

## ОТЗЫВ официального оппонента

доктора технических наук, технического эксперта АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ») Суслова Олега Александровича на диссертацию Жангабыловой Айгуль Мамытовны «**Выбор типа промежуточных рельсовых скреплений методом вибродиагностики**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.06 – «Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог»

### Актуальность избранной темы

В процессе движения подвижной состав вследствие неровности пути, его переменной жесткости и других причин совершает сложные колебания, интенсивность которых зависит от динамических свойств вагонов и пути, и конечно от скорости движения. При определении сил взаимодействия пути и подвижного состава необходимо особое внимание уделять характеру взаимодействия, так как эти силы вызывают расстройства пути и способны угрожать прочности конструкции пути и устойчивости колесных пар против схода с рельсов. Рационально подобранные промежуточные рельсовые скрепления способны уменьшать вибродинамическое воздействие экипажа на путь и тем самым способствовать уменьшению интенсивности остаточных осадок пути при имеющихся эксплуатационных неровностях на рельсах и колесах.

Избранная тема данной диссертационной работы, несомненно, является актуальной.

## **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями, доказывающими, что вибрации, возникающие в элементах верхнего строения пути при проходе подвижного состава, в значительной степени зависят от типа используемых промежуточных рельсовых скреплений.

Диссертационная работа содержит материалы по практическому применению исследования автора, а также документы, подтверждающие использование результатов исследования в системе комплексной оценки при проведении вибродиагностики верхнего строения пути.

### **Достоверность и новизна, полученных результатов**

Достоверность полученных результатов подтверждается совокупностью следующих показателей:

- объемом полученного экспериментального материала, достаточного для статистической обработки результатов измерений, а также возможностью его воспроизведения;
- применением калиброванных и поверенных средств измерения с техническими параметрами, соответствующими диапазону значений измеряемых экспериментальных данных;
- результатами вибродиагностики, полученными в диссертации, а также оценочными критериями, адекватно отражающими техническое состояние ВСП, согласованными с балловой оценкой пути по результатам прохода путеизмерительного вагона.

## **Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов**

В рамках экспериментальных исследований автором получены закономерности изменения основных параметров вибрации элементов верхнего строение пути с увеличением скорости обращающейся поездной нагрузки и определены оценочные критерии выбора конструкции промежуточного рельсового скрепления по условиям вибродинамического воздействия подвижного состава на верхнее строение пути.

В работе также создан мобильный аппаратно-программный комплекс, включающий сертифицированные аппаратные средства и программные продукты, методику их использования и методику обработки информации, позволяющие определять параметры вибрации элементов ВСП с различными типами ПРС независимо от характера подвижной нагрузки.

Практическая значимость положений диссертационной работы подтверждается актом о внедрении результатов исследования при сравнении динамической работы железнодорожного пути с различными типами ПРС и выбора типов в наибольшей степени гасящих вибрации, возникающие при воздействии подвижного состава.

### **Полнота публикаций.**

Результаты исследования достаточно полно представлены в публикациях соискателя в количестве 19 научных работ, в числе которых 4 работы опубликованы в изданиях, входящих в перечень, рекомендованный ВАК Министерства образования и науки РФ

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях всероссийского и международного уровней (2014–2017 гг.), что подтверждает факт их публичной апробации.

## **Оценка содержания диссертации, её завершенность**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, 5 приложений. Работа изложена на 169 страницах в том числе: страниц 136 основного текста, 94 рисунка, 10 таблиц и 33 страницы приложений.

Основные содержание работы изложено на 136 страницах машинописного текста.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы и определено направление исследования.

**В первый главе** диссертационной работы автором выполнен обзор зарубежных и отечественных исследований методов оценки вибродинамического воздействия подвижного состава на путь, а также нормативно-технической документации. Изучены основные факторы, влияющие на увеличение динамических сил и вибрационных воздействий на путь. Приведены существующие методы оценки вибродинамических воздействий экипажа на путь, в том числе основные аспекты теории взаимодействия пути и подвижного состава. В результате анализа влияния различных факторов на экспериментальные и расчетные методы оценки вибродинамических воздействий подвижного состава на путь поставлены цели и задачи исследования.

**Во второй главе** приведена методика вибродиагностики железнодорожного пути с различными типами промежуточных рельсовых скреплений. Для выполнения поставленной задачи также выбраны средства измерений и программное обеспечение для анализа отклика элементов конструкции железнодорожного пути при вибродинамических воздействиях подвижного состава, доказана их приемлемость для проведения исследования.

Кроме того предложен мобильный аппаратно-программный комплекс, позволяющий определять условия взаимодействия между отдельными элементами железнодорожного пути неразрушающим методом без введения каких либо дополнительных мероприятий, ограничивающих движение поездов

в режиме действующего графика. Предлагаемую методику вибродиагностики можно принять за основу при проведении натурных измерений параметров колебаний с целью сравнения динамической работы железнодорожного пути с различными типами промежуточных рельсовых скреплений.

**В третьей главе** определены основные критерии оценки воздействия подвижного состава на путь. Для этой цели были проведены натурные измерения вибрации элементов верхнего строения пути со скреплением типа Vossloh W-14 под поездной нагрузкой. В целях выявления закономерностей вибрации элементов ВСП от воздействия подвижного состава, анализ выполнен при известных характеристиках источника вибрации и известной нагрузке на ось от подвижного состава. В частности, для 80% грузовых и пассажирских составов на данной магистральной линии, в качестве тяговой силы используется электровоз ВЛ-80с с осевой нагрузкой Рст=12 т. Приведены выводы, основанные на анализе результатов исследований механических колебаний. Выявлено, что зависимости пиковых ( $s_p$ ) и СКЗ ( $s_e$ ) значений виброперемещений, а также зависимости отношения динамических сил к статическим силам от скорости (V) локомотива, описываются степенными функциями с достаточно высокими коэффициентами детерминации (от 0,7184 до 0,918), и могут использоваться на экспериментальных участках при текущем содержании, среднем и капитальном ремонтах пути в качестве основных критериев оценки при выборе типа скрепления.

**Четвертая глава** содержит результаты оценки промежуточных рельсовых скреплений методом вибродиагностики. Для выявления особенностей колебательного процесса элементов ВСП с различными типами ПРС и с целью сравнения параметров отклика на воздействие подвижного состава, натурные измерения характеристик колебаний были выполнены на пяти участках АО «НК»КТЖ». В качестве основных критериев количественной оценки вибродинамического воздействия подвижного состава на путь с целью сравнения динамической работы пути с различными типами промежуточных рельсовых скреплений рекомендуется принимать пиковые и

среднеквадратические значения виброперемещений и виброскоростей подошвы рельса в центре междушпального ящика и середине шпалы; в качестве дополнительных – коэффициент затухания амплитуды виброскорости колебаний рельса по отношению к виброскорости колебаний шпалы и площади спектров виброскорости колебаний рельса и шпалы в диапазоне частот до 20 Гц. Определены оценочные критерии выбора типа ПРС по условиям вибродинамического воздействия поездов для более эффективного и рационального содержания ВСП.

**В заключении** изложены основные научные выводы и практические результаты исследования, согласующиеся с поставленными в диссертации задачами.

**Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации,**  
**влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

При рассмотрении результатов работы в качестве основного недостатка следует отметить отсутствие ранжирования предложенных критериев оценки состояния пути по результатам вибродиагностики в зависимости от типа подвижного состава, обращающегося на линии (высокоскоростные, скоростные, грузовые, пассажирские), что снижает полигон внедрения разработанного автором метода. Недостатки оформления работы отсутствуют.

**Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат написан в соответствии с пояснительной запиской диссертации и в полной мере отражает ее содержание. В автореферате представлены основные положения диссертации и полный перечень научных трудов, автором и соавтором которых соискатель является.

## Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р

### 7.0.11-2011.

Диссертация соответствует 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

### Заключение

Диссертация Жангабыловой Айгуль Мамытовны «Выбор типа промежуточных рельсовых скреплений методом вибродиагностики» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение задачи по разработке методики проведения вибродиагностики элементов ВСП, позволяющей производить сравнение конструкций железнодорожного пути с различными типами ПРС под эксплуатируемой на конкретных участках пути поездной нагрузкой.

Данную диссертацию можно считать законченной научной работой, выполненной самостоятельно на высоком научном уровне. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы, а казанные замечания не снижают полученных результатов.

Диссертационная работа Жангабыловой Айгуль Мамытовны «Выбор типа промежуточных рельсовых скреплений методом вибродиагностики» в соответствии с п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» является самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи совершенствования существующей методики, что имеет важное значение для развития железнодорожной инфраструктуры.

В соответствии с п. 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» диссертация написана соискателем самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

Согласно п.11. основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России.

В соответствии с п.13 основное содержание диссертации достаточно полно отражено в 19 публикациях автора в открытой печати и прошло широкую апробацию на конференциях, в том числе с международным участием.

Согласно п. 14. В диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов или отдельных результатов.

Считаю, что представленная диссертация соответствует п.9,10,11,13,14 «Положения о порядке присуждения ученой степеней», а ее автор Жангабылова А.М., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук по специальности  
05.22.06 - «Железнодорожный путь, изыскание  
и проектирование железных дорог»,  
изыскание и проектирование железных дорог,  
129626, Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10  
Тел: +7(499) 260-40-11, доб.3-46-24,  
e-mail: [suslov.oleg@vniizht.ru](mailto:suslov.oleg@vniizht.ru)  
АО «Научно-исследовательский институт  
железнодорожного транспорта»

технический эксперт

Суслов Олег Александрович

«13» 02 2019 г.

Подпись Суслова О.А. заверяю

Начальник отдела управления  
персоналом АО «ВНИИЖТ»  
Даничева Н.А.



**ОТЗЫВ**  
официального оппонента  
кандидата технических наук Покацкого Владимира Афанасьевича  
на диссертационную работу Жангабыловой Айгуль Мамытовны на тему  
**«Выбор типа промежуточных рельсовых скреплений методом**  
**вибродиагностики»**, представленную на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 05.22.06 – «Железнодорожный путь,  
изыскание и проектирование железных дорог»

**Актуальность диссертационной работы**

Современные условия эксплуатации железных дорог характеризуются ростом воздействия подвижного состава на путь. Это связано с увеличением грузонапряженности железнодорожных линий и скоростей движения подвижного состава, а также увеличением массы и длины поездов. Значительное расширение полигона применения железобетонных шпал приводит к увеличению жесткости пути. Общеизвестно, что при одинаковых по форме и размерам неровностях, на жестком пути динамические силы взаимодействия колеса и рельса значительно выше, чем на упругом, а также, изменяются параметры вибрационного взаимодействия элементов железнодорожного пути. Вибрации, возникающие в элементах железнодорожного пути при прохождении подвижного состава, влияют на долговечность работы как самих элементов, так и железнодорожного пути в целом.

С целью повсеместного внедрения железобетонных шпал и максимального уменьшения указанных выше недостатков необходимо создавать такие промежуточные рельсовые скрепления, которые изолировали бы в достаточной степени шпалы, балласт и земляное полотно от вредных вибраций. Такие скрепления уменьшили бы вибродинамическое воздействие колес экипажа на железнодорожный путь с железобетонными шпалами, а также интенсивность остаточных осадок пути при имеющихся эксплуатационных неровностях на рельсах и колесах.

В связи с изложенным, считаю, что обоснование актуальности темы диссертации представлено корректно и не вызывает возражений, а защита диссертации представляется своевременной.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Теоретические исследования автора основываются на классических положениях теории колебаний и волн, теории вероятности и математической статистики.

Экспериментальные исследования выполнялись при помощи сертифицированных и калиброванных средств измерений, апробированных и широко используемых в инженерной практике программных продуктов.

### **Научная новизна и достоверность полученных результатов**

*Достоверность результатов исследования подтверждается:*

- правильным выбором и применением мобильного аппаратно-программного комплекса, методологии и методов исследования;
- достаточной сходимостью полученных результатов с имеющимися данными МИИТ, ПГУПС, СГУПС, ВНИИЖТ, американских, европейских и японских исследователей.
- достаточным объемом экспериментально-инструментальных исследований и статистического анализа.

*Научная новизна работы заключается в следующем:*

- разработана методика вибродиагностики ВСП, позволившая выявить качественно новые закономерности вибродинамического воздействия подвижного состава на путь;
- получены зависимости параметров вибрации элементов ВСП от скорости поездной нагрузки;
- предложен комплекс показателей, оценивающих динамическую работу ВСП, а также поведение его отдельных элементов (рельсов, шпал, упругих и жестких клемм рельсовых скреплений) под поездной нагрузкой;

— определены оценочные критерии выбора конструкции промежуточного рельсового скрепления по условиям вибродинамического воздействия поездов.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов исследования**

Теоретическая значимость исследования основывается на том, что в исследовании подтверждено положение о том, что динамические характеристики пути с различными типами промежуточных рельсовых скреплений значительно отличаются по частотам и демпфирующими свойствам, а вибрации, возникающие в элементах верхнего строения пути при проходе подвижного состава, существенно зависят от типа используемых промежуточных рельсовых скреплений.

Практическая значимость результатов исследования, полученных автором, состоит в том, что в диссертации предложена методика проведения вибродиагностики элементов верхнего строения пути, позволяющая производить сравнение конструкций железнодорожного пути с различными типами промежуточных рельсовых скреплений под обращающей поездной нагрузкой с целью выявления наиболее оптимального типа. Практическую значимость имеют также, впервые полученные автором зависимости параметров вибрации элементов верхнего строения пути от скорости поездной нагрузки, которые могут использоваться при определении условий обращения подвижного состава на участках пути с различными типами промежуточных рельсовых скреплений.

### **Оценка содержания диссертации и ее завершённость**

Диссертационная работа Жангабыловой Айгуль Мамытовны состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, 5 приложений. Работа изложена на 169 страницах в том числе: страниц 136 основного текста, 94 рисунка, 10 таблиц и 33 страницы приложений. Список литературы содержит 165 наименований.

Работа логически построена и изложена технически грамотным языком. Графический материал позволяет наглядно оценивать методику проведения испытаний, а также, оценивать результаты проведения этих испытаний.

Материалы исследований диссертационной работы докладывались на заседаниях кафедр и на научно-технических конференциях с международным участием и достаточно полно освещены в 19 печатных работах, в том числе в 4-х изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

**Во введении** дана оценка актуальности темы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, достоверность научных положений и практическая значимость диссертационной работы.

**В первой главе** достаточно подробно изложены вопросы анализа деформаций железнодорожного пути, как следствия вибрации, создаваемой движением подвижного состава, рассмотрены основные причины, оказывающие влияние на увеличение вибрационного и силового воздействия на путь, и существующие методы оценки вибродинамических воздействий экипажа на путь, определены задачи исследования.

Обоснована необходимость создания методики вибродиагностики, дающей возможность производить экспресс-анализ состояния ВСП на участках с различными типами промежуточных рельсовых скреплений (ПРС) по динамическим параметрам, и позволяющей принимать наиболее оптимальные решения при планировании работ по ремонту пути и его текущему содержанию с учетом воздействия обращающегося подвижного состава

**Во второй главе** приведены основные положения предлагаемой автором методики вибродиагностики, рассмотрены общие принципы построения аппаратуры для измерения вибрации, изложены технические характеристики мобильного аппаратно-программного комплекса, методика его калибровки, представлено программное обеспечение для оперативного управления измерениями и анализа полученных данных.

Для обеспечения возможности проведения подробного анализа динамического воздействия от известной осевой нагрузки автором,

разработана специальная программа, позволяющая вырезать из общей записи сигнала интересующий фрагмент.

**В третьей главе** приведены результаты натурных экспериментальных исследований параметров вибрации элементов железнодорожного пути с промежуточным рельсовым скреплением типа Vossloh W-14 при воздействии электровоза ВЛ-80с, и на основании их анализа, выявлены основные закономерности воздействия подвижного состава на путь, являющиеся практической основой методики вибродиагностики.

**В четвертой главе** по результатам натурных измерений произведено сравнение параметров отклика конструкций пути с различными типами промежуточных рельсовых скреплений при воздействии подвижного состава и осуществлен выбор оптимального типа скрепления для данного участка.

Как итог автором разработана методика вибродиагностики верхнего строения пути, основанная на анализе параметров вибрации от обращаемой поездной нагрузки, позволяющая производить сравнение конструкций пути с различными типами промежуточных рельсовых скреплений по параметрам отклика его основных элементов (рельсов и шпал).

В целом, рассматриваемая работа по широте и глубине охвата проблемы, содержанию и оформлению отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

#### **Соответствие автореферата диссертации её содержанию**

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы, раскрывает основные положения проведенного исследования и полученные результаты. Основные выводы по диссертации приведены в заключении автореферата.

#### **Соответствие паспорту научной специальности**

Диссертация Жангабыловой А.М. соответствует паспорту специальности 05.22.06 - «Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог», а именно следующим пунктам паспорта специальности:

П. 3. – «Закономерности изменения технического состояния пути и его элементов. Диагностика железнодорожного пути. Критерии оценки его технического состояния. Мониторинг состояния пути. Аппаратура и системы контроля».

П.10 – «Выбор и обоснование технических параметров, проектируемых и реконструируемых железных дорог», поскольку в ходе него решаются актуальная научно-техническая проблема, связанная с развитием исследований вибрации, возникающей в элементах верхнего строения пути при вибродинамических воздействиях подвижного состава в зависимости от типа промежуточного скрепления.

### **Замечания по диссертационной работе**

К замечаниям по рассматриваемой диссертационной работе можно отнести следующее:

1. Достаточно сложная процедура тарировки виброизмерительной аппаратуры, которая является обязательным этапом при проведении вибрационных измерений. Из текста диссертации не ясна периодичность тарировки.
2. Важным параметром работы конструкции железнодорожного пути является усилие прижатия подошвы рельса к подкладке и его контроль в процессе эксплуатации. В работе показана зависимость виброускорений клеммы от усилия прижатия, но этот вопрос рассмотрен недостаточно глубоко.

### **Заключение**

В целом, диссертационная работа Жангабыловой Айгуль Мамытовны «Выбор типа промежуточных рельсовых скреплений методом вибродиагностики» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, актуальную для железнодорожного транспорта. Работа обладает научной новизной и практической значимостью. В работе изложены научно обоснованные и подтвержденные экспериментально

рекомендации по выбору типа промежуточных рельсовых скреплений на основе проведения вибродиагностики. Эти рекомендации имеют практическое значение для дальнейшего развития железнодорожного транспорта.

Работа полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.06 – Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог.

Официальный оппонент, кандидат технических наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» (СамГУПС)

Покацкий Владимир Афасаньевич



Подпись <u>в. н., доцента</u>
<u>Покацкого В. А.</u>
Заверяю <u>Л. В.</u> Ученый секретарь
Ученого совета СамГУПС Ляшенко В.В.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»  
(СамГУПС) 443066, г. Самара, ул. Свободы, д. 2.  
тел.: +7 (846) 255-68-59,  
E-mail: [vap56@mail.ru](mailto:vap56@mail.ru)