

О Т З Ы В

официального оппонента д.т.н., профессора Лурье М.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, технические науки)

Общая направленность работы

Кандидатская диссертация Александра Сергеевича Швыркова посвящена разработке требований к защитным ограждениям резервуаров с нефтью и нефтепродуктами, установленными в черте городской застройки или в местах интенсивной промышленной и гражданской деятельности населения. Одной из основных составляющих работы является исследование параметров так называемой "волны прорыва", образующейся в результате разрушения резервуара, в т.ч. такой конструкции, как «стакан в стакане». Цель исследований в этой части работы состоит в определении геометрических параметров ограждений, обеспечивающих полную локализацию возможного пожара.

Анализ статистических данных о разрушениях вертикальных стальных резервуаров с нефтью (нефтепродуктами) на отечественных и зарубежных объектах, представленный в работе, убедительно свидетельствует о том, что к одной из основных причин возникновения пожаров следует отнести невозможность удержания волны прорыва нормативными ограждениями. В этой связи в работе делается вывод об актуальности разработки технических решений, направленных на гарантированное ограничение распространения волн прорыва при авариях на резервуарах. В качестве такой конструкции автор исследует резервуары с защитной стенкой типа «стакан в стакане», находящие все большее применение в практике.

Представленный в диссертации обстоятельный анализ нормативных требований промышленной безопасности для проектирования таких типов резервуаров показал, что между ними имеется ряд существенных несоответствий. Так, например, в нормативных документах отмечается, что высота защитной стенки должна

Вх № 6/13 от 26.02.2020 г.

составлять не менее 80% от высоты стенки основного резервуара при ширине межстенного пространства не менее 1,8 м, при этом не устанавливаются требования к максимальной ширине этого пространства, непосредственно влияющего на высоту защитной стенки. Помимо этого, ряд документов не предусматривает обустройство монолитной железобетонной стенки, рассчитанной на гидродинамическое воздействие волны при полном разрушении основного резервуара, а рекомендует обычное ограждение для гидростатического удержания и отвода растекающейся жидкости. Вот почему, автор диссертации исследует процесс образования и распространения волны прорыва при разрушении внутреннего резервуара и его воздействие на защитную стенку с целью определения ее минимальной высоты, достаточной для полной локализации потока. Кроме этого, решаются задачи по оценке степени перелива жидкости при возможном снижении высоты защитной стенки и высоты дополнительной вертикальной стенки, необходимой для удержания ее перелившейся части.

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 других работ, выполненных на кафедре пожарной безопасности технологических процессов Академии ГПС МЧС России. В частности, автору этих строк уже доводилось оппонировать работы В.В. Воробьева и С.В. Батманова и С.А.Швыркова, посвященные рассмотрению этой объемной проблемы.

Что сделано в работе

Во-первых, представлен анализ статистики разрушений резервуаров на объектах нефтегазовой отрасли в России и характерных примеров аварий резервуаров за рубежом, по результатам которого сделан вывод о необходимости совершенствования ограждений резервуаров, в частности, за счет применения перспективных конструкций резервуаров с защитной стенкой.

Во-вторых, на основе обзора и анализа литературы выявлены несоответствия в требованиях действующих нормативных документов по промышленной

безопасности к таким типам резервуаров, а также отсутствие норм, регламентирующих к ним требования пожарной безопасности;

В-третьих, разработаны лабораторный стенд и методики проведения экспериментов по определению высоты и скорости потока жидкости, образующегося при разрушении внутреннего резервуара, а также оптимальных геометрических параметров защитной стенки и дополнительного ограждения.

В-четвертых, на основе обработки экспериментальных данных получена формула для определения объема жидкости, перелившейся через защитную стенку, в зависимости от ее высоты, расстояния до стенки типового резервуара объемом от 700 до 30000 м³, его радиуса и максимального в нем уровня жидкости.

В-пятых, обоснована необходимость устройства дополнительного ограждения в виде земляного обвалования или вертикальной ограждающей стены из негорючих материалов, для полной локализации части жидкости, перелившейся через защитную стенку, и экспериментально найдены его геометрические параметры.

И, наконец, разработаны рекомендации по определению геометрических параметров защитной стенки и дополнительного ограждения, на основе которых подготовлен проект приложения В «Метод определения геометрических параметров ограждений РВСЗС» в национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53324-2009 «Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности».

Насколько актуальны эти исследования

Безусловно, актуальны. Прежде всего, эта актуальность обусловлена необходимостью сооружать или поддерживать функционирование резервуарных парков с пожароопасными жидкостями, на объектах промышленности и транспорта, а также в условиях приближения районов городской застройки. При этом, как показано в работе, в нормативных документах по обеспечению промышленной безопасности таких резервуаров, имеется ряд существенных несоответствий. В целом эти обстоятельства сдерживают проектирование и строительство новых резервуаров, а также влияют на безопасную эксплуатацию уже действующих резервуарных парков.

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

1. Утверждается, что до настоящего времени отсутствуют научно обоснованные геометрические параметры ограждений резервуаров типа «стакан в стакане», обеспечивающие безопасность при полном разрушении основного резервуара. На защиту выносятся результаты анализа статистики разрушений вертикальных стальных резервуаров и нормативных требований для проектирования резервуаров с защитной стенкой типа «стакан в стакане».

2. Доказывается, что для определения геометрических параметров защитной стенки и дополнительного ограждения резервуаров типа «стакан в стакане» возможно использование лабораторного метода исследований. На защиту выносятся описание разработанного лабораторного стенда и основные положения методик проведения экспериментов для оценки высоты и скорости потока жидкости при разрушении основного резервуара, а также его воздействия на защитную стенку и дополнительное ограждение.

3. Экспериментально обосновывается минимальная высота защитной стенки в зависимости от ее удаленности до стенки основного резервуара, необходимая для полной локализации потока жидкости при разрушении основного резервуара. На защиту выносятся результаты экспериментальных исследований геометрических параметров защитной стенки.

4. Экспериментально определяется доля жидкости, перелившейся через защитную стенку при ее возможном снижении до минимальной высоты, необходимой для гидростатического удержания продукта, в зависимости от расстояния до стенки основного резервуара. На защиту выносятся эмпирическая зависимость для определения доли перелившейся через защитную стенку жидкости.

5. Экспериментально находятся геометрические параметры дополнительной ограждающей вертикальной стены, необходимой для полной локализации частично перелившегося продукта. На защиту выносятся результаты экспериментальных исследований геометрических параметров дополнительного ограждения.

Новизна и достоверность выдвинутых положений

Первое положение, выдвинутое соискателем, не вызывает возражений. Несмотря на то, что полные разрушения резервуаров принято относить к достаточно редким событиям, их последствия, как показывает анализ отечественных и зарубежных случаев разрушений резервуаров, представленный в диссертации, всегда приводили к значительному материальному ущербу, нередко сопровождаясь травмами и гибелью людей. Отсутствие же нормативных требований пожарной безопасности к таким типам резервуаров в сочетании с разногласиями требований норм промышленной безопасности, выявленных соискателем, как раз и указывают на недостаточность выполненных научных исследований с целью нормирования единых требований безопасности, в том числе, и к геометрическим параметрам ограждений, чему, собственно, и посвящена оппонируемая работа.

Второе положение о возможности физического моделирования гидродинамических процессов разрушения резервуаров, само по себе, у оппонента не вызывает возражений. И предварительный анализ критериев подобия можно только одобрить.

Конечно, такой подход к исследованию нельзя назвать новым, потому что он является не только известным, но и абсолютно необходимым в любом экспериментальном исследовании, в т.ч. и в данном. Автор лишь использует этот подход в своем частном случае.

И тут оппонент должен выразить свое *несогласие* с числом критериев подобия, которые, как считает соискатель, необходимо выдерживать для моделирования. По мнению оппонента, в данном исследовании для подобия изучаемых процессов достаточно соблюдать *лишь геометрическое подобие*, а такие критерии, как число Рейнольдса, Фруда и Струхалья (использованные соискателем), являются излишними. Действительно, разрушение резервуара происходит из начального состояния, которое характеризуется лишь конфигурацией и геометрическими параметрами рассматриваемых объектов (резервуаров и защитных стенок), среди которых нет характерной скорости - она сама вырабатывается в развивающемся процессе и зависит от геометрических параметров и ускорения силы тяжести.

Как ни парадоксально, плотность и вязкость жидкости, находящейся в резервуаре, тоже не являются определяющими параметрами в процессе возникновения и развития волны прорыва. В этом быстротекущем явлении основными факторами являются силы инерции (пропорциональные плотности жидкости) и силы гравитации (также пропорциональные ее плотности), поэтому кинематика и динамика распространения волны прорыва на его начальной, быстрой, стадии, не зависит от плотности жидкости. Иными словами, на этой стадии не имеет значения, какая жидкость находится в резервуаре - вода, нефть, дизельное топливо, керосин или бензин. От плотности зависит лишь сила воздействия волны на защитное сооружение. Что касается вязкости жидкости, то от нее зависит лишь распространения волны на последней, медленной стадии растекания жидкости по земле.

Однако "перебор", допущенный автором, не повлиял на результаты моделирования, как раз именно потому, что излишние критерии подобия должны выполняться автоматически.

В качестве замечания можно отметить также, что если бы соискатель в своем исследовании опирался на теоретическую модель рассматриваемых процессов, то он избежал бы допущенных неточностей. Тем более, что такая модель была известна соискателю, ее анализ имеется в диссертации.

Третье, четвертое и пятое положения диссертации аргументируются многочисленными и обстоятельными опытами, выполненными автором на лабораторном стенде самостоятельно, и принятой методикой их обработки.

Научную новизну, с точки зрения оппонента, представляют: оценка минимальной высоты защитной стенки, необходимой для полной локализации потока жидкости при разрушении основного резервуара; эмпирическая зависимость для определения доли перелившейся через защитную стенку жидкости при возможном снижении ее высоты; геометрические параметры дополнительной ограждающей вертикальной стены, необходимой для полной локализации частично перелившегося продукта. Достоверность полученных результатов обусловлена добротными экспериментами.

Как замечание по экспериментальной части работы можно высказать сожаление, что в них не определялась сила воздействия волны прорыва на защитные сооружения, как основные, так и дополнительные. Такие данные позволили бы вести расчеты на прочность защитных сооружений.

В порядке замечания по этим частям работы следует также отметить, что в диссертационном исследовании рассматриваются только радиально-симметрические процессы течения жидкости. На самом деле это далеко не так. Возможны разрушения резервуаров, когда возникающая лавина движется преимущественно в каком-либо одном направлении, как это имеет место при разрушении дамб и плотин. К сожалению, соискатель оставил без внимания большое число работ по разрушению гидротехнических сооружений.

В пользу автора можно высказать лишь то соображение, что при частичном разрушении резервуаров возникают мощные потоки жидкости не только в радиальном, но и в азимутальном направлении, что уменьшает высоту волны прорыва, движущуюся в радиальном направлении, так что в известной степени радиально-симметрическое течение дает мажорирующую оценку (оценку "сверху) параметров рассматриваемого процесса).

Общая оценка работы.

Диссертация А. С. Швыркова представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой решена проблема оценки геометрических параметров ограждений резервуаров типа «стакан в стакане» для предупреждения каскадного развития аварий на объектах хранения нефти и нефтепродуктов, что вносит весомый вклад в обеспечение пожарной безопасности объектов нефтегазовой промышленности.

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 Швырков А.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовая отрасль, технические науки).

Профессор кафедры проектирования и эксплуатации газонефтепроводов ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ

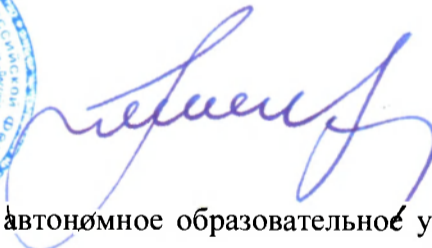
Михаил Владимирович Лурье



«25» февраля 2020 г.

Подпись Лурье Михаила Владимировича - профессора кафедры "Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов" ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», ~~доктора~~ ~~технических наук~~, заслуженного деятеля науки заверяю.

Начальник отдела кадров



Ю.Е. Ширяев

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»).

119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 65.

Тел.: 8(916)538-39-63. E-mail: lurie.m@gubkim.ru.