

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Маслова Ильи Геннадьевича
на тему «Состояние котла цистерны при воздействии очага пламени
в аварийной ситуации»
по специальности 05.22.07 – Подвижной состав
железных дорог, тяга поездов и электрификация
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность темы диссертационной работы

Поведение котла цистерны в очаге пламени – многофакторный и сложный процесс. От полноты его понимания и вытекающих из этого мер, во многом, зависит уровень ущерба, а зачастую и человеческие жизни. Необходимо оперативно и правильно реагировать на такую ситуацию, в том числе комплексом предварительных мер. А для этого нужно уметь ее моделировать - экспериментально или на основе математического и компьютерного моделирования. Моделированию котла цистерны и его элементов при воздействии пламени и посвящена эта работа.

Таким образом, тема диссертации тесно связана с обеспечением безопасности на транспорте, безусловно востребована и **актуальна**.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, сформулированные в диссертации, обоснованы выбором методов и моделей механики, нашедших подтверждение длительной практикой применения, в том числе специалистами кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» МИИТа.

Выводы и рекомендации, полученные в диссертации, можно считать достаточно обоснованными и логически последовательными, отвечающими сложившимся представлениям о процессе, имеющимся экспериментальным и эмпирическим данным.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных соискателем результатов была подтверждена путем сравнения результатов расчета и эксперимента.

Материалы диссертации докладывались на конференциях и семинарах.

Результаты представленной работы имеют научную новизну в области расчетов вагонных конструкций в следующих аспектах.

1. Предложена методика определения состояния котла цистерны при воздействии неравномерного температурного поля в очаге пламени. Математическая модель базируется на теории оболочек, принципе Лагранжа.

2. Предложена методика определения состояния оболочки котла под давлением с учетом локального снижения жесткости оболочки в очаге пламени. При разработке математической модели применены теория оболочек, принцип Лагранжа.

3. Разработана методика оценки устойчивости оболочки котла цистерны при локальном повышении температуры и получены расчетные зависимости по оценке термоустойчивости для пластины и оболочки, как элементов котла цистерны.

4. Теоретически и экспериментально исследована и обоснована эффективность огнезащитного покрытия СГК-2 для защиты котлов цистерн от пожара.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

1. С помощью разработанных расчетных средств исследовано состояние котла нефтебензиновой цистерны при воздействии неравномерного температурного поля в очаге пламени. Оценено влияние различных параметров расчетной схемы – число элементов в рядах, размеры исследуемых панелей, пр., на результаты расчетов.

2. С помощью разработанных математических и компьютерных моделей исследовано состояние котла нефтебензиновой цистерны при действии внутреннего давления с учетом локального снижения жесткости оболочки, находящейся в очаге пламени.

3. Исследована проблема термоустойчивости элементов оболочки котла цистерны.

4. Предложенные средства математического и компьютерного моделирования позволяют на стадии проектирования оценивать состояние котлов цистерн при воздействии открытого пламени в аварийных ситуациях, а также разрабатывать средства защиты котлов цистерн от теплового воздействия.

5. Обосновано применение огнезащитного покрытия СГК-2 для защиты котлов цистерн.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация Маслова И. Г. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, основные положения которой изложены в логической последовательности. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Общий объем диссертации составляет 132 страницы, включает 36 рисунков. Библиографический список составляет 86 наименований.

Во введении, в соответствии с ГОСТ Р7.0.11-2011, приведены актуальность темы исследования, цель диссертационной работы, объект, предмет и задачи исследования, методика исследований, научная новизна, практическая ценность, достоверность и апробация научных результатов, положения, выносимые на защиту.

В первом разделе на основе литературных источников был выполнен обзор конструктивных особенностей и существующих методов расчёта котлов цистерн, в том числе на тепловые воздействия.

В результате были определены следующие предпосылки, которые легли в основу при разработке методик расчета котла цистерны:

- применение тригонометрических рядов для аппроксимации перемещений;
- возможность пренебрегать эффектами инерции тепловых процессов;

- учет влияния повышения температуры на механические свойства материала;
- необходимость учитывать действие внутреннего давления в котле;
- выбор в качестве средства защиты котлов от воздействия открытого пламени огнезащитного покрытия;
- учет высоких перепадов температур оболочки в очаге пламени, что вызывает тепловые деформации и температурные напряжения.

Во втором разделе исследовалось состояние котла цистерны при воздействии неравномерного температурного поля в очаге пламени.

Для моделирования состояния оболочки был применен вариант теории оболочек, в котором учитываются только радиальные перемещения.

Разрешающая система уравнений составлялась с применением вариационного принципа Лагранжа. Была применена аппроксимация перемещения и температурного поля в виде двойного тригонометрического ряда, который соответствует реальному характеру выпучивания оболочки и распределения температур в очаге пламени.

С применением разработанной методики проведено исследование деформированного состояния котла нефтебензиновой цистерны для двух вариантов котла: типового и имеющего огнезащитное покрытие марки СГК-2. Было также исследовано влияние различных параметров расчетной схемы на результаты расчетов. Сделан вывод о высокой эффективности покрытия СГК-2 как способа защиты котлов цистерн от действия открытого пламени.

В третьем разделе моделировалось состояние котла под давлением с учетом локального снижения жесткости оболочки в очаге пламени. Применялась теория оболочек в сочетании с принципом Лагранжа. Принята аппроксимация перемещений и модуля упругости материала оболочки в виде двойных тригонометрических рядов.

Исследовано деформированное состояние нефтебензиновой цистерны под действием внутреннего давления с учетом локального снижения жесткости. Оценено влияние различных параметров расчетной схемы.

В четвертом разделе исследовалась проблема устойчивости оболочки котла цистерны при локальном повышении температуры. Было исследовано два варианта конструкции: пластина и цилиндрическая оболочка. Методика основана на применении моментной теории оболочек с учетом только радиальных перемещений и принципа Лагранжа. Получены выражения для критического повышения температуры.

В пятом разделе описываются результаты экспериментально-теоретического исследования моделей пластины для оценки достоверности разработанной методики определения состояния оболочки в очаге пламени, а также влияния огнезащитного покрытия СГК-2.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Диссертация заслуживает положительной оценки, она выполнена на актуальную тему, решаемые вопросы глубоко проработаны, научные положения

обоснованы, изложены ясно и логически последовательно. Заключение содержит выводы по работе и перспективы для дальнейших исследований в этом направлении.

Однако следует отметить недостатки в содержании диссертации:

1. Повышение температуры влияет на различные механические характеристики материала, однако в методике расчета приводится только зависимость модуля упругости.

2. Целесообразно было бы привести в диссертации характеристики огнезащитного покрытия.

3. Следовало бы подробнее обосновать применение теории оболочек в таком виде, как предлагается в диссертации.

4. В работе приводятся фотографии последствий аварийных ситуации и результаты расчетов, которые имеют качественное соответствие с ними. Было бы полезно провести также и количественное сравнение.

5. Диссертация не содержит экономического обоснования применения огнезащитного покрытия для парка нефтебензиновых цистерн.

Приведённые замечания не снижают качество диссертационной работы и не влияют на основные теоретические и практические результаты исследования.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат в полной мере отражает материал диссертации и полученные результаты.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. – 2012.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14

Диссертация Маслова Ильи Геннадиевича на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»:

- по пункту 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Диссертация содержит рекомендации по использованию научных выводов, а предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

- по пункту 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы автором в 7 публикациях, из них 3 в изданиях, рекомендованных ВАК России;

- по пункту 14 – в диссертации соискатель надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. Со-

искатель использует результаты научных работ, выполненных им лично и в соавторстве, и отмечает в диссертации это обстоятельство.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук

Диссертация Маслова Ильи Геннадьевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения и разработки по оценке состояния котлов железнодорожных цистерн в очаге пламени, имеющие существенное значение для железнодорожного транспорта Российской Федерации, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Заведующий лабораторией прочностных расчетов АО ВНИКТИ
(НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И
КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА),

д. т. н.

М. Н. Овечников

«11» января 2017 г.

Подпись Овечникова М. Н. заверяю:
Начальник отдела управления
персоналом АО ВНИКТИ



Е. М. Новосельцева

Контактная информация:

Овечников Михаил Николаевич, доктор технических наук, диссертация
д. т. н. защищена по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог,
тяга поездов и электрификация,
АО ВНИКТИ - НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И
КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА,
заведующий лабораторией прочностных расчетов,
почтовый адрес: 140402, г. Коломна, Моск. обл., ул. Октябрьской рев., 410,
тел.: +7(496)618-82-18 доб. 15-77, email: vnikti_kp@list.ru,
моб. тел. +7(916) 035 70 43, email: ovechn@mail.ru.

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Маслова Ильи Геннадьевича

на тему «Состояние котла цистерны при воздействии очага пламени в аварийной ситуации» по специальности 05.22.07 – Подвижной состав

железных дорог, тяга поездов и электрификация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертационная работа выполнена в объёме 132 страниц машинописного текста, содержит 36 иллюстраций и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы. Список литературы насчитывает 86 наименований.

Актуальность избранной темы

Транспортировка опасных грузов занимает особое место в общем объеме грузооборота. Одним из основных видов транспорта, перевозящих данную категорию грузов, является железнодорожный. С учетом специфики перевозимого груза к подвижному составу предъявляются повышенные требования с целью обеспечения сохранности груза, безопасности движения и экологической безопасности. Крайне важно на стадии проектирования вагонов для перевозки опасных грузов предусмотреть и оценить возможное поведение конструкции при различных аварийных ситуациях и разработать соответствующие системы защиты, исключающие или предупреждающие негативные последствия.

Одним из наиболее опасных аварийных режимов является воздействие открытого пламени на котёл цистерны с перевозимым грузом. В результате такой аварийной ситуации вероятна утечка перевозимого груза и его воспламенение, что несет серьезную угрозу экологической ситуации в зоне возникновения аварии.

Рассмотрению вопросов влияния на подвижной состав подобных ситуаций, способов его защиты и посвящена представленная диссертационная работа.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В работе автором детально изучены и проанализированы известные теоретические положения и достижения многих учёных по вопросам определения напряженно-деформированного состояния котлов цистерн и способов их защиты при возникновении аварийных ситуаций.

В диссертации разработаны:

- методика определения состояния котла цистерны при воздействии неравномерного температурного поля в очаге пламени;

- методика определения состояния котла цистерны, вызванного действием внутреннего давления, при локальном изменении механических свойств материала котла в очаге пламени;

- методика оценки устойчивости оболочки при локальном повышении температуры (термоустойчивость).

Автор достаточно корректно оперирует известными научными методами для полученных результатов, что позволяет сделать вывод о достоверности и обоснованности разработанных математических моделей.

Достоверность и новизна, полученных результатов

В качестве новых научных результатов диссертантом выдвинуты следующие положения:

1. Предложена математическая модель, алгоритм и программа определения состояния оболочки котла цистерны, вызванного воздействием неравномерного температурного поля при нахождении вагона в очаге пламени. Математическая модель базируется на нелинейной теории оболочек и принципе Лагранжа. Использована аппроксимация перемещений, близкая к реальной форме, что позволило получить эффективную методику, не требующую применения метода конечных элементов.

2. Предложена математическая модель, алгоритм и программа определения состояния оболочки котла цистерны при действии внутреннего давления с учетом локального снижения жесткости оболочки в зоне очага пламени. При разработке математической модели применены нелинейная теория оболочек и принцип Лагранжа.

3. Разработана методика оценки устойчивости котла цистерны при локальном повышении температуры воздействия. Решена задача оценки термоустойчивости для случаев пластины и оболочки котла цистерны.

4. Теоретически и экспериментально исследована и обоснована эффективность огнезащитного покрытия типа СГК-2 для защиты котлов цистерн от воздействия открытого пламени.

Достоверность предложенных средств расчетного моделирования подтверждена путем сравнения результатов расчета с экспериментальными данными.

Основные результаты диссертации опубликованы в 7 работах.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

В работе автором предложены средства математического моделирования, которые позволяют на стадии проектирования оценивать возможное состояние котлов цистерн в аварийных ситуациях при воздействии очага открытого пламени, а также разрабатывать средства защиты котлов цистерн.

С применением предложенных средств математического моделирования проведено исследование состояния котла нефтебензиновой цистерны при воздействии неравномерного температурного поля в очаге пламени, а также при действии внутреннего давления с учетом локального снижения жесткости оболочки в очаге пламени, исследована проблема термоустойчивости для случаев пластины и оболочки котла цистерны.

На основе теоретически-экспериментальных исследований подтверждена эффективность способа защиты котлов цистерн от действия открытого пламени путем нанесения огнезащитного покрытия СГК-2.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Во введении автором формулируются цель, задачи, объект исследования, актуальность, научная новизна, практическая значимость, характеризуется степень разработанности темы исследования, даются общая характеристика диссертационной работы, методология и методы исследования, применяемые для решения поставленных задач, а также определяются положения, выносимые на защиту.

В первой главе на основе анализа научных работ выполнен обзор конструктивных особенностей и существующих методов расчета котлов железнодорожных цистерн, в том числе и на тепловые воздействия.

Во второй главе разработана методика определения состояния котла цистерны при воздействии неравномерного температурного поля в очаге пламени, основанная на применении нелинейной теории оболочек и вариационного принципа Лагранжа. Разработаны алгоритм расчета, эффективный при реализации на ЭВМ. Проведено исследование состояния котла нефтебензиновой цистерны при воздействии неравномерного температурного поля в очаге пламени. Оценено влияние на результаты расчетов различных параметров расчетной схемы: количества членов ряда аппроксимации перемещений, длины исследуемой зоны оболочки. Оценено влияние огнезащитного покрытия марки СГК-2 на состояние оболочки котла в очаге пламени.

В третьей главе разработаны методика определения состояния котла цистерны, вызванного действием внутреннего давления, при локальном изменении механических свойств материала котла в очаге пламени, а также алгоритм определения состояния котла давления при локальном действии пламени, эффективные при реализации на ЭВМ. Проведено исследование состояния котла нефтебензиновой цистерны при действии внутреннего давления в очаге пламени. Исследовано влияние на величину максимального прогиба различных параметров расчетной схемы: температуры, толщины и радиуса оболочки.

В четвертой главе разработана методика оценки устойчивости пластины при локальном повышении температуры. Исследована проблема термоустойчивости для случаев пластины и оболочки.

В пятой главе отражены результаты экспериментально-теоретического исследования моделей пластины для оценки достоверности разработанной методики определения состояния оболочки в очаге пламени, а также влияния огнезащитного покрытия СГК-2.

В заключении отражены основные итоги выполненной работы, по которым даны рекомендации, обозначены направления, в которых имеют место перспективы дальнейшей разработки темы.

Выводы по работе имеют научное и практическое значение, соответствуют содержанию работы и являются обоснованными.

Список использованных источников содержит 86 наименований, на которые существуют ссылки по тексту диссертации.

Таким образом, рассматриваемая работа представляет собой завершенное научное исследование, имеющее теоретическую и практическую значимость.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Материалы диссертации изложены лаконично, ясно и последовательно. По каждой главе приведены выводы, обобщающие результаты исследования. В заключении отражены основные итоги выполненной работы, в соответствии с которыми даны рекомендации, отражены направления в которых имеют место перспективы дальнейшей разработки рассмотренной темы.

В качестве замечаний по диссертации следует отметить следующее:

1. Во введении отсутствует анализ ранее выполненных работ в области оценки состояния котлов цистерн при воздействии очага пламени, нет упоминаний об ученых и специалистах, занимающихся вопросами устойчивости этих изделий при воздействии пламени. Эти сведения отсутствуют и в подразделе «Степень разработанности темы исследований». Во Введении и в других разделах работы отсутствует анализ о работах в области оценки состояния котлов цистерн при воздействии очага пламени, выполненных за рубежом.

Подраздел «Методология и методы исследований» является излишним в диссертации и в автореферате, т.к. из содержания разделов этих работ можно составить представление о методологии и методах, принятых соискателем.

2. Целью и задачей диссертационного исследования является поведение котла цистерны в очаге пламени. Это, в свою очередь, предполагает наряду с анализом поведения конструктивных элементов котлов цистерн в пламени также и анализ статистики пожаров и взрывов цистерн с углеводородным топливом для обоснования выбранных направлений. Кроме двух фотографий с изображением поврежденных в результате пожаров цистерн другие сведения с анализом пожаров и взрывов этих изделий в работе отсутствуют.

3. В подразделе 1.3 указано, что время до взрыва при нахождении цистерны в очаге пожара составляет 15-20 мин. Экспозиция до взрыва, по-видимому, является, в основном, следствием давления, которое развивается в цистерне с горючей жидкостью, а также интенсивности очага горения. В соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-2012 (приложение Ж) можно рассчитать давление взрыва и экспозиция будет определяться видом топлива и давлением, которое при этом реализуется. В работе нет ссылки на названный ГОСТ и отсутствуют соответствующие расчеты, которые могли бы показать

минимальное значение экспозиции и эффективность предлагаемых автором средств защиты котла, а также действий пожарных при аварии.

4. В работе рассматриваются модели с неравномерным и локальным нагревом. В выводах по разделу 1 при формулировке задач для исследований это обстоятельство не выделено. Не все выводы по разделу 1 вытекают из обзора ранее выполненных исследований. В частности, отсутствует обзор работ, связанный с моделированием поведения котла в очаге пламени при повышении внутреннего давления.

5. В подразделе 3.5 (в выводах по разделу 3) утверждается, что дополнительное радиальное перемещение оболочки котла от воздействия пламени в середине очага составляет 1,8 мм, однако из рисунков 3.5-3.8 этого не видно.

6. Автор в работе в качестве огнезащитного состава использует покрытие СГК-2 без обоснования выбора огнезащитного состава, эффективность которого могла бы быть показана в сравнительных испытаниях. В работе не указано, на основе чего изготавливается огнезащитное покрытие, предлагаемое автором, и нет обоснования выбранной толщины данного покрытия.

7. На рис.5,2 отсутствуют координаты точек установки термопар 2а и 2б. Термопар под такими индексами и на рис.5.1 нет.

Однако приведённые замечания не снижают качество исследований и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью отражает содержание выполненных в диссертации исследований и полученные научные результаты.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат соответствуют ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. – 2012.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14

Диссертация Маслова Ильи Геннадьевича соответствует пункту 10 «Положения о присуждении ученых степеней», так как работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Диссертация носит прикладной характер, содержит рекомендации по использованию научных выводов, а предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Диссертация соответствует пунктам 11 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», так как ее основные результаты достаточно полно изложены в 7 публикациях, из них 3 в изданиях, рекомендованных ВАК России. Все заимствованные автором диссертации материалы имеют ссылку на источник заимствования; результаты научных работ, выполненных лично автором Масловым И.Г. или им в соавторстве, которые были использованы в диссертации, также отмечены в тексте.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук:

Диссертация Маслова Ильи Геннадьевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения и разработки по оценке состояния котлов железнодорожных цистерн при нахождении их в очаге пламени, имеющие существенное значение для железнодорожного транспорта Российской Федерации, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент,
Вогман Леонид Петрович,
доктор технических наук, старший научный сотрудник,
Специальность 05.26.03 Пожарная и промышленная безопасность,
143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12,
телефон: (495) 524-81-21, (495) 524-98-59,
адрес электронной почты: vniipo-3.5.3@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский
ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной
обороны» (ФГБУ ВНИИПО) МЧС РОССИИ
главный научный сотрудник
Научно-исследовательский центр 3, отдел 3.5, сектор 3.5.2

Л.П. Вогман

«26__» декабря 2016 г.

Подпись руки Вогмана Леонида Петровича заверяю.

Ученый секретарь ФГБУ ВНИИПО МЧС России,
кандидат технических наук

Сушкина Елена Юрьевна