

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Третьякова Александра Владимировича на диссертацию
Сурнина Артема Юрьевича
на тему «Моделирование поведения котла вагона-цистерны при действии
локальных нагрузок», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и
электрификация

1. Актуальность избранной темы

В настоящее время на сети российских железных дорог эксплуатируется более 260 тысяч цистерн (по данным на сайте ОАО «РЖД» на 2023 год точное количество цистерн составляет 263326 единиц), что составляет 20 % от общего числа грузовых вагонов. Учитывая сложные условия эксплуатации и внушительное количество железнодорожных цистерн, необходимо обеспечить уменьшение эксплуатационных затрат и повышение прочностных качеств вагонов. Кроме того, следует учитывать повышение требований собственников к прочности, надежности элементов и узлов вагонов, желающих уменьшить издержки на эксплуатацию и ремонт, не теряя при этом высокого уровня безопасности движения.

Для достижения данных целей помимо применения инновационных материалов и новых технологий производства необходимо уточнять расчетные методики на прочность элементов, учитывая при этом сложные нелинейные процессы, и совершенствовать узлы и элементы конструктивно. Одним из главных узлов вагона является кузов, в частности котел цистерны, и описанные проблемы также касаются данного узла, поэтому вопросы усовершенствования методов прочностных расчетов и конструкции вагона являются актуальными в наше время.

Но при совершенствовании методов растет сложность разрешающей системы уравнений, прямым способом которую не решить. Подходящим средством для решения задачи могут выступить программные комплексы, в основе которых заложен метод конечных элементов. Программные комплексы обеспечивают высокую точность расчетов, корректность и правильность конечно-элементной сетки и дают удобные инструменты для анализа результатов, поэтому методики, построенные на применении подобных программ, являются перспективными в области прочностных расчетов.

Таким образом, тема диссертации Сурнина Артема Юрьевича, поставленные и решенные в диссертации задачи являются актуальными.

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

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается следующим:

- последовательностью и логической завершенностью научных суждений;
- системным анализом научной литературы, относящейся к решению вопросов повышения прочностных качеств подвижного состава;
- корректным использованием классических положений теории упругости и пластичности;
- результатами обсуждения научных положений диссертации, выводов и рекомендаций на научных конференциях.

Поэтому сформулированные в диссертации рекомендации, выводы и научные положения являются обоснованными.

3. Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается следующим:

- корректным использованием теорий механики деформируемого тела при формировании математической модели;
- корректно сформированными расчетными схемами;
- использованием апробированных программных комплексов;
- сравнением полученных данных с данными испытаний, выполнявшихся другими учеными.

Новизна полученных результатов заключается в следующем:

- создана методика прочностного расчета котла цистерны при ударном воздействии на оболочку с учетом пластических изменений. Методика была применена для получения величин пластических деформаций в котле цистерны при ударе в нее чужеродным телом и критических скоростей удара;
- создана методика моделирования остаточных деформаций в котле цистерны. Методика применена для анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) котла цистерны при длительном действии гидростатической нагрузки;
- создана методика определения объема кармана, в котором скапливается не сливаемый груз;
- созданы расчетные схемы для многовариантных расчётов по предлагаемым методикам.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов состоит в сформированных методиках, позволяющие проектировать новые вагоны, не производя дорогостоящих испытаний и натурных объектов.

Полученные результаты могут быть использованы для проектирования систем защиты котла от повреждения в аварийных ситуациях и разработки решений по увеличению перевозочной эффективности вагонов-цистерн.

Предложенные расчетные схемы можно использовать для решения различных видов прочностных задач, возникающих при проектировании вагонов-цистерн.

5. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация включает в себя введение, четыре раздела, заключение, список сокращений и условных обозначений, список литературы и одно приложение. Общий объем работы составляет 157 страниц, основной текст диссертации изложен на 122 страницах. Работа содержит 12 таблиц и 56 рисунков. Список литературы состоит из 207 наименований.

Во введении раскрыты актуальность и степень разработанности темы, указана цель и конкретизированы задачи исследования, приведены положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость работы, раскрыта методология и методы исследования. Отмечены степень достоверности, апробация результатов и реализация результатов исследования.

В первом разделе диссертации проведен анализ литературы, на основании которой выделены основные этапы развития разделов механики деформируемого тела, основные методы и способы анализа НДС котлов цистерн. Описаны конструктивные особенности вагонов-цистерн. Выделены основные достоинства и недостатки расчетных компьютерных программ. Сформулированы цель и задачи исследования.

Во втором разделе диссертации разработаны математические модели, описывающие исследуемые процессы. Приведена методика расчета котла цистерны на прочность при ударе в дугу безопасности. Описанная методика учитывает нелинейные свойства используемых материалов, нелинейный характер приложенной нагрузки, контактное взаимодействие пробойника и оболочки котла и базируется на применении компьютерных расчетных комплексов. Также во втором разделе автором созданы конечно-элементные схемы, используемые для расчетов по предлагаемой методике. Приведен

расчет скорости пробойника, основанный на классических представлениях теоритической механики.

В третьем разделе диссертации разработана математическая модель ползучести. Разработанная модель является основой для методики моделирования остаточных деформаций котла при длительном действии гидростатической нагрузки. Разработаны конечно-элементные схемы различных конструктивных технических решений, направленных на снижение остаточных деформаций. Кроме того, описана методика расчета объема кармана, образованного пластическими деформациями в опорных зонах.

В четвертом разделе диссертации проведена совокупность опытов имитационного моделирования в программных комплексах на основе разработанных методик и расчетных схем. Результаты моделирования приведены в разделе и подвергнуты анализу, итоги которого показывают улучшение прочностных качеств котла цистерны при применении защитных решений, предлагаемых автором.

В заключении диссертации содержатся итоги исследования, рекомендации и сформулированы перспективы дальнейшего развития темы.

Таким образом, содержание диссертации Сурнина А.Ю. соответствуют теме исследования. Диссертация является законченной научно-квалифицированной работой.

6. Замечания по диссертации

По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

1 Предлагаемые технические решения для снижения остаточных деформаций котла, приведенные в разделе 3, следовало бы более подробно описать и обосновать.

2 На рисунке 3.2 плохо различимы конечные элементы лежней и лап. Следовало бы вынести их на рисунок 3.3 вместе с трехмерными моделями опорных узлов.

3 Описание контактных конечных элементов CONTA 174 и TARGE 170 следовало бы привести в разделе 3, а не в разделе 2, так как их применение указывается в 3 разделе.

4 В разделе 2 не до конца понятно каким образом учитываются пластические свойства материала в программном комплексе?

5 На рисунке 3.1 карман котла трудно отличим от конечно-элементной сетки. Следовало бы привести рисунок без границ конечных элементов.

6 В разделе 1 недостаточно полно описана конструкция дуг безопасности.

Отмеченные недостатки не оказывают влияния на ценность и качество диссертации и не влияют на наиболее важные результаты исследования.

7. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Основные положения диссертации в полной мере отражены в автореферате диссертации, что свидетельствует о соответствии автореферата основному содержанию диссертации.

8. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Структура диссертации и ее оформление, а также структура автореферата и его оформление полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

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

- По п. 10 Положения о присуждении ученых степеней диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и содержит новые научно обоснованные результаты и положения в области вагоностроения.

- По п. 11 Положения о присуждении ученых степеней основные научные результаты диссертации в достаточной мере отражены в 5 научных работах, в том числе, три работы в рецензируемых научных изданиях.

- По п. 14 Положения о присуждении ученых степеней в диссертации автором приведены ссылки на источники заимствования материалов и отдельных результатов исследований.

Таким образом, диссертация Сурнина А.Ю. соответствует требованиям, установленным в пунктах 10, 11 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

10. Заключение о соответствии диссертации п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертация Сурнина Артема Юрьевича на тему «Моделирование поведения котла вагона-цистерны при действии локальных нагрузок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук, является завершённой научно-квалификационной работой, в которой

изложены новые научно обоснованные технические решения по повышению прочностных характеристик подвижного состава и эффективности грузоперевозок, имеющие существенное значение для страны, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Сурнин А.Ю. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент,

Третьяков Александр Владимирович,
профессор, доктор технических наук по
специальности 05.22.07 – Подвижной
состав железных дорог, тяга поездов и
электрификация, профессор кафедры
«Вагоны и вагонное хозяйство»
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Петербургский
государственный университет путей
сообщения Императора Александра I»

«10» апреля 2024 г.

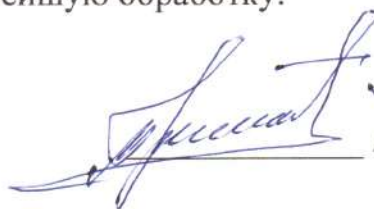


А.В. Третьяков

Почтовый адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 9.

Я, Третьяков Александр Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Сурнина Артема Юрьевича и их дальнейшую обработку.

«10» апреля 2024 г.



А.В. Третьяков



Подпись руки	
удостоверяю.	
Начальник Службы управления персоналом университета	 Г.Е. Егоров
	10. апреля 2024 г.

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию
Сурнина Артема Юрьевича
на тему «Моделирование поведения котла вагона-цистерны при
действии локальных нагрузок», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук
по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов
и электрификация

1. Актуальность избранной темы

Одной из главных задач, которые ставятся перед железнодорожным транспортом, является поддержание функционирования всех его технических компонентов, рассматривая его полноту по-новому, с учетом внедрения новейших достижений науки и техники, чтобы с ростом производства транспортные услуги были комплексными и находились на современном уровне. В настоящее время можно увидеть рост производства и потребления продукции нефтяной и химической промышленности, что определяет необходимость массовой и компактной доставки от производства к потребителям. В то же время железнодорожный транспорт играет важную роль, поскольку значительная часть перевозок этих грузов приходится на вагоны-цистерны. Именно поэтому существует необходимость в постоянном совершенствовании вагонов-цистерн, улучшении технико-экономических показателей с учетом сохранности продукции и безопасности движения. В связи с этим важно улучшить характеристики грузовых вагонов, особенно вагонов-цистерн для перевозки жидких продуктов.

Кроме того, подвижной состав в процессе эксплуатации подвергается воздействиям различного характера, влияющие на прочностные качества конструкции вагонов и безопасность перевозок. Подобные воздействия уменьшают срок службы вагона, что сказывается на эффективности перевозок.

В результате, изучение поведения котла вагона-цистерны под нагрузкой является важной задачей, решение которой позволит составить перечень научно-технических решений, повышающих безопасность движения грузовых вагонов и эффективность перевозок. Указанное делает тему диссертации Сурнина Артема Юрьевича актуальной.

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

Обоснованность научных положений в диссертации обеспечивается использованием достоверных источников информации, классических и ранее апробированных методов и подходов, использованных при выполнении основных разделов работы.

Обоснованием целесообразности применения метода математического и компьютерного моделирования является проведенный обзор литературы, достоверность сформированной математической модели основана на применении классических законов механики, а также устоявшимся порядком формирования системы дифференциальных уравнений, описывающих механическую систему.

Основные выводы, полученные в диссертации, основаны на результатах опытов по численному моделированию, проведенному с конечно-элементной моделью, при разработке которой учитывался накопленный опыт учёных, занимавшихся решением задач схожей проблематики. В результате можно утверждать, что сформулированные в диссертации рекомендации, выводы и научные положения являются обоснованными.

3. Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью составленной математической модели, последовательной верификацией полученных результатов, а также использованием программного продукта, часто применявшегося отечественными учеными для решения схожих задач.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- сформированные методики анализа напряженно-деформированного состояния котла являются уникальными и обладают рядом особенностей, к числу которых относятся учет нелинейных свойств материала, моделирование контактных взаимодействий, учёт непостоянства нагрузки и остаточных напряжений;

- для сравнения исследуемых вариантов при расчете на ползучесть создана методика определения объема остающегося груза при сливе, при использовании которой были получены зависимости объемов от различных факторов;

- при проведении опытов численного моделирования на пробой котла был осуществлен анализ влияния формы и размеров броневой пластины на напряженно-деформированное состояние;

- при проведении опытов численного моделирования ползучести был осуществлен анализ влияния различных факторов на величину деформаций.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость полученных автором результатов заключается в составленных математических и компьютерных моделях, которые могут быть использованы для исследования процессов разрушения котла при внедрении твердых тел и пластических деформаций котла.

Практическая значимость полученных автором результатов заключается в предложенных методиках, которые могут быть использованы при конструировании новых железнодорожных цистерн. В диссертации приведен перечень научно-технических решений по уменьшению объема кармана в котле.

5. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация Сурнина Артема Юрьевича состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и одного приложения. Работа изложена на 157 страницах машинописного текста, содержит 12 таблиц, 56 рисунков, и 122 старницы основного текста. Список литературы содержит 207 наименований.

Во введении обоснована актуальность работы, приведены цель и задачи исследования, приведены положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость работы, раскрыта методология и методы исследования, примененные для достижения цели работы. Отмечены степень достоверности, апробация результатов и реализация результатов исследования.

Первый раздел диссертации посвящен анализу литературных источников по выбранной теме. Раскрыта история развития теории упругости, пластичности, ползучести и методов исследования прочности вагонов. Сделан вывод об актуальности применения метода математического и компьютерного моделирования для решения задач исследования, проведен обзор программных комплексов, реализующих метод конечных элементов, по результатам которого принято решение о применении для исследования программных продуктов Ansys и Femap. Проведенный анализ послужил основой для формирования цели диссертации и разделения цели на задачи.

Во втором разделе выполнено формирование математической модели котла. При формировании математической модели автором были заложены некоторые особенности, к числу которых можно отнести наличие нелинейных зависимостей и моделирование удара. Пользуясь классическими положениями механики деформируемых тел, была составлена система дифференциальных уравнений, пригодная для математического описания сформированной

модели. Описаны конечно-элементные модели котла, используемые для расчета на прочность при ударе.

Третий раздел диссертации посвящен формированию математической модели ползучести и расчетных схем котла для имитационного моделирования остаточных деформаций. При формировании модели ползучести были приняты следующие положения: модель базируется на теории течения, температурное воздействие не учитывалось, в качестве основных параметров были выбраны напряжение, скорость деформаций и время. Приведена методика определения объема остающегося груза в кармане.

Четвертый раздел посвящен численному анализу на основе созданных схем. В разделе приведены результаты исследования напряженно-деформированного состояния котла при действии локальных нагрузок. Для исследования процесса разрушения и деформирования котла определяются значения пластических деформаций. Полученные в результате серий имитационного моделирования данные анализируются, по результатам анализа делается вывод об эффективности применения защитных решений. Указан перечень практических рекомендаций по повышению прочностных качеств котла цистерны.

В заключении приведены результаты диссертации, сформулированы основные выводы по работе.

Содержание диссертации и её структура соответствуют цели и задачам исследования. Диссертация представляет собой целостную и законченную научно-квалифицированную работу.

6. Замечания по работе

По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

1 В разделе 2 недостаточно обоснован выбор именно шестигранных конечных элементов.

2 В методике расчета на пробой, основанной на методе конечных элементов, следовало бы указать количество элементов и порядок разрешающей системы уравнений.

3 При расчете ползучести котла неясно, почему выбрана теория течения.

4 В гистограмме объемов на рисунке 4.27 целесообразно было увеличить масштаб по горизонтали для лучшего сравнения результатов.

5 В разделе 2 описание формы и геометрических размеров пробойника следовало оформить в виде рисунка.

Указанные недостатки не снижают в целом ценность и качество диссертации и не влияют на наиболее важные результаты исследования.

7. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат в полной мере отражает основные выводы и результаты диссертации.

8. Соответствие диссертации и автореферата 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

Диссертация и автореферат диссертации полностью 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.

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

Согласно п. 10 Положения о присуждении ученых степеней диссертация Сурнина Артема Юрьевича обладает внутренним единством, написана автором самостоятельно, содержит новые научные результаты, информация о возможности практической реализации которых также указана автором в работе.

Согласно п. 11 Положения о присуждении ученых степеней основные научные результаты диссертации в полной мере отражены в 3 рецензируемых научных изданиях.

Согласно п. 14 Положения о присуждении ученых степеней в диссертации автором приведены ссылки на источники заимствования материалов и отдельных результатов исследований.

Диссертация Сурнина Артема Юрьевича на тему «Моделирование поведения котла вагона-цистерны при действии локальных нагрузок» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения в сфере улучшения прочностных качеств подвижного состава, внедрение которых внесёт значительный вклад в развитие страны, а именно будет способствовать увеличению защищенности котла цистерны от разрушения при ударе в дугу безопасности и влияния остаточных деформаций, что положительно скажется на безопасности движения и снизит потери груза при сливе, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки).

Официальный оппонент,
Антипин Дмитрий Яковлевич,
кандидат технических наук (05.22.07 –
Подвижной состав железных дорог, тяга
поездов и электрификация), доцент,
директор Учебно-научного института
транспорта федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Брянский государственный
технический университет»


«1» апреля 2024 г.


_____ Д.Я. Антипин

Почтовый адрес: 241035, г. Брянск, бул. 50 лет Октября, д. 7.
Электронная почта: AntipinDY@yandex.ru;
Контактный телефон: +7 (4832) 56-04-66

Я, Антипин Дмитрий Яковлевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Сурнина Артема Юрьевича и их дальнейшую обработку.

«1» апреля 2024 г.


_____ Д.Я. Антипин

