияют на безопасную эксплуатацию уже действующих, в частности на ТЭС в СРВ, резервуарных парков.

Основные научные положения работы, которые выдвигает, развивает и защищает соискатель

1. Доказывается, что для определения геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком РВСЗС возможно использование лабораторного метода исследований. На защиту выносятся описание модернизированного лабораторного стенда и основные положения методики проведения экспериментов по определению требуемой высоты защитной стенки с обустроенным на ней волноотражающим козырьком горизонтального или наклонного вида.

2. Экспериментально обосновывается, 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. На защиту выносятся массив экспериментальных данных по исследованию геометрических параметров защитной стенки с ГВК или НВК.

3. Экспериментально определяется, что наиболее эффективно на снижение высоты защитной стенки оказывает влияние обустройство на ней НВК – до 5 % по сравнению с ГВК в исследуемом диапазоне межстенного расстояния (от 1,5 до 3 м). На защиту выносятся результаты сравнения экспериментальных исследований геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком соответствующего вида.

4. Обосновывается вид зависимости для обработки экспериментальных данных с целью определения геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком. На защиту выносятся 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).

Новизна и достоверность выдвинутых положений

Первое положение о возможности физического моделирования гидродинамических процессов разрушения резервуаров, у оппонента не вызывает возражений. Тем более, что в основе разработки используемого соискателем лабораторного стенда лежит корректный анализ критериев подобия, а при выполнении экспериментов соблюдались условия моделирования изучаемого гидравлического явления, информация о которых подробно представлена в рукописи диссертации. Необходимо также указать, что результаты ранее выполненных на этом же лабораторном стенде исследований имели удовлетворительную сходимость как с результатами численного моделирования изучаемого процесса, так и с результатами натурального эксперимента по разрушению РВС-700 м³ с водой, а оппонируемая работа является продолжением этих исследований.

Конечно, такой подход к исследованию является известным, вследствие чего назвать его новым нельзя, однако он является и абсолютно необходимым практически в любом экспериментальном исследовании, в том числе и в данном. Поэтому автор лишь использует этот подход в своем частном случае. Новизну же представляет идея автора по обустройству на защитной стенке для снижения ее высоты волноотражающего козырька (ГВК или НВК).

Собственно, поэтому модернизация лабораторного стенда касалась, в основном, изготовления защитных стен цилиндрической формы, которые и были оборудованы такими козырьками, причем для широкого модельного ряда резервуаров номинальным объемом от 700 до 30000 м³.

Следует также отметить разработанную автором методику проведения опытов, используя которую, можно получить необходимые данные для оценки требуемой высоты такой конструкции ограждения с учетом принятых масштабов моделирования в практически значимом диапазоне изменения исходных параметров.

В целом, необходимо отметить, что защитные, в том числе, волноотбойные козырьки, применяются на различных объектах давно, в том числе, рекомендуются ГОСТ 53324-2009 «Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности», и обзор этой информации достаточно обширно представлен в диссертации. Однако, для таких конструкций как РВСЗС с целью снижения высоты защитной стенки, устанавливаемой на близком расстоянии от основного РВС, такой способ предлагается впервые, что, собственно, и отражает научную новизну.

В качестве замечания можно отметить, что в работе недостаточно уделено внимания вопросу обоснования диапазона межстенного расстояния, который принят от 1,5 до 3 м, в то время, как ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия» рекомендует это расстояние принимать не менее 1,8 м.

Второе и третье положения диссертации аргументируются многочисленными (более 1000) и обстоятельными опытами, выполненными автором на лабораторном стенде самостоятельно. При этом достоверность полученных результатов обусловлена добротными экспериментами.

Научную новизну, с точки зрения оппонента, представляет, прежде всего, установление эффективности способа снижения высоты защитной стенки РВСЗС за счет обустройства на ней волноотражающего козырька. Так, в частности, выявлено, что высота защитной стенки может быть снижена до или даже ниже максимального уровня горючей жидкости в основном (внутреннем) резервуаре в зависимости от межстенного расстояния и длины вылета волноотражающего козырька соответствующего вида, что хорошо прослеживается на представленных в работе рисунках.

Кроме этого, новым научным показателем является доказательство наибольшей эффективности по снижению высоты защитной стенки при обустройстве на ней наклонного волноотражающего козырька – до 5 % по сравнению с горизонтальным волноотражающим козырьком в исследуемом диапазоне межстенного расстояния.

В качестве замечаний по этим частям работы можно высказать сожаление, что в них не исследовались другие углы наклона волноотражающего козырька, которые, возможно, также оказались бы эффективными по снижению высоты защитной стенки, а также не определялось силовое воздействие набегающего потока на защитную стенку и козырек.

Четвертое положение, базирующееся на обработке полученного и представленного в работе массива экспериментальных данных с использованием широко апробированного метода многофакторного регрессионного анализа, также у оппонента возражений не вызывает. Тем более, что в диссертации представлены, в том числе, удовлетворительные значения величин достоверности аппроксимации, а также значения критериев Фишера в моделях, намного превышающие критические значения.

Научную же новизну представляют впервые полученные эмпирические формулы для определения необходимой высоты защитной стенки РВСЗС для полного удержания потока жидкости в зависимости от геометрических параметров основного резервуара номинальным объемом от 700 до 30000 м³, межстенного расстояния и длины вылета волноотражающего козырька соответствующего вида (от 0,5 до 1,5 м).

В заключении отметим также, что для практического использования автором разработаны соответствующие рекомендации, содержащие общие положения, метод определения геометрических параметров защитной стенки с ГВК или НВК РВСЗС, включая расчетные схемы, эмпирические формулы, а также графические зависимости для предварительной оценки необходимой высоты защитной стенки с целью локализации волны прорыва при квазимгновном разрушении основного типового резервуара номинальным объемом от 700 до 30000 м³.

Поскольку рекомендации имеют законченный вид, то они могут являться основой для создания нормативного документа или внесения дополнений в существующие нормы по пожарной безопасности объектов с использованием РВСЗС в части предотвращения каскадного развития аварии, пожара или чрезвычайной ситуации вследствие возможного разрушения основного резервуара с нефтепродуктом.

Общая оценка работы

Диссертация Буй Куанг Тиена представляет завершенную научно-квалификационную работу, в которой решена задача по оценке геометрических параметров защитной стенки с волноотражающим козырьком резервуара типа «стакан в стакане» для предотвращения каскадного развития пожара на тепловых электростанциях, что вносит весомый вклад в обеспечение пожарной безопасности объектов энергетики Вьетнама и России.

Работа написана ясным и четким языком, хорошо оформлена и иллюстрирована. Перечень публикаций свидетельствует о достаточно полной информированности научно-технической общественности о содержании работы. Автореферат диссертации дает исчерпывающее представление о выполненной работе и полученных в ней результатах.

Считаю, что диссертационная работа отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), а ее автор Буй Куанг Тиен, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Профессор кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева», доктор технических наук (05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовая отрасль), доцент

Гафур Халафович Самигуллин

«14» 12 2023 г.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева»; адрес: Московский проспект, 149, г. Санкт-Петербург, РФ, 196105, тел. +7(921)302-69-43, E-mail: samigullin.g@igps.ru