

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Шебеко Юрия Николаевича на диссертацию Шангараева Рустама Рашитовича «Определение параметров поражающих факторов при авариях, сопровождающихся огневыми шарами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Представленная на отзыв диссертационная работа Шангараева Рустама Рашитовича «Определение параметров поражающих факторов при авариях, сопровождающихся огневыми шарами» состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и трёх приложений. Содержание работы изложено на 166 страницах текста, включает в себя 13 таблиц и 65 рисунков. Содержимое работы изложено правильным научным языком и достаточно полно передаёт суть и содержание проведённого исследования.

Из проведенного анализа, выполненного Шангараевым Р.Р., видно, что на территории РФ и в других странах нередко происходят аварии, сопровождающиеся взрывом расширяющихся паров вскипающей жидкости (явление *BLEVE*). Последствиями данного сценария развития аварии являются значительные тепловые нагрузки, которые приводят к термическому поражению людей и большому материальному ущербу. Кроме тепловых нагрузок часто возникает значительное взрывное давление. В связи с этим автором работы были проанализированы существующие методы определения тепловых нагрузок, возникающих при формировании огневых шаров, и выявлены недостатки существующих методов. В связи с этим возникает необходимость совершенствования методики определения тепловых нагрузок при авариях, сопровождающихся огневыми шарами.

Исходя из вышесказанного, тема исследования является **актуальной**.

Вх № 6/25 от 25.03.2024

Соискатель ставит целью исследования совершенствование методики определения параметров поражающих факторов при авариях, сопровождающихся огневыми шарами.

Для достижения поставленной цели Шангараевым Р.Р. сформулированы следующие **задачи**:

1. Проанализировать существующие отечественные и зарубежные методики по определению параметров поражающих факторов при авариях, сопровождающихся огневыми шарами, и определить основные их недостатки.

2. Разработать математическую модель определения тепловых нагрузок при авариях, сопровождающихся огневыми шарами (ОШ), учитывающую перемещение их в пространстве.

3. Выполнить апробацию и верификацию усовершенствованной математической модели прогнозирования поражающих факторов ОШ на результатах экспериментальных исследований и материалах произошедшей аварии.

4. Выполнить расчет тепловых нагрузок с применением разработанной математической модели на «Производственно-логистическом комплексе «Курскагротерминал» в п. Новокасторное, Курской области.

5. Разработать рекомендации по определению параметров поражающих факторов при авариях, сопровождающихся огневыми шарами с учетом их движения.

Научная новизна работы заключается в следующих научных результатах:

1. На основе экспериментальных данных и расчетных методов разработана математическая модель определения тепловых нагрузок при авариях, сопровождающихся ОШ с учетом их перемещения в пространстве;

2. Установлено значительное влияние газодинамических потоков на тепловые нагрузки, создаваемые ОШ.

Теоретическая и практическая значимость работы соискателя определяется следующими результатами:

– в разработке математической модели определения тепловых нагрузок при авариях, сопровождающихся огневыми шарами, которая может быть использована для экспертных оценок тепловых нагрузок от ОШ. Результаты расчетов по разработанной методике могут использоваться при обосновании проектных решений в строительстве;

– в разработке рекомендаций по определению параметров поражающих факторов при авариях, сопровождающихся огневыми шарами с учетом их движения;

Обоснованность и достоверность основных результатов, представленных в работе Шангараева Р.Р., подтверждается:

1. Обоснованностью выбора параметров и критериев, позволяющих сравнивать теоретические и экспериментальные данные;

2. Внутренней непротиворечивостью результатов и их согласованностью с результатами экспериментов.

Основные выводы диссертационной работы Шангараева Р.Р. подтверждаются экспериментальными и теоретическими материалами и не вызывают сомнений.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации и определены цели, задачи, объект и предмет исследования. Охарактеризованы научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость. Представлены положения, выносимые на защиту, и сведения о внедрении и апробации результатов работы.

В первой главе выполнен анализ аварийных ситуаций, происшедших на опасных производственных объектах Российской Федерации за последние пять лет. Автором проанализированы аварийные ситуации, связанные с формированием огневых шаров, в результате которого установлено, что аварии, сопровождающиеся формированием ОШ, происходят примерно один раз в квартал при общих снижающихся показателях аварийности.

Выполнен анализ существующих методов определения тепловых нагрузок, регламентированных российскими нормативными документами, а

также проведен анализ методик, описанных в отечественных и зарубежных публикациях. В результате проведенного анализа выявлены определенные недостатки существующих методик. К значительным недостаткам следует отнести гипотезу о неподвижности огневого шара в процессе его формирования, что противоречит физической картине явления. Однако эта гипотеза используется при назначении граничных условий в математических моделях по определению тепловых нагрузок, создаваемых огневыми шарами.

Опираясь на материалы выполненного анализа, соискателем была поставлена цель и сформулированы задачи исследования.

Во второй главе разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать параметры тепловых нагрузок от огневых шаров с учетом их перемещения при аварии.

Математическая модель состоит из следующих разделов: определение кинематики огневого шара, определение характерных размеров огневого шара для каждого момента времени, определение параметров теплового излучения ОШ, определение суммарной тепловой дозы, создаваемой ОШ в рассматриваемой точке.

Для автоматизации расчетов была разработана программа для электронно-вычислительных машин в программной среде *Matlab*.

В третьей главе выполнена апробация разработанной математической модели. Апробация проводилась с использованием данных натурального эксперимента. Результаты расчетов вертикального перемещения огневого шара и значения интенсивности теплового излучения удовлетворительно согласуются с результатами экспериментальных исследований. Проведено сравнение результатов расчета интенсивности теплового излучения по разработанной методике с результатами вычислений по существующим отечественным и зарубежным методикам.

Шангараевым Р.Р. выполнена серия вычислительных экспериментов, направленных на исследование влияния газодинамических потоков на тепловые нагрузки, создаваемые огневыми шарами. Показано, что при

горизонтальном перемещении огневого шара, которое вызвано движением атмосферной среды, могут значительно измениться параметры тепловых нагрузок, действующих на объекты, находящиеся вблизи места аварии.

Автором рассмотрена авария, произошедшая в 2020 году в Волгограде. По данным, полученным экспертами в ходе расследования данной аварии, была проведена верификация разработанной математической модели. Сопоставление полученных значений тепловых нагрузок с данными расследования аварии показало, что полученные по разработанной методике показатели тепловых нагрузок удовлетворительно описывают картину последствий аварийного взрыва, что говорит об адекватности разработанной методики.

Результаты проведенной верификации разработанной математической модели на результатах реальной аварии показали, что разработанную математическую модель можно применять для прогнозирования тепловых нагрузок, возникающих при авариях, сопровождающихся огневыми шарами.

В четвертой главе описаны результаты практического использования результатов диссертационной работы. В данной главе разработанная математическая модель определения тепловых нагрузок использовалась для оценки пожарной опасности экстракционного корпуса завода по глубокой переработке масличных культур. Результаты расчетов позволили обосновать противопожарные и противовзрывные расстояния, используемые в проекте производственно-логистического комплекса «Курскагро терминал», что подтверждается соответствующим актом внедрения.

В пятой главе представлена методика определения тепловых нагрузок при авариях, сопровождающихся огневыми шарами с учетом их перемещения в пространстве.

В заключении сформулированы основные выводы и рекомендации, полученные в ходе выполнения диссертации.

В приложениях представлены акты внедрения полученных результатов, код программы на языке *MATLAB*, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1.С.52, 96-97. Автор ошибочно считает, что только образующиеся при разрыве резервуара пары участвуют в образовании огневого шара, не учитывая аэрозольную составляющую образующегося облака. В связи с этим проведенные расчеты на основе уравнения Антуана не имеют в данном случае смысла. Имело бы смысл использовать подход п.27 Приложения 3 “Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах” (М.: ВНИИПО, 2009 г.).

2.С.79, табл.3.6. Неясно, почему потенциальный риск в ряде случаев принят равным нулю, хотя формула (2.15) для пробит-функции не предполагает получения нулевой величины.

3.С.85, рис.3.27. Неясно, почему в расчетах получилось, что для вертикально ориентированной площадки величина интенсивности теплового излучения ниже, чем для горизонтально ориентированной. Непонятно также, для какого расстояния от места аварии представлены указанные данные.

4.Список литературы. Иностранные литературные ссылки достаточно старые (как правило, до 2000 года), и их вообще довольно мало. Следовало бы использовать обзорную статью в журнале Пожаровзрывобезопасность, 2023, т.32, №4, с.31-41, где проанализированы современные иностранные публикации по теме диссертации.

Содержание автореферата достоверно и достаточно полно отражает содержание диссертации.

Работы, опубликованные Шангараевым Р.Р. (12 научных публикаций, из них 4 – в рецензируемых научных изданиях), в полной мере отражают основное содержание и сущность проведенного исследования.

Отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности диссертации и не влияют на общую оценку работы.

На основании рассмотрения материалов, представленных на отзыв, могу заключить, что в соответствии с п. 9 постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. «О порядке присуждения учёных степеней» диссертация Шангараева Р.Р. является законченной научно-квалификационной работой. В ней содержится решение научной задачи, имеющее существенное значение для обеспечения пожарной безопасности нефтегазовой отрасли, а ее автор достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник

научно-исследовательского центра

нормативно-технических проблем

пожарной безопасности

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

доктор технических наук, профессор

« 11 » 03 2024 г.



Ю.Н. Шебеко

Подпись Шебеко Юрия Николаевича заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

кандидат технических наук

старший научный сотрудник



Е.Ю. Сушкина

Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12.
E-mail: vniipo@mail.ru Тел.: +7(495) 521-23-33.