

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Короткевича Сергея Геннадьевича «Расчет и проектирование цистерн прямоугольного сечения повышенной прочности пожарных автомобилей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 – машиноведение, системы приводов и детали машин

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Диссертационная работа посвящена проблеме повышения межремонтного периода эксплуатации цистерн прямоугольного сечения пожарных автомобилей, методам расчета и проектирования рациональных элементов их конструкций и разработке цистерн повышенной прочности.

Результаты расчетов, проектирования и моделирования подтверждены экспериментально с использованием современного тензометрического оборудования и путем ежегодных диагностических обследований модернизированных цистерн повышенной прочности в аварийно-спасательных подразделениях МЧС Республики Беларусь на предмет нарушения герметичности конструкций.

Указанные направления исследований в полной мере соответствуют специальности 05.02.02 – машиноведение, системы приводов и детали машин, а рассматриваемая диссертационная работа относится к отрасли технических наук.

2. Актуальность темы диссертации

Разработка тонкостенных конструкций цистерн прямоугольного сечения проводится ведущими мировыми фирмами пожарной техники. Особенности эксплуатации пожарных автоцистерн вызывают необходимость осуществлять их движение по проселочным дорогам, а также в условиях бездорожья. Кроме того, ежедневное следование пожарных автомобилей к месту возникновения чрезвычайных ситуаций происходит в режимах «ускорение», «торможение», «поворот». При таких условиях конструкции цистерн испытывают значительные нагрузки, передаваемые через раму шасси и от перевозимой жидкости.

При проектировании цистерн не всегда достаточно внимания уделяется анализу условий эксплуатации пожарной техники, исследованию характера формирования напряженно-деформированного состояния и уровня нагруженности конструкций, выбору рациональных форм и геометрических параметров их элементов. Решение таких задач возможно при разработке новых методик проектирования, предусматривающих математическое 3D моделирование с использованием современных программных комплексов, позволяющих учитывать при расчете комплекс эксплуатаци-

онных нагрузок, возникающих при движении, а также особенности геометрических параметров элементов конструкций цистерн.

Таким образом, диссертационная работа Короткевича С.Г. посвящена решению актуальной проблемы, направлена на прогнозирование технического состояния цистерн прямоугольного сечения пожарных автомобилей в процессе эксплуатации, а также разработку расчетной методики моделирования напряженного состояния их конструкций, позволяющей по критериям нагруженности и прочности проектировать отдельные элементы.

Актуальность диссертационной работы определяется ее практической направленностью.

Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям:

фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12.03.2015 № 190 в части «Системы и комплексы машин»;

научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 22.04.2015 № 166, в части «Промышленные и строительные технологии и производство»;

научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2021 – 2025 годы, утвержденным Указом президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156 (в части пп. 4.1, 6.2, 6.6).

Результаты исследований получены, в том числе, в рамках выполнения договора с БРФФИ от 30 июня 2018 г. № Т18-008, № ГР 20181225, 2018–2020 гг., а также НИР Университета гражданской защиты МЧС Беларуси (№ регистрации 17-09 от 02 января 2017 г., 17-20 от 01 сентября 2017 г. и 21-21 от 01 сентября 2021 г.).

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации и научных положений, выносимых на защиту

Основные результаты и положения, выносимые на защиту, являются новыми. Соискателем:

– разработана, научно обоснована, экспериментально подтверждена и промышленно апробирована методика моделирования напряженного состояния конструкций цистерн прямоугольного сечения пожарных автомобилей, основанная на разработанных конечно-элементных моделях, отличающаяся учетом параметров и условий, характеризующих особенности режимов движения пожарных автомобилей, а также экспериментально установленных максимальных значений ускорения, возникающего под действием инерционных нагрузок в конструкциях;

– установлены новые зависимости, связывающие параметры (скорость, ускорение, торможение, поворот) и условия (вид дорожного покрытия

тия), характеризующие особенности режимов движения пожарных автомобилей, со значениями ускорения, возникающего под действием инерционных нагрузок в конструкциях цистерн, а также с уровнем повторно-переменных напряжений, возникающих в областях угловых соединений элементов конструкций;

– созданы новые конечно-элементные 3D модели конструкций цистерн прямоугольного сечения пожарных автомобилей, отличающиеся учетом инерционных нагрузок, гидравлического давления, физико-механических характеристик, геометрических параметров, использование которых позволило исследовать напряженное состояние конструкций цистерн, проектировать по критериям нагруженности и прочности отдельные их элементы и установить наиболее нагруженные узлы;

– установлены новые закономерности, связывающие уровень напряжений, возникающих в наиболее нагруженных узлах, с режимами движения пожарных автомобилей, а также тип, размеры и расположение элементов, повышающих прочность цистерн, позволившие разработать модернизированные конструкции цистерн объемом 5, 8 и 10 м³ с повышенным в 1,2–1,6 раза запасом прочности по сравнению с серийными.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленные в работе результаты исследований научно обоснованы и методологически подтверждены. Постановка задач и методы их достижения опираются на актуальные технические решения и средства. Для экспериментальных исследований применялись современные методики и средства измерений, а обработка результатов выполнена с помощью адекватного математического аппарата. Полученные результаты и сформулированные выводы соответствуют современным направлениям развития технологии в областях диагностики и прогнозирования технического состояния объектов машиностроения, прошли апробацию на конференциях, широко опубликованы в научных изданиях, внедрены в производство. Заключительные выводы диссертации обоснованы, подтверждены материалами исследований, которые отражены в приложениях.

Обоснованность и достоверность заключительных выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается тем, что они согласуются с фундаментальными положениями технологии машиностроения, методам теории проектирования элементов технических конструкций. Достоверность полученных результатов подтверждена также практической апробацией в производстве разработанной методики моделирования напряженного состояния, разработанных рекомендаций по проектированию конструкций цистерн повышенной прочности.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научную значимость имеют полученные автором результаты:

– теоретическое обоснование методики моделирования напряженного состояния конструкций цистерн прямоугольного сечения пожарных автомобилей, учитывающей эксплуатационные нагрузки, зависящие от параметров и условий, характеризующих особенности режимов движения пожарных автомобилей, а также экспериментально установленных максимальных значений ускорения, возникающего под действием инерционных нагрузок в конструкциях;

– установленные закономерности, которые комплексно связывают параметры (скорость, ускорение, торможение, поворот) и условия (вид дорожного покрытия), характеризующие особенности режимов движения пожарных автомобилей, а также тип, размеры и расположение элементов, повышающих прочность цистерн, с уровнем и характером распределения полей напряжений, возникающих в наиболее нагруженных узлах их конструкций;

– выбор и реализация рациональных геометрических параметров элементов, повышающих прочность цистерн прямоугольного сечения, применение которых позволило разработать рекомендации по конструированию цистерн объемом 5, 8 и 10 м³ с повышенным в 1,2–1,6 раза запасом прочности пожарных автомобилей на шасси МАЗ-5337 и МАЗ-6317 и обеспечить увеличенный межремонтный период эксплуатации данных конструкций не менее чем в 1,5–2 раза.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в разработке расчетной методики, позволяющей проектировать конструкции цистерн прямоугольного сечения пожарных автомобилей с учетом особенностей эксплуатационной нагруженности. Применение полученных результатов в современных условиях функционирования аварийно-спасательных подразделений позволит повысить эффективность использования пожарных автомобилей и обеспечить их постоянную боевую готовность.

Экономическая значимость результатов исследований подтверждается апробацией и применением в промышленности разработанной расчетной методики моделирования напряженного состояния конструкций цистерн прямоугольного сечения пожарных автомобилей, а также внедрением в аварийно-спасательные подразделения МЧС новых конструкций цистерн повышенной прочности. Экономический эффект от использования разработки составил 1328,34 бел. руб. на одну единицу техники, а ожидаемый экономический эффект для Республики Беларусь, с учетом прогнозируемого срока эксплуатации 10 лет модернизированных цистерн пожарных автомобилей на шасси МАЗ-5337 – 121 733,7 бел. руб.

Результаты работы внедрены в ООО «ПОЖСНАБ», аварийно-спасательные подразделения МЧС Республики Беларусь, ОАО «Гомсельмаш», а также в образовательный процесс Университета гражданской защиты МЧС Беларуси и Гомельского государственного технического университета им. П.О.Сухого.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

По материалам диссертации опубликовано 27 работ, в том числе 13 статей в научных изданиях по перечню ВАК (7,4 авт. л.), 5 статьях в сборниках конференций; 9 материалах докладов на международных конференциях. Получено 2 патента на полезные модели.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Работа оформлена в соответствии с требованиями инструкции ВАК. Автореферат по содержанию соответствует диссертации. Выводы основаны на содержании работы.

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

Объем диссертации составляет 251 лист. Работа содержит 109 рисунков, 29 таблиц, библиографический список, содержащий 212 источников, включая список публикаций соискателя 27 наименований, 14 приложений.

8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Уровень результатов диссертационных исследований характеризует автора как состоявшегося специалиста в областях машиноведения, технологии машиностроения, проектирования новых конструкций цистерн и прогнозирования их напряженного состояния, а также способного ставить и решать актуальные научные и прикладные задачи.

Научная новизна и практическая и значимость диссертационной работы подтверждают, что квалификация ее автора – Короткевича Сергея Геннадьевича соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к соискателям ученой степени кандидата технических наук и характеризуют его как высококвалифицированного специалиста и исследователя.

9. Замечания и предложения по диссертации

В качестве объекта исследований автором выбраны цистерны прямоугольного сечения трех различных объемов, в том числе используемые на шасси МАЗ. Причинами (критериями) такого выбора в работе приводятся наибольшая распространенность цистерн данной конфигурации в

практике применения на пожарных автомобилях и более эффективное использование пространства для размещения бортового оборудования. Вместе с тем, из литературы известно, что резервуары, например, круглого и/или эллиптического сечения имеют бóльшую жесткость и прочность, чем прямоугольные. Кроме того, при изготовлении резервуара в форме параллелепипеда может быть до 12 сварных швов при «стыковке» его стенок. Такие конструктивные особенности могут «не выдержать» высоких динамических нагрузок, например, при маневрах пожарного автомобиля на большой скорости.

Применение различных дополнительных элементов, повышающих жесткость и прочность цистерны (косынки, ребра, профили и т.п.), может повлиять на затраты при изготовлении резервуаров пожарного назначения, их технологическом обслуживании и диагностике. Исходя из представленной в работе геометрии «расстановки» этих элементов как в серийных цистернах, так и в модернизированных по рекомендациям соискателя, есть основания предположить, что данные элементы не позволяют использовать всю технологическую жидкость при тушении пожара.

Учитывая изложенное полагаю, что данную диссертационную работу украсило бы отражение в ней этих вопросов.

Предлагается в дальнейшем развитии исследований, проведенных автором в рамках данной работы, дать оценку с технической, регламентной и/или экономической точки зрения характеристик эксплуатации цистерн различной формы сечения с применением методик соискателя, адаптированных к геометрии конструкции, в том числе использования технологической жидкости (как оптимальный баланс между количеством дополнительных упрочняющих элементов, местами их размещения и объемов помещаемой в цистерну технологической жидкости).

Указанные замечания не имеют принципиального характера, не влияют на полученные результаты, выводы и общую положительную оценку диссертационной работы.

10. Заключение

Работа характеризуется новизной и оригинальностью реализованных подходов к расчету и проектированию конструкций цистерн повышенной прочности пожарных автомобилей.

Диссертация «Расчет и проектирование цистерн прямоугольного сечения повышенной прочности пожарных автомобилей» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и по содержанию соответствует специальности 05.02.02 – машиноведение, системы приводов и детали машин, по содержанию и оформлению отвечает требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Короткевич Сергей Геннадьевич заслуживает присуждения

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 – машиноведение, системы приводов и детали машин за новые научно-обоснованные результаты, **включающие:**

– методику моделирования напряженного состояния конструкций цистерн прямоугольного сечения пожарных автомобилей, учитывающую эксплуатационные нагрузки, зависящие от параметров и условий, характеризующих особенности режимов движения пожарных автомобилей, а также экспериментально установленные максимальные значения ускорения, возникающего под действием инерционных нагрузок в конструкциях, что позволило на основе 3D конечно-элементных моделей проектировать по критериям нагруженности и прочности отдельные элементы цистерн, прогнозировать характер формирования и распределения полей напряжений в конструкциях, а также места вероятного их разрушения;

– экспериментально установленные зависимости, связывающие параметры (скорость, ускорение, торможение, поворот) и условия (вид дорожного покрытия), характеризующие особенности режимов движения пожарных автомобилей с значениями ускорения, возникающего под действием инерционных нагрузок в конструкциях цистерн объемом 5, 8 и 10 м³, использование которых при конечно-элементном моделировании позволило установить уровень нагруженности конструкций и повторно-переменными напряжениями, возникающими в конструкциях цистерн прямоугольного сечения;

– установленные закономерности, которые комплексно связывают параметры и условия, характеризующие особенности режимов движения пожарных автомобилей, а также тип, размеры и расположение элементов, повышающих прочность цистерн прямоугольного сечения, с уровнем и характером распределения полей напряжений, возникающих в наиболее нагруженных узлах их конструкций,

что в совокупности позволило разработать новые конструкции цистерн прямоугольного сечения объемом 5, 8 и 10 м³ пожарных автомобилей на шасси МАЗ-5337 и МАЗ-6317 с повышенным в 1,2–1,6 раза запасом прочности и увеличенным не менее чем в 1,5–2 раза межремонтным периодом, а также обеспечить снижение на 20–25 % затрат на проведение ремонтных работ.

Официальный оппонент,

заместитель генерального директора по научной работе и инновационной деятельности
Объединенного института машиностроения
НАН Беларуси, кандидат технических наук



[Handwritten signature]
О.М. Еловой

01 АЕК 2022

Отзыв по отзыву в Свб
02.12.22
Еловой секр

С отзывом ознакомлен
06.12.22
Prof. С.Т. Федосович