

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук Демехина Ф.В.
о работе А.С. Швыркова «Нормирование требований пожарной безопасности к геометрическим параметрам ограждений резервуаров типа «стакан в стакане», представленной в качестве диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовая отрасль)

Актуальность темы диссертационной работы обуславливается следующими обстоятельствами. Для ограничения площади пролива жидкости в резервуарных парках объектов нефтегазовой отрасли нормативными документами предусматривается обустройство земляных обвалований или ограждающих стен из негорючих материалов. Расчет таких преград производится, как правило, на гидростатическое удержание пролитой при аварии резервуара жидкости. Однако, известно достаточно большое количество случаев полных разрушений вертикальных стальных резервуаров (РВС), произошедших как в России, так и за рубежом, часть из которых представлена и проанализирована соискателем в диссертации, когда образуется, так называемая волна прорыва. Воздействуя на такие преграды, волна их либо перехлестывает, что указывает на недостаточную высоту ограждений, либо частично или полностью разрушает, что говорит о неспособности таких преград воспринимать гидродинамические нагрузки. В этом случае, в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 53324-2009 «Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности» рекомендуется для ограничения площади пролива жидкости предусматривать ограждающие стены с волноотражающим козырьком или устраивать дополнительные преграды в виде рвов, канав, ограждающих стен.

Важно отметить, что обустройство таких преград на практике встречает определенные трудности, связанные, в основном, с необходимостью выделения для этих целей значительной территории объекта. Особенно остро эта проблема проявляется при необходимости проектирования резервуарных парков в черте

Вх № 6/9 от 19.02.2020г.

плотной городской застройки или вблизи водных объектов. В этом случае, как раз и предлагается строительство альтернативных типовым РВС резервуаров с защитной стенкой типа «стакан в стакане» (РВСЗС). Однако, как справедливо отмечено в диссертации, действующие нормы промышленной безопасности имеют ряд разногласий, а нормы в области обеспечения пожарной безопасности не распространяются на такие типы резервуаров.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что тематика исследования Швыркова Александра Сергеевича, посвященная оценке геометрических параметров ограждений РВСЗС, является своевременной и актуальной.

Целью диссертационной работы являлась разработка рекомендаций по определению геометрических параметров ограждений РВСЗС, необходимых для полной локализации возможного разлива нефти или нефтепродукта при разрушении основного (внутреннего) резервуара.

Для достижения цели работы соискателем решены следующие **задачи**:

- проведен анализ нормативных требований к геометрическим параметрам РВСЗС для обеспечения пожарной и промышленной безопасности при полном разрушении внутреннего (основного) резервуара;

- разработан лабораторный стенд и методики проведения экспериментов по определению геометрических параметров защитной стенки и дополнительного ограждения;

- экспериментально найдена минимальная высота защитной стенки в зависимости от ее расстояния до основного резервуара, обеспечивающая полную локализацию потока жидкости при разрушении основного резервуара; получена эмпирическая зависимость для определения доли жидкости, перелившейся через защитную стенку, от ее высоты; экспериментально определены геометрические параметры дополнительного ограждения;

- разработаны рекомендации по определению геометрических параметров ограждений РВСЗС, необходимых для предотвращения каскадного развития аварии в резервуарном парке.

Научная новизна положений и выводов, выносимых на защиту, заключается: в выявлении отсутствия научно обоснованных геометрических параметров РВСЗС; в разработке лабораторного стенда и методик проведения экспериментов по определению геометрических параметров защитной стенки и дополнительного ограждения; в установлении минимальной высоты защитной стенки РВСЗС, необходимой для полной локализации потока жидкости при разрушении внутреннего резервуара; в определении доли жидкости, перелившейся через защитную стенку при ее возможном снижении до минимальной высоты; в нахождении геометрических параметров дополнительной ограждающей вертикальной стены, необходимой для полной локализации частично перелившегося продукта.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в возможности использования:

а) полученных данных для оценки минимальной высоты защитной стенки РВСЗС, необходимой для полной локализации потока жидкости при возможном разрушении основного резервуара;

б) полученной эмпирической зависимости для определения доли жидкости, перелившейся через защитную стенку при разрушении основного резервуара, с целью нахождения оптимальной высоты защитной стенки РВСЗС и дополнительной ограждающей стены;

в) результатов работы при разработке планов локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, планов пожаротушения в резервуарных парках с РВСЗС;

г) разработанных рекомендаций по определению геометрических параметров защитной стенки и дополнительного ограждения РВСЗС для создания нормативного документа по пожарной безопасности объектов защиты с эксплуатацией РВСЗС в части предотвращения каскадного развития аварии при разрушении основного резервуара с нефтью или нефтепродуктом.

Обоснованность и достоверность выводов и результатов работы подтверждается: корректным выбором критериев подобия и соблюдением условий гидравлического лабораторного моделирования при разработке экспериментального стенда; удовлетворительной сходимостью характеристик потоков, полученных при разрушении модельного и натурального резервуаров; использованием апробированных методик измерения и обработки экспериментальных данных; внутренней непротиворечивостью результатов и их согласованностью с данными других исследователей.

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных работах, в том числе издано 3 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК России для публикаций основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Содержание и количество публикаций свидетельствуют о вполне достаточной полноте освещения результатов диссертационной работы.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Содержание работы изложено на 141 странице текста, включает в себя 22 таблицы, 56 рисунков, список литературы из 117 наименований.

Во введении автором обоснован выбор направления исследования, проанализированы объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи работы, показаны научная новизна работы и ее практическая значимость, приведены сведения о внедрении и апробации результатов работы.

В первой главе «Анализ статистики разрушений резервуаров и нормативных требований для проектирования резервуаров типа «стакан в стакане» представлены результаты анализа статистических данных о разрушениях РВС с нефтью и нефтепродуктами на объектах нефтегазовой отрасли в России, описания характерных примеров разрушений РВС за рубежом, а также анализ требований нормативных документов в области обеспечения промышленной безопасности, предъявляемых к РВСЗС.

В частности, соискателем выявлены ряд несоответствий в требованиях норм промышленной безопасности, предъявляемых к РВСЗС, а также отсутствие документов в области пожарной безопасности, нормируемых требования к таким типам резервуаров. Сделан обоснованный вывод об актуальности проведения исследований, направленных на обеспечение пожарной безопасности РВСЗС, и, в первую очередь, на нормирование требований к геометрическим параметрам защитной стенки и дополнительного ограждения.

Во второй главе «Разработка лабораторного стенда для определения геометрических параметров ограждений резервуаров» представлено описание лабораторного стенда, разработанного с учетом результатов анализа теоретических и экспериментальных исследований влияния потока жидкости при разрушении резервуара на ограждения различной конфигурации и соблюдения критериев подобия и условий моделирования гидравлических явлений.

На основе удовлетворительной сходимости критериев подобия потоков при лабораторных исследованиях, натурном эксперименте и численном моделировании сделан обоснованный вывод об автомодельности изучаемого процесса и возможности использования разработанного лабораторного стенда для нахождения оптимальных геометрических параметров ограждений РВСЗС с номинальным объемом внутреннего резервуара от 700 до 30000 м³.

В третьей главе «Экспериментальное определение оптимальных геометрических параметров ограждений резервуаров типа «стакан в стакане» приведены масштабные коэффициенты для модельных резервуаров, результаты экспериментального определения минимальной высоты защитной стенки для локализации потока жидкости при разрушении резервуара, доли перелившейся через защитную стенку жидкости при снижении ее высоты и геометрических параметров дополнительного ограждения.

В результате обработки экспериментальных данных установлено, что для полного удержания продукта в границах защитной стенки, ее высота должна не менее чем на 10 % превышать максимальный первоначальный уровень жидкости в основном резервуаре.

При снижении высоты защитной стенки вплоть до минимального значения, соответствующего статическому удержанию пролитого из резервуара продукта, происходит перелив части жидкости за пределы защитной стенки. В результате обработки экспериментальных данных методом многофакторного регрессионного анализа автором получена эмпирическая зависимость для определения доли жидкости, перелившейся через защитную стенку, в зависимости от ее высоты, расстояния до стенки типового резервуара, его радиуса и максимального уровня жидкости. Для полной локализации части жидкости, которая может перелиться через защитную стенку (при снижении ее высоты), в диссертации рекомендуется устраивать дополнительное ограждение в виде вертикальной ограждающей стены из негорючих материалов. Экспериментально найдены параметры дополнительных ограждающих вертикальных стен в зависимости от расстояний до РВСЗС.

В четвертой главе «Рекомендации по определению геометрических параметров ограждений резервуаров с защитной стенкой типа «стакан в стакане» представлены собственно сами рекомендации, содержащие общие положения, а также метод определения геометрических параметров защитной стенки и дополнительного ограждения РВСЗС, включая графические зависимости для прогноза оценки доли жидкости, которая может перелиться через защитную стенку при разрушении основной стенки типового резервуара.

Заключение содержит констатацию основных научных и практических результатов работы.

В приложениях приведены результаты экспериментального определения доли перелившейся через защитную стенку жидкости в зависимости от ее высоты и расстояния до резервуара, а также акты внедрения.

Замечания по диссертации

1) Для большей наглядности сведения по статистике разрушений резервуаров до 2010 года, приведенные на рисунке 1.1, следовало бы дополнить данными по разрушению РВС в последующие годы, а не приводить их в тексте диссертации.

2) Представленная на лабораторном стенде модель РВСЗС, состоящая из внутреннего резервуара 7 и защитной стенки 13, выполненных из пустотелых цилиндрических обечаек, представляет собой упрощенный образ реально существующих РВСЗС, имеющих различное конструктивное исполнение. Так, внутренний резервуар может быть со стационарной крышей (с понтоном и без понтона) или с плавающей крышей, корпус которого может иметь кольца жесткости, а атмосферный козырек может монтироваться на стенке или быть продолжением крыши. Защитная стенка с внутренней стороны также оборудуется кольцами жесткости, а в верхней части – ветровым кольцом. Эти и другие особенности могут оказывать влияние на механизм раскрытия внутреннего резервуара при его квазигнновенном разрушении и приводить к снижению или увеличению объема выплескиваемой жидкости через защитную стенку. Обрушение стационарной крыши, потерявшей опору при раскрытии стенок внутреннего резервуара, или плавающей крыши, может также влиять на объем выплескиваемой жидкости. Учету этих особенностей недостаточно уделено внимания.

3) Целесообразно было бы привести оценку прочностных характеристик защитной стенки, исключающей ее разрушение при квазигнновенном разрушении основного резервуара.

4) Недостаточно уделено внимания вопросу противопожарной защиты защитной стенки при возможном пожаре пролива в межстенном пространстве и снаружи защитной стенки (конструктив, средства огнезащиты, системы тушения, орошения).

Однако приведенные замечания не снижают общего положительного впечатления от диссертации, ее научной и практической значимости, и могут рассматриваться как направления дальнейших исследований.

Заключение

Диссертационная работа Швыркова Александра Сергеевича «Нормирование требований пожарной безопасности к геометрическим параметрам ограждений резервуаров типа «стакан в стакане», является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи

по определению требуемых геометрических параметров защитной стенки и дополнительной вертикальной ограждающей стены резервуаров типа «стакан в стакане», имеющей существенное значение для обеспечения пожарной безопасности объектов нефтегазовой отрасли страны с эксплуатацией таких типов резервуаров.

Текст автореферата и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации. Имеются акты внедрения результатов исследования.

Таким образом, по актуальности темы, новизне и достоверности результатов, их научной и практической ценности, оппонируемая диссертационная работа отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), а ее автор, Швырков Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовая отрасль).

Профессор кафедры пожарной безопасности
технологических процессов и производств
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
университет ГПС МЧС России»,
доктор технических наук
Феликс Владимирович Демехин
« 14 » февраля 2020 г.



Подпись Демехина Феликса Владимировича заверяю:



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» (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»). 196105, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149. Тел.: +7(911)917-02-23. E-mail: demehinv@creafire.ru