

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Мустафаева Юрия Кямаловича
«Динамика ходовых частей вагона с учётом гироскопических свойств колёсных пар», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

В современных экономических и политических условиях перед предприятиями транспортного машиностроения стоят большие задачи: обеспечение отрасли новыми вагонами, имеющими большую грузоподъемность и увеличенную максимальную безопасную эксплуатационную скорость. Выполнение указанных задач невозможно без выполнения теоретических исследований в области динамики подвижного состава и его взаимодействия с рельсовым путем. Исследование автора посвящено актуальной теме анализа и оценки влияния гироскопических свойств колесных пар на динамические характеристики конструктивных элементов тележки грузового вагона. В работе проведен анализ влияния гироскопических свойств колесной пары на примере двух упрощенных моделей. В первой – рассмотрена задача качения идеальной колесной пары с конической поверхностью катания колеса по двум параллельным прямым, представляющим собой рельсовый путь. При этом учитывается упругое проскальзывание и влияние гироскопических и инерционных сил.

Вторая модель представляет собой ротор в симметричных неравноупругих опорах. Такая постановка позволяет оценить собственные и определить критические частоты при наличии возмущающего воздействия в виде динамического дисбаланса или неровностей на поверхности рельса или колеса. Это позволяет оценить поступательную скорость, при которой возможно развитие нежелательных колебаний, а также обосновать выбор параметров, при которых таких резонансных явлений не будет возникать в допустимом диапазоне скоростей. Уравнения движения ротора, полученные на основе этой же модели, позволяют определить динамические реакции в опорах ротора, что несет практическую ценность для определения величины динамической нагрузки, испытываемой подшипниками буксовых узлов колесных пар.

Комплексный учет влияния гироскопических сил, воздействующих на конструкцию тележки в целом, производится автором в разработанной им модели динамики тележки грузового вагона, представленной как система абсолютно твердых тел, имеющих упруго-демпфирующие связи. При этом для каждого тела определены координаты в виде линейных и угловых координат. А решение уравнений движения позволяет найти уравнения движения, скорости и ускорения, что позволяет проводить силовой анализ в любом сочленении конструкции.

Научная новизна представленной работы заключается в разработке математических моделей движения колёсной пары и тележки грузового вагона с учётом гироскопических свойств колёсных пар, позволяющих проанализировать и оценить различные аспекты воздействия гироскопических эффектов вращающихся колесных пар.

Практическая значимость заключается в возможности анализа влияния конструкционных параметров ходовых частей вагона на показатели динамики и качества хода при учёте гироскопических воздействий с помощью разработанных автором методик и программ, что позволит ускорить модернизацию существующих и разработку новых образцов техники.

В ходе ознакомления с авторефератом возникли следующие замечания:

1. Из текста автореферата не ясно, как определялись параметры упруго-демпфирующих связей между телами, представляющими детали конструкции тележки вагона?
2. В работе представлена оценка влияния возмущающих воздействий (дисбаланс, несоосность и т.д.) на колебания колёсной пары. Следовало привести подобный анализ для разработанной во второй главе модели тележки вагона.
3. В равенствах (7) для работы фигурирует функция sign , которая, как известно, разрывна. Это означает, что решаемая в работе система (4) сводится к системе дифференциальных уравнений с разрывной правой частью. В автореферате не указано, каким методом решалась эта система, и не оговаривается, пригоден ли этот метод для систем с разрывной правой частью.

Несмотря на указанные замечания, общая оценка работы – положительная.

На основе анализа основных положений проведенного автором исследования, представленных в автореферате, можно сделать вывод, что диссертация «Динамика ходовых частей вагона с учётом гироскопических свойств колёсных пар», выдвигаемая на соискание учёной степени кандидата технических наук, представляет собой завершённое научное исследование, отвечающее требованиям ВАК, а её автор, Мустафаев Юрий Кямалович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки).

Доцент, к.ф.-м.н.,
доцент кафедры прикладной математики,
дифференциальных уравнений
и теоретической механики
ФГБОУ ВО "МГУ им. Н. П. Огарёва"

А. О. Сыромясов

Подпись А. О. Сыромясова заверяю

Ученый секретарь
ученого совета университета
профессор

М. М. Гудов

Отзыв на автореферат диссертационной работы

Мустафаева Юрия Кямаловича

«Динамика ходовых частей вагона с учётом гироскопических свойств колёсных пар»,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Диссертационная работа Мустафаева Ю.К. посвящена оценке влияния гироскопических свойств вращающихся колёсных пар вагона на динамику его тележки. Задача учёта гироскопических свойств вращающихся деталей известна в сфере инженерно-конструкторской практики в различных отраслях машиностроения, например, в авиации и двигателестроении, судостроении, где применяются быстро вращающиеся турбомшины, закрепляемые на подвижном основании. Учитывая, что в железнодорожной отрасли также отмечается тенденция к росту скоростей, влияющих на частоту вращения колёсных пар, а также то обстоятельство, что кроме колёсных пар на борту железнодорожной техники имеются электродвигатели, а также предпринимаются попытки установки газовых турбин и высокооборотных дизель-генераторов, становится очевидной актуальность исследований по анализу влияния гироскопических свойств вращающихся деталей на элементы конструкции. Поэтому работа автора, посвященная исследованию влияния гироскопических свойств колёсных пар является актуальной.

Научная новизна заключается в том, что автором проведена работа по учету и анализу влияния гироскопических свойств колёсных пар. Отличительной особенностью разработанной автором модели является тот факт, что вращающаяся колёсная пара представлена закрепленной в опорах, имеющих неравномерное упругое поле в плоскости, перпендикулярной оси вращения, что вносит ряд особенностей в уравнения движения ротора.

К качеству практической значимости работы следует отметить, прежде всего, возможность анализа и количественной оценки вклада в динамическую нагруженность конструкции железнодорожных экипажей гироскопических сил и моментов, возникающих при движении вращающихся колёсных пар.

Следует отметить, что работа автора представляет собой преимущественно теоретические изыскания в области динамики подвижного состава, что соответствует паспорту специальности. В то же время исследование открывает целый ряд вопросов, на который автором не дано ответов. Например, представляет интерес решение задачи вращения ротора для несимметричных анизотропных опор и в случае несимметричности самого ротора. Следует

расширить анализ и оценку влияния коэффициентов вязкого демпфирования не только на амплитуду, но и на частоту колебаний. Указанные замечания не снижают ценности проведенных автором исследований и носят рекомендательный характер для дальнейших исследований.

Общая оценка диссертационной работы Мустафаева Ю.К. «Динамика ходовых частей вагона с учётом гироскопических свойств колёсных пар», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук, положительная.

Основываясь на материалах и основных положениях проведенного исследования, представленных в автореферате, можно сделать заключение, что по актуальности, объёму выполненных исследований и публикаций, научной и практической значимости диссертация Мустафаева Юрия Кямаловича соответствует требованиям ВАК, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки).

Доцент кафедры теоретической механики
и сопротивления материалов
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»
кандидат физико-математических наук, доцент
Муштари Айрат Ильдарович

тел.: 8(843)2314118

e-mail: tmsm@kstu.ru

адрес: 420015, Республика Татарстан, г.Казань,
ул. Карла Маркса, д.68

Исхитов И. И.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Мустафаева Юрия Кямаловича «Динамика ходовых частей вагона с учётом гироскопических свойств колёсных пар», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности

05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Выбранная автором тема работы посвящена исследованию динамики ходовых частей вагонов, что является актуальным вопросом, учитывая тенденции к повышению скоростей движения подвижного состава в целом, и грузовых поездов в частности. Одним из факторов, влияющих на динамику ходовых частей, по мнению диссертанта, являются гироскопические моменты от колёсных пар, обусловленные их вращением во время движения.

В диссертационной работе Мустафаев Ю.К. последовательно подошёл к рассмотрению влияния гироскопических свойств: во-первых, поставив и решив по второй главе задачу исследования указанного влияния на отдельно взятую колёсную пару, во-вторых разработал в третьей главе модель тележки грузового вагона, включив в неё учёт гироскопических свойств и затем в четвертой главе выполнил численные исследования на основе разработанной модели.

Во второй главе автором выявлены особенности движения колёсной пары с учётом гироскопического эффекта, например, увеличения длины волны извилистого движения в рельсовой колее, возникновение резонансных угловых колебаний, обусловленных наличием возмущающих воздействий в виде дисбаланса, нецилиндричности или несоосности колеса. Отмечено, что с ростом частоты вращения колесной пары происходит изменение частоты собственных колебаний, дана численная оценка указанному изменению частоты.

В третьей главе автор разработал математическую модель динамики трёхэлементной тележки грузового вагона, в которой учтены гироскопические эффекты от вращения колёсных пар. Как отмечено автором, указанная модель представляет собой систему 60 нелинейных дифференциальных уравнений движения, численное решение которой проведено в четвертой главе диссертации. В целях ускорения работы программы численного анализа автором выполнена частичная линеаризация уравнений, что позволило уменьшить время расчетов в 7-9 раз по заявлению автора. В результате работы программы автор получает кинематические и динамические характери-

стики движения элементов конструкции тележки, которые позволяют судить о динамических процессах, происходящих при её движении.

В качестве замечаний, можно отметить следующее:

1. На рисунке 1 автореферата и в комментариях к системе (1) автором используется термин «частота виляния колёсной пары», а в заключении присутствует фраза «увеличение длины волны извилистого движения». Как связаны указанные величины?
2. В четвертой главе идет речь о численном решении системы нелинейных дифференциальных уравнений и о способе повышения быстродействия путем частичной линеаризации уравнений, однако не сказано, какие численные методы и параметры численных алгоритмов использовались. Возможно, выбор другого алгоритма численного решения дал бы еще больший прирост быстродействия.

В целом, указанные замечания не снижают ценности научных результатов, полученных автором. Работа представляет собой законченное, оформленное научное исследование, проведенное автором самостоятельно.

Изложенные в автореферате основные положения работы позволяют сделать вывод, что диссертация Мустафаева Юрия Кямаловича «Динамика ходовых частей вагона с учётом гироскопических свойств колёсных пар», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, обладает научной новизной и практической ценностью, удовлетворяет требованиям ВАК, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Воронцов Денис Сергеевич,

к.т.н. по спец. 05.05.04 - Дорожные, строительные
и подъемно-транспортные машины, доцент, заве-
дующий кафедрой ППСДМ,

ФГБОУ ВО СГУПС, 630049, г. Новосибирск, ул.
Дуси Ковальчук, 191

8-383-328-05-62, voroncovds@stu.ru

25 июня 2021 года

Подпись Д. С. Воронцова заверяю

Т. М. Москвина

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Мустафаева Юрия Кямаловича
«Динамика ходовых частей вагона с учётом гироскопических свойств колёсных пар»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и
электрификация».

Динамические качества подвижного состава оказывают непосредственное влияние на надёжность эксплуатации и безопасность движения в целом. Учитывая стремление к повышению эксплуатационных скоростей, в том числе и грузового подвижного состава, актуальность исследований динамики подвижного состава в области повышенных скоростей движения становится неоспоримой. Диссертационная работа автора посвящена исследованию влияния гироскопических свойств вращающихся колёсных пар на динамику трёхэлементной тележки грузового вагона. В частности, в работе рассмотрено движение колёсной пары отдельно от остальных элементов тележки и выполнена оценка явлений, связанных с проявлением её гироскопических свойств. Таким образом, обосновав необходимость учета возникающих гироскопических эффектов, автор разработал модель динамики тележки грузового вагона в виде системы уравнений и выполнил их численное интегрирование.

Научная новизна работы заключается в исследовании и анализе влияния гироскопических свойств вращающихся колёсных пар на динамику ходовых частей вагона.

Практическая значимость заключается в возможности применения разработанных автором математических моделей и программ для исследования динамических процессов при движении на высоких скоростях, в возможности обоснованного выбора рациональных конструктивных параметров ходовых частей и элементов тележек грузовых вагонов, что может способствовать развитию железнодорожного машиностроения в области скоростных грузоперевозок.

В ходе ознакомления с авторефератом возникли следующие замечания:

1) на странице 9 автореферата сказано, что кинематические уравнения Клингеля были модифицированы путём введения поправок к геометрии колёсных пар. Следует пояснить суть поправок и на основании чего они введены.

2) в уравнениях (1) не пояснены некоторые обозначения, в частности параметры ψ и θ .

3) на рисунке 7 справа приведены графики, однако пояснений к ним не дано.

Приведенные замечания не снижают общей ценности приведенного исследования и относятся, скорее, к редакционным неточностям.

Исходя из основных положений, изложенных в автореферате, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук диссертация «Динамика ходовых частей вагона с учётом гироскопических свойств колёсных пар» является законченной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям ВАК, а её автор, Мустафаев Юрий Кямалович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Заведующий кафедрой
«Вагоны и вагонное хозяйство»
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ростовский государственный
университет путей сообщения»
кандидат технических наук, доцент

Олег Андреевич Ворон

Профессор кафедры
«Вагоны и вагонное хозяйство»,
доктор технических наук,
профессор

Александр Дмитриевич Петрушин

344038, Россия, г. Ростов-на-Дону,
пл. Ростовского Стрелкового
Полка Народного Ополчения, д.2
Тел., факс 8 (863) 272-63-86
E-mail: vvh@rgups.ru

Подпись *Ворона*
Петрушина
МОСТОВЕРЯЮ



Т.М. Канина