

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Курзиной Ангелины Михайловны «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности

05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Поиск эффективных методов снижения интенсивности износа гребней колес вагонов и локомотивов остается в настоящее время злободневной задачей, т.к. несмотря на проведенные многочисленные исследования в этом направлении количество случаев текущего отцепочного ремонта, связанных с неисправностями колесных пар по данному виду дефекта, не снижается. Поэтому, выбранная автором диссертационной работы тема научного исследования, является актуальной.

На основе анализа отечественного и зарубежного опыта по предотвращению массового износа колес в условиях роста осевых нагрузок и скоростей движения экипажей и изучения теоретических методов расчета сил в кривых с учетом действия поперечных и продольных составляющих сил трения в опорных точках колес, сил сухого трения, возникающих при относительном перемещении кузова и опорных элементов тележки, автором предложен способ снижения интенсивности износа гребней колес грузовых вагонов путем уменьшения противокрутящего момента, препятствующего повороту тележки вокруг оси пятника, за счет применения в трибосопряжении современных композиционных материалов с высокими антифрикционными и износостойкими свойствами, что является научной новизной.

Следует отметить хорошее владение автором современными методами экспериментальных исследований конструкционных материалов, в том числе ресурсных испытаний, способность адаптировать их к конкретной

конструкции – трибосопряжение «пятник-подпятник», получение характеристик физико-механических и упруго-гистерезисных свойств, не указанных в литературных и справочных данных.

Разработанные программы расчета величины противокрутящего момента в зависимости от схем опирания кузова, загрузки вагона, полученных экспериментально антифрикционных характеристик трибосопряжения «пятник-подпятник», а также многомассовой системы «вагон-путь» с учетом установки износостойкой композитной сэндвич-прокладки позволили обосновать целесообразность предлагаемого метода уменьшения износа колесных пар грузового вагона в кривых участках железнодорожного пути, оценить величины снижения реактивных сил в элементах ходовых частей вагонов и демпфирования колебаний за счет упруго-диссипативного элемента сэндвич-прокладки. В результате чего достигнуто значительное снижение момента сопротивления повороту тележки вокруг оси пятника, амплитуды затухания колебаний и величины реактивных сил, действующих на надрессорную балку, неподрессоренную массу вагона и полиамидный элемент сэндвич-прокладки.

В качестве замечаний следует отметить, что в автореферате не рассмотрено влияние агрессивных сред на полимерную сэндвич-прокладку и ее способность к гашению высокочастотных вибраций при прохождении вагоном прямых участков пути.

В целом диссертационная работа Курзиной А.М. является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные методы и технические решения, направленные на снижение интенсивности износа гребней колесных пар и вибронагруженного состояния ходовых частей грузовых вагонов, увеличение межремонтного пробега за счет применения в трибосопряжении «пятник-подпятник» антифрикционной, износостойкой сэндвич-прокладки с упруго-диссипативным элементом, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертационная работа удовлетворяет п. 9 требований «Положение о порядке присуждения

ученых степеней», а ее автор, Курзина Ангелина Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Доцент кафедры «Вагоны» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения»

01.07.2021 

Александров Евгений Владимирович

Контактная информация:

Александров Евгений Владимирович – кандидат технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, доцент кафедры «Вагоны» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения».

Адрес: 443066, г. Самара, ул. Свободы, д.2В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения».

тел. +7(846) 262-41-12

E.mail: alex.evgeny@mail.ru

Подпись заверена:



Подпись	<i>Александрова Е.В.</i>
<b>ЗАВЕРЯЮ</b>	
Ведущий специалист по персоналу ОК	
СамГУПС	<i>Ильинский Е.В.</i>

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Курзиной Ангелины Михайловны «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Взаимный износ колес и рельсов на железных дорогах России, Казахстана, а ранее СССР, давно вышел за локализованные рамки и превратился в одну из основных общесетевых проблем. С увеличением грузонапряженности линий, массы и скоростей движения составов интенсивность изнашивания в последнее время значительно возросла, резко сократился ресурс колес и рельсов, увеличились эксплуатационные расходы на мониторинг, замену и ремонт. Поэтому, разработка новых эффективных способов снижения износа колес - тема диссертационной работы А.М. Курзиной - является на сегодняшний день актуальной и востребованной.

Автором подробно рассмотрена история вопроса, изучены теоретические основы взаимодействия пути и подвижного состава, проанализированы конструкционные, технологические и организационные причины, усугубляющие процесс износа колес и рельсов, а также существующие методы, направленные на снижение его интенсивности. Отдельный раздел посвящен обзору современных композиционных, полимерных материалов, которые можно использовать в элементах вагона.

Научной новизной, проведенного А.М. Курзиной исследования, является способ снижения износа гребней колес грузовых вагонов, интенсивность которого несоизмеримо выше в кривых участках пути, чем в прямых, путем снижения момента сопротивления повороту тележки вокруг оси пятника. С этой целью предложена вставка в подпятниковую зону в виде двухкомпонентной сэндвич-прокладки с верхним антифрикционным,



износостойким, полиамидным элементом и нижним эластичным демпфирующим элементом.

Определение реальных триботехнических характеристик опорного узла кузова вагона и выбор конструкционных материалов разделительной вставки основаны на результатах комплексных экспериментальных исследований фрикционных, прочностных, упруго-гистерезисных и ресурсных свойств по разработанным автором методикам, которые верифицированы и внедрены в испытательном центре, что является практической значимостью работы.

Целесообразность предложенного способа снижения износа гребней колесных пар в кривых участках пути обоснована результатами расчетов противокрутящего момента в зависимости от схем опирания кузова, загрузки вагона, коэффициентов трения сопрягаемых поверхностей, а также реактивных сил и отклонений многомассовой системы «вагон-путь» с учетом установки износостойкой композитной сэндвич-прокладки, имеющей упруго-диссипативный элемент. Рациональность применения в опорном узле композитной сэндвич-прокладки обусловлена снижением момента сопротивления повороту тележки вокруг оси пятника, амплитуды колебаний элементов вагона и величины реактивных сил, действующих на полиамидный компонент сэндвич-прокладки, надрессорную балку, буксу и боковую раму.

В качестве замечаний следует отметить, что в автореферате не показан механизм введения экспериментальных характеристик упруго-диссипативного элемента в математическую модель и программу расчета.

В целом диссертационная работа Курзиной А.М. является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные методы и технические решения, направленные на снижение интенсивности износа гребней колесных пар и вибронегруженного состояния ходовых частей грузовых вагонов, увеличение межремонтного пробега за счет применения в трибосопряжении «пятник-подпятник» антифрикционной, износостойкой сэндвич-прокладки с упруго-диссипативным элементом, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертационная работа

удовлетворяет п. 9 требований «Положение о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Курзина Ангелина Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

**Профессор кафедры  
«Подвижной состав»  
Акционерного общества  
«Академия логистики и  
транспорта»**



**В.Г. Солоненко**

Дата «8» 07 2021г.

Контактная информация:

Солоненко Владимир Гельевич – доктор технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, профессор кафедры «Подвижной состав» Акционерного общества «Академия логистики и транспорта».

Адрес: 050012, Казахстан, г. Алматы, ул. Шевченко, д.97

Акционерного общества «Академия логистики и транспорта».

Тел.: +7 727 292 27 09

E.mail: v.solonenko@mail.ru

Подпись заверена:



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Курзиной Ангелины Михайловны «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Диссертация А.М. Курзиной посвящена разработке нового способа снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов, что на протяжении многих лет является актуальным и востребованным для предприятий и служб вагонного хозяйства Российских железных дорог, т.к. наибольшее количество отцепок вагонов в текущий ремонт происходит по данному дефекту. Сверхнормативный износ гребней может привести к сходу подвижного состава, т.е. является угрозой безопасности движения.

Автором предложено решение данной проблемы за счет улучшения взаимодействия колёсной пары с рельсовой колеёй, что особенно актуально в кривых участках пути. Новизной научного исследования является разработка двухкомпонентной композитной вставки в трибосопряжение «пятник-подпятник» с антифрикционным и упруго-диссипативным элементами, которая позволяет значительно уменьшить момента сопротивления повороту тележки вокруг оси пятника и, одновременно, демпфировать вертикальные нагрузки от кузова вагона на верхний полиамидный элемент вставки, наддресорную балку, неподрессоренные части тележки вагона.

Практической значимостью работы является разработанные автором:

- методики экспериментальных исследований физико-механических и ресурсных свойств материалов трибосопряжения, верифицированные в испытательном центре РУТ;
- полученные в результате испытаний новые характеристики материалов, не указанные в справочных данных;
- разработанные программы расчета величины противокрутящего момента в зависимости от схем опирания кузова, загрузки вагона;
- полученные экспериментально антифрикционные характеристики трибосопряжения;
- математическая модель многомассовой системы «вагон-путь» с учетом установки износостойкой композитной сэндвич-прокладки.

Проведенные расчеты показали целесообразность предлагаемого метода уменьшения износа гребней колесных пар грузовых вагонов в кривых участках железнодорожного пути путем снижения момента сопротивления повороту тележки вокруг оси пятника, а также рациональность введения дополнительного упруго-диссипативного элемента для демпфирования колебаний, снижения реактивных сил в элементах ходовых частей вагонов и отклонений кузова.

При общей положительной оценке работа не свободна от недостатков. В частности, в автореферате не раскрыт механизм введения полученных экспериментальных гистерезисов упруго-диссипативного элемента в



математическую модель. В то же время указанный недостаток не снижает ценность выполненной работы.

Диссертационная работа Курзиной А.М. является научно-квалификационной работой, в которой решена важная народно-хозяйственная задача по разработке способа снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов и эксплуатационных затрат на их мониторинг и восстановление путем применения в трибосопряжении «пятник-подпятник» антифрикционной, износостойкой разделительной сэндвич-прокладки с упруго-диссипативным элементом, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертационная работа удовлетворяет п. 9 требований «Положение о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Курзина Ангелина Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Старший преподаватель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Иркутский государственный университет  
путей сообщения»,

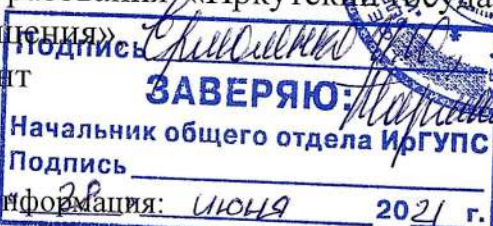
к.т.н.

И.Ю. Ермоленко

Заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство»  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Иркутский государственный университет  
путей сообщения»,

к.т.н., доцент

А.А. Тармаев



Контактная информация: ИЮНЯ 2021 г.  
Тармаев Анатолий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» (диссертация к.т.н. по специальности 20.02.14 – Вооружение и военная техника, комплексы и системы военного назначения, 20.02.17 – Эксплуатация и восстановление вооружения и военной техники, техническое обеспечение); e-mail: t38\_69@mail.ru; тел.: 8 (3952) 63-83-53

Ермоленко Игорь Юрьевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» (диссертация к.т.н. по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация); e-mail: ermolenko\_iy@list.ru

Почтовый адрес: ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15. Тел.: 83952638399.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Курзиной Ангелины Михайловны «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Снижение напряженного состояния при взаимодействии колеса и рельса до настоящего времени остается одним из главных направлений эффективного развития железнодорожного транспорта, т.к. непосредственно влияет на безопасность движения поездов, интенсивность грузо- и пассажирооборота, уровень эксплуатационных расходов. К решению данной задачи необходим комплексный координированный подход, который должен включать технические, технологические, диагностические и организационные мероприятия. Одним из таких мероприятий является снижение сопротивления повороту тележки в кривых участках пути, сопровождаемое трением и износом гребней колес и рельсов, которому посвящена работа А.М. Курзиной. Поэтому данное диссертационное исследование в настоящее время, несомненно, является актуальным.

Автором рассмотрено состояние триботехнических поверхностей опорных улов кузова вагона на тележки, их влияние на момент сопротивления повороту тележки при прохождении вагоном кривых участков пути, от которого, в том числе, зависит напряженное состояние в системе «колесо-рельс».

Следует отметить большой объем экспериментально полученных свойств современных конструкционных материалов по результатам статических, динамических и ресурсных испытаний, позволивший сделать обоснованный выбор компонентов разделительной сэндвич-прокладки в подпятниковую зону надрессорной балки.

Результаты экспериментов подтверждены анализом расчетных моделей: величины противокрутящего момента в зависимости от схем опирания кузова, загрузки вагона, экспериментально полученных коэффициентов трения трибосопряжения «пятник-подпятник», а также многомассовой колебательной системы «вагон-путь» с учетом установки износостойкой композитной сэндвич-прокладки.

Научной новизной диссертационного исследования А.М. Курзиной является предложенный способ снижения интенсивности износа гребней колес гру-

зовых вагонов путем установки в трибосопряжение «пятник-подпятник» разделительной двухслойной сэндвич-прокладки с верхним антифрикционным, износостойким компонентом, уменьшающим противокрутящий момент, и нижним демпфирующим элементом, снижающим уровень реактивных сил, действующих на верхний компонент и ходовые части вагона.

Однако в работе следовало бы рассмотреть и другие возможные виды силового воздействия на опорные узлы грузового вагона.

В целом диссертационная работа Курзиной А.М. является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные методы и технические решения, направленные на снижение интенсивности износа гребней колес грузовых вагонов, улучшение напряженного состояния в системе «колесо-рельс», имеющие существенное значение для развития страны. Диссертационная работа удовлетворяет п. 9 требований «Положение о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Курзина Ангелина Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

И.о. директора института Автоматики, телекоммуникаций и информационных технологий, заведующий кафедрой Информационной безопасности ОмГУПС, д.т.н., доцент

16.08.2021

А.В. Шилер

Контактная информация:

Шилер Александр Валерьевич – доктор технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация. ФГБОУ ВО ОмГУПС. Адрес: г. Омск-46, Пр. Маркса 35.

тел. (3812) 31-06-55.

E-mail: shiler\_alex@inbox.ru



Зач. Начальник управления кадров, делами и правового обеспечения *О.Н. Попова*  
*О.Б. Анисимов*

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Курзиной Ангелины Михайловны «Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Взаимодействие колеса и рельса, которое всегда сопровождается трением, во многом определяет безопасность движения поездов, динамические качества вагона, уровень шума при движении поезда в кривых, а также величину эксплуатационных расходов. Износ колес с образованием остроконечного наката гребней в настоящее время является основной причиной отцепки вагонов в ремонт. Поэтому диссертационная работа Курзиной А.М., посвященная разработке способа снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов, безусловно является актуальной и востребованной.

Автором рассмотрено влияние сил сухого трения, возникающих на опорных поверхностях кузова на тележки, на момент сопротивления повороту тележки при прохождении вагоном кривых участков пути, что характеризует величину износа колес и боковой поверхности головки рельса. При этом условием минимального износа гребней колес и рельса является не превышение общего момента сопротивления повороту кузова над моментом, возникающим от горизонтальной поперечной силы со стороны рельса.

По результатам проведенных исследований автором предложен способ снижения интенсивности износа гребней колес грузовых вагонов путем установки в трибосопряжении «пятник-подпятник» разделительной двухслойной сэндвич-прокладки с верхним антифрикционным, износостойким компонентом, уменьшающим противокрутящий момент, и нижним упруго-диссипативным элементом, снижающим уровень реактивных



сил, действующих на верхний компонент и ходовые части вагона, что является научной новизной данной работы.

Следует отметить обоснованный выбор соответствующих конструкционных полимерных материалов двухкомпонентной сэндвич-прокладки на основе широких экспериментальных исследований, в том числе ресурсных испытаний, получение характеристик физико-механических и упруго-гистерезисных свойств, не указанные в литературных и справочных данных.

Разработанные автором программы расчета величины противокрутящего момента в зависимости от схем опирания кузова, загрузки вагона, полученных экспериментально коэффициентов трения трибосопряжения «пятник-подпятник», а также математической модели многомассовой системы «вагон-путь» с учетом установки износостойкой композитной сэндвич-прокладки позволили обосновать целесообразность предлагаемого метода уменьшения износа колесных пар грузового вагона в кривых участках железнодорожного пути.

Однако решение о рациональности применения и серийном производстве предложенных вариантов опор пятника необходимо подтвердить результатами эксплуатационных испытаний однотипных вагонов в различных условиях эксплуатации, что является замечанием к представленной работе и перспективой дальнейших исследований.

В целом диссертационная работа Курзиной А.М. является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные методы и технические решения, направленные на снижение интенсивности износа колес грузовых вагонов, увеличение их ресурса путем применения в трибосопряжении «пятник-подпятник» антифрикционной, износостойкой сэндвич-прокладки с упруго-диссипативным элементом, имеющие существенное значение для развития транспортной системы страны. Представленная диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного

Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013г., а ее автор Курзина Ангелина Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Ведущий научный сотрудник  
отдела динамики отделения  
динамики и прочности подвижного  
состава и инфраструктуры  
акционерного общества «Научно-  
исследовательский и  
конструкторско-технологический  
институт подвижного состава»  
(АО «ВНИКТИ»),  
кандидат технических наук  
(05.22.07 - Подвижной состав  
железных дорог, тяга поездов и  
электрификация).



Трифонов Алексей Валерьевич

140402, Московская область, г. Коломна, ул. Октябрьской революции, 410.  
тел. (496)618-82-18, e-mail: trifonov-av@vnikti.com

*Архив Трифонов А.В. заверен.*

*Заказчик ОУП Л.В. Розаевская*  
*09.08.21*



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Курзиной Ангелины Михайловны  
«Способы снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых  
вагонов», представленную на соискание ученой степени кандидата

технических наук по специальности

05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

В настоящее время композиционные материалы на основе эластомеров и пластиков находят все большее применение в различных областях машиностроения и эффективно конкурируют с другими традиционными материалами. Особенно перспективным представляется создание и использование многослойных и многокомпонентных композитов, состоящих из различных термопластичных полимерных матриц на основе полиамида, полипропилена, морозостойкого каучука, упругих термоэластопластов различной жесткости (полиуретанов, полиэфирных блоксополимеров, пластикатов на основе поливинилхлорида и т.д.) с добавлением адгезивов и наполнителей как неорганической, так и полимерной природы. Направленное сочетание подобных компонентов обеспечивает формирование требуемого комплекса физико-механических и эксплуатационных свойств композиционного материала. Один из способов решения проблемы интенсивного износа гребней колес грузовых вагонов за счет применения в опорных узлах полимерного сэндвича, обладающего высокими антифрикционными, износостойкими и демпфирующими свойствами, разработан в диссертационной работе А.М. Курзиной.

Автором изучены история вопроса, конструктивные и технологические способы решения данной проблемы, а также проанализированы современные композиционные, полимерные материалы и варианты их модифицирования

*Научная новизна* данной работы не вызывает сомнения и связана с разработкой способа снижения износа гребней колес грузовых вагонов путем



установки в подпятниковую зону двухкомпонентной сэндвич-прокладки с верхним антифрикционным, износостойким, полиамидным элементом и нижним эластичным демпфирующим элементом, а также оригинальных программ расчета момента сопротивления повороту тележки и математической модели многомассовой системы «вагон-путь», обеспечивающей надежную оценку эффективности предложенных научно-технических решений.

*Актуальность, практическая и методологическая значимость* диссертационной работы А.М. Курзиной определяется разработкой и апробацией

- новых методов экспериментальных исследований полимерных композиционных материалов;

- рациональных характеристик физико-механических и упруго-гистерезисных свойств элементов композиционной сэндвич-прокладки трибосопряжения «пятник-подпятник»;

- способа снижения интенсивности износа гребней колесных пар грузовых вагонов путем уменьшения противокрутящего момента за счет применения в трибосопряжении антифрикционного и износостойкого полимерного элемента;

- способа уменьшения динамической нагруженности предлагаемого антифрикционного модифицированного полиамидного элемента и ходовых частей вагона;

- программы расчета величины противокрутящего момента, а также многомассовой системы «вагон-путь» для оценки эффективности предлагаемых решений.

Результаты диссертационного исследования были представлены на многих международных и российских конференциях, опубликованы в 14 печатных работах автора, в том числе в 2 статьях в журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, и 4 статьях в журналах, индексируемых в системах Web of Science и SCOPUS.

К автореферату А.М. Курзиной имеется ряд замечаний:

- в тексте и в выводах имеются стилистические неточности,
- рисунки 1 и 2 являются малоинформативными и не отражают сути проводимых испытаний.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общее положительное впечатление о диссертационной работе.

Считаю, что рассматриваемая диссертационная работа А.М. Курзиной является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные методы и технические решения, направленные на снижение интенсивности износа гребней колесных пар и динамической нагруженности ходовых частей грузовых вагонов, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертационная работа удовлетворяет п. 9 требований «Положение о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Курзина Ангелина Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Кобелева Любовь Ивановна, к.т.н.,  
ведущий научный сотрудник лаборатории  
прочности и пластичности металлических  
и композиционных материалов и наноматериалов,  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова  
Российской академии наук (ИМЕТ РАН),  
119334, г. Москва, Ленинский пр-т, 49.  
тел.: 8 (499) 135-87-21,  
e-mail: lkobeleva@imet.ac.ru

/Кобелева Любовь Ивановна /

Подпись Кобелевой Л.И. удостоверяю:



Ученый секретарь ИМЕТ РАН О.Н. Фомина