

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
МАДИ

д.т.н. С.В. Жанказиев

декабрь 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» на диссертацию Хрякова Кирилла Станиславовича «Повышение устойчивости скоростных безрельсовых транспортных средств при прохождении кривых малого радиуса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин

1. Актуальность темы исследования

Совершенствование систем обеспечения курсовой и траекторной устойчивости скоростных транспортных средств является одним из основных направлений работы по повышению безопасности эксплуатации автомобильного транспорта. За последние десятилетия, главной тенденцией в области обеспечения устойчивости стало использование систем автоматического управления параметрами движения автомобиля, влияющими на его устойчивость. Диссертация, представленная К.С. Хряковым, посвящена разработке способа и системы обеспечения устойчивости и улучшения управляемости скоростных транспортных средств при прохождении кривых малого радиуса за счет управления аэродинамическими элементами. Тему диссертации следует

охарактеризовать как актуальную и важную для развития конструкций гоночных автомобилей и автоспорта в Российской Федерации.

2. Оценка структуры и содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка литературы. Структура диссертации и ее содержание находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели и задачам исследования, отвечают критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования. Положения, выносимые соискателем на защиту, а также сформированные в диссертации выводы и предложения, как и результаты исследования, являются новыми.

Введение содержит аннотацию работы и характеристику ее содержания.

В первой главе рассматривается классификация скоростных безрельсовых транспортных средств и приводятся оценочные показатели их устойчивости. Автор рассматриваются факторы, влияющие на устойчивость скоростных транспортных средств, и на основании литературного обзора, оценивается степень исследованности каждого фактора. По результатам обзора, сделан вывод о неизученности влияния вибраций аэродинамических элементов скоростных транспортных средств, генерирующих прижимную силу, на устойчивость при прохождении кривых малого радиуса.

Вторая глава диссертации посвящена исследованию вибраций аэродинамических элементов скоростных транспортных средств. Автором проведены экспериментальные исследования вибраций переднего антикрыла гоночного автомобиля Даллара T12 на гоночной трассе Моторлэнд Арагон (Испания). Разработана математическая модель скоростного транспортного средства в программе Matlab – Simulink, учитывающая вибрации его аэродинамических элементов. Оценка адекватности модели проведена при

помощи метода спектрального анализа, путем сравнения результатов моделирования и экспериментальных данных.

В третьей главе диссертации рассматривается влияние вибраций аэродинамических элементов скоростных транспортных средств на уровень генерируемой ими прижимной силы. Автором проведены аэродинамические расчеты переднего антикрыла гоночного автомобиля Даллара T12 в двух расчетных случаях, моделирующих движение автомобиля в кривых разного радиуса и с разными скоростями. Для определения степени влияния вибраций на прижимную силу в каждом расчетном случае проведены моделирования недеформируемого и деформируемого антикрыла. На основании результатов, полученных при аэродинамических расчетах, сделаны выводы о влиянии вибраций аэродинамических элементов на устойчивость движения в кривых малого радиуса.

Четвертая глава посвящена разработке способа и системы обеспечения устойчивости и улучшения управляемости скоростных транспортных средств при прохождении кривых малого радиуса, за счет управления закрылками антикрыльев. Автором разработан алгоритм, основанный на непрерывной оценке управляемости автомобиля, путем сравнения реального угла поворота руля с «теоретическим углом поворота», необходимым и достаточным для прохождения кривой в конкретных условиях, и вычисляемым исходя из значений параметров движения автомобиля. Следует отметить, что разработанная автором система обеспечения устойчивости позволяет увеличить скорости прохождения как криволинейных, так и прямых участков трассы. Этот эффект достигается за счет оптимального использования прижимной силы и силы лобового сопротивления. Для оценки эффективности работы системы приведены результаты прохождения одного круга трассы Моторлэнд Арагон, автомобилем, оборудованным и необорудованным системой обеспечения устойчивости, полученные методами математического моделирования.

В заключении приводятся основные результаты исследования, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

3. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации

Содержание диссертации соответствует заявленной научной специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин. Разделы диссертации соответствуют следующим областям исследования паспорта специальности:

- п.1. Теория и методы исследования процессов, влияющих на техническое состояние объектов машиностроения, способы управления этими процессами.

- п.4. Методы исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения, в том числе на основе компьютерного моделирования.

4. Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию и полностью отражает ее научную новизну и практическую значимость. Рукопись автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

5. Личный вклад соискателя в получении результатов исследования

Лично соискателем:

- 5.1. проведены экспериментальные исследования аэродинамических элементов скоростных транспортных средств на примере переднего антикрыла гоночного автомобиля Даллара T12;
- 5.2. разработана математическая модель движения гоночного автомобиля Даллара T12, учитывающая вибрации его аэродинамических элементов, возникающих при езде по трассе;

- 5.3. методами вычислительной аэродинамики установлена степень влияния вибраций аэродинамических элементов на уровень генерируемой ими прижимной силы;
- 5.4. разработан способ и система обеспечения устойчивости и улучшения управляемости скоростных транспортных средств при прохождении кривых малого радиуса, за счет управления закрылками антикрыльев.

6. Степень достоверности результатов исследования

Достоверность полученных результатов обосновывается корректностью допущений, принятых при постановке и решении задач методами математического моделирования, а так же подтверждается результатами экспериментальных исследований.

7. Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов

Теоретическая значимость диссертации заключается в разработке способа обеспечения устойчивости и улучшения управляемости, основанного на непрерывном сравнении реального угла поворота руля транспортного средства с теоретическим углом поворота, необходимым и достаточным для прохождения кривой в конкретных условиях.

Практическая значимость заключается в разработке имитационной модели скоростного транспортного средства, учитывающей вибрации его аэродинамических элементов. Гибкая структура модели позволяет использовать ее для анализа динамики шасси при проектировании гоночных автомобилей разнообразных конструкций.

Разработанная автором система обеспечения устойчивости при установке на гоночный автомобиль типа формула-1 позволяет уменьшить время прохождения круга за счет повышения скоростей движения в кривых и на прямых участках трассы.

8. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

- 8.1. Полученные автором результаты исследований вибраций аэродинамических элементов скоростных транспортных средств могут быть использованы при проектировании новых, более жестких, конструкций аэродинамических элементов, менее податливых влиянию вибраций.
- 8.2. Разработанную математическую имитационную модель скоростного транспортного средства, учитывающую вибрации его аэродинамических элементов, целесообразно использовать при проектировании новых гоночных автомобилей. Модель позволит сэкономить материальные затраты и время на стадии предпроектного анализа динамики движения, работы подвески, влияния вибраций на комфорт водителя и получения нагрузок, передающихся на аэродинамические элементы со стороны шасси автомобиля.
- 8.3. На основе третьего раздела диссертации следует выработать нормы аэродинамического расчета гибких элементов кузова автомобиля, методами компьютерного моделирования, предписывающие учет деформаций конструкций с целью выявления влияния этих деформаций на потоки воздуха.
- 8.4. Разработанная автором система обеспечения устойчивости и улучшения управляемости скоростных транспортных средств может быть внедрена в процесс проектирования современных спортивных автомобилей, оборудованных антикрыльями.

9. Новизна полученных результатов

Соискателем установлена степень влияния вибраций аэродинамических элементов, генерирующих прижимную силу, на устойчивость скоростного транспортного средства при прохождении кривых. В диссертации разработаны способ и система обеспечения устойчивости и улучшения

управляемости скоростных транспортных средств при прохождении кривых малого радиуса за счет управления аэродинамическими элементами, на основе непрерывного сравнения реального угла поворота руля транспортного средства с теоретическим углом поворота, необходимым и достаточным для прохождения кривой в конкретных условиях.

10.Замечания по диссертационной работе

- 10.1. Во введении диссертации не полностью раскрыта научная новизна работы. Представленная автором формулировка научной новизны не отражает всего спектра проведенных в диссертации исследований.
- 10.2. Во второй главе диссертации, при описании динамики движения кузова автомобиля не учитываются взаимные связи поступательных и вращательных движений. При моделировании плоского движения, что и проделал в своей работе автор, это не принципиально важно, но об этом следовало бы упомянуть.
- 10.3. При описании уравнений, описывающих работу подвески скоростного транспортного средства, перераспределение вертикальных реакций рассчитывается от деформации шин. Целесообразно рассчитывать перераспределение реакций от ускорений центра масс, так как деформации шин являются запаздывающими последствиями приложения сил.
- 10.4. При описании взаимодействия шины с опорной поверхностью приводится «магическая формула» Пацейки, не описывающая изменения реакций при изменении углов увода.
- 10.5. В четвертой главе при определении «теоретического» угла поворота руля не учитываются углы увода пневматических шин.

Отмеченные замечания не снижают ценности работы и носят характер рекомендаций для дальнейшей научно-практической деятельности автора, которую, несомненно, следует продолжить.

11. Заключение по диссертации о соответствии её требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

В соответствии с требованиями п. 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» диссертация Хрякова Кирилла Станиславовича 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.

Основные научные результаты диссертации Хрякова Кирилла Станиславовича опубликованы в рецензируемых научных изданиях, что соответствует требованиям п. 11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

В своей диссертации Хряков Кирилл Станиславович ссылается на авторов и источники заимствования материалов, использует результаты научных работ, выполненных им лично и в соавторстве, и отмечает в диссертации это обстоятельство, что соответствует требованиям п. 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Диссертация Хрякова Кирилла Станиславовича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения по повышению устойчивости и улучшению управляемости скоростных безрельсовых транспортных средств при прохождении кривых малого радиуса, имеющие существенное значение для совершенствования конструкций отечественных гоночных автомобилей и развития автоспорта в Российской Федерации, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой

степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02. –
Машиноведение, системы приводов и детали машин.

Заключение рассмотрено на заседании кафедры «Автомобили»
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)».

По результатам обсуждения диссертации сформулировано
положительное решение.

Протокол №_12_ от «12_» декабря 2016 г.

Заключение составлено:

Иванов Андрей Михайлович, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Автомобили» федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет (МАДИ)»

Диссертация защищена по специальности 05.05.03 – Колесные и гусеничные
машины

125319, г. Москва, Ленинградский пр-т, 64

телефон: 8 499 155 0384

электронная почта: ivanov-am@madi.ru



«12» декабря 2016 г. А.М. Иванов