

Отзыв официального оппонента

кандидата технических наук, доцента Колоса Алексея Федоровича на диссертационную работу Ермолова Якова Михайловича на тему: **«Модификация свойств балластной призмы полимерными вяжущими материалами»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.06 – «Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог».

1. Оценка структуры диссертационной работы

Диссертация Ермолова Якова Михайловича состоит из титульного листа, оглавления, введения, основной части из шести глав, заключения, списка литературы, включающего 156 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, четырех приложений (справка по объему выполненных работ по закреплению (пропитке) плеча балластной призмы двухкомпонентным вяжущим RT-RC-001, трех актов комиссионного обследования участков пути с омоноличенным плечом балластной призмы двухкомпонентным вяжущим составом на основе полиуретана, акта внедрения результатов диссертационного исследования, поручения первого заместителя Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» А.А. Борецкого о подконтрольной эксплуатации кривых участков пути с закреплением плеча балластной призмы).

Объем диссертационного материала составляет 166 страниц, основной текст диссертации изложен на 126 страницах, сопровождаемого 59 рисунками и 16 таблицами.

Таким образом, структура диссертационной работы соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

2. Актуальность темы исследования

Диссертация Ермолова Якова Михайловича посвящена разработке технологии модификации свойств балластной призмы методом закрепления щебеночного балластного материала полимерными связующими. В качестве связующего выбран двухкомпонентный материал на основе полиуретана. Разработанные технологии направлены на повышение устойчивости конструкции железнодорожного пути в кривых малого радиуса, а также при устройстве участков переменной жесткости на подходах к искусственным сооружениям.

Исследования соискателя, направленные на повышение устойчивости железнодорожного пути, относятся к актуальным вопросам роста скоростей и нагрузок на железнодорожный путь. Выполненные в диссертационной работе

(глава 3 и 4) исследования возможностей метода закрепления представляются своевременными и соответствуют плану работ ОАО «РЖД» по модернизации участков железных дорог, а полученные в работе научные результаты актуальны, поскольку обеспечивают их научное обоснование и сопровождение.

Актуальность исследований, выполненных в главе 5, связана с разработкой подходов по расширению возможностей метода закрепления балластного материала за счет модификации свойств самих полимеров. Эти исследования позволяют оценить пределы прочностных свойств разрабатываемых конструкций при применении перспективных материалов, разработка которых представляет собой наукоемкий процесс, включающий применение современных квантово-химических методов для решения задач железнодорожного транспорта.

Компьютерное моделирование свойств закрепленного железнодорожного пути в кривых малого радиуса направлены на увязку технологий формирования и получаемых свойств геокомпозита (закрепленного балласта) с требованиями к количественным характеристикам устойчивости. Актуальность такого рода исследований можно обосновать перспективой внедрения ее результатов в проектирование работ по омоноличиванию балластного материала для участков железнодорожного пути, устойчивость которого повышается рассматриваемым методом.

Учитывая изложенное, можно констатировать, что диссертационное исследование Ермолова Я. М. является несомненно актуальным и полностью соответствует перспективным направлениям развития железнодорожного транспорта Российской Федерации.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Общая идея диссертационного исследования базируется на стабилизации балластного слоя железнодорожного пути за счет омоноличивания плеча балластной призмы двухкомпонентным вяжущим.

Основные научные положения, которые автор работы обосновывает в своем исследовании, состоят:

1. В улучшении физико-механических свойств щебня балластной призмы за счет их обработки полиуретановым вяжущим, что доказывается результатами проведенных полигонных испытаний и лабораторных определений механических свойств щебня, укрепленного полимерными вяжущими материалами.

2. В эффективности метода полимерного закрепления плеча балластной призмы в кривых малого радиуса для повышения поперечной устойчивости рельсошпальной решетки и балластного основания на подходах к

искусственным сооружениям, что обосновывается результатами наблюдений за опытными участками пути.

Заявленные Ермоловым Я. М. в каждой главе выводы, как и общие выводы, приведенные в заключении, отражают полученные новые научные результаты.

Диссертационное исследование содержит ряд практических рекомендаций по стабилизации балластного слоя железнодорожного пути за счет обработки плеча балластной призмы полимерным вяжущим.

На основании вышеизложенного, обоснованность научных положений и результаты исследования не вызвали у оппонента сомнений.

4. Достоверность и новизна полученных результатов

Научная новизна полученных результатов исследования состоит в следующем:

- впервые определены силы сопротивлений поперечному сдвигу шпалы, возникающие в конструкции балластной призмы с плечом, закрепленным двухкомпонентным вяжущим на основе полиуретана на всю толщину балластного слоя;

- разработана методика тарирования георадиолокационной аппаратуры для определения исполненного расхода полимерного вяжущего материала и достигнутого модуля упругости геокомпозита;

- впервые выявлены функциональные зависимости модуля упругости балластной призмы в зависимости от глубины закрепления щебня полимерным вяжущим материалом.

Необходимо также отметить новизну исследований, направленных на улучшение свойств полимерных вяжущих материалов на основе полиуретана, с использованием функциональных наноматериалов на основе органомодифицированного монтмориллонита. Достоинством таких исследований, помимо новизны, является их комплексный характер, а именно применение методов иных наук для решения задач железнодорожного транспорта.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью разработанных моделей, использованием положения базовых фундаментальных наук, корректным использованием исходных математических положений, значительным объёмом экспериментально полученных данных, проверкой согласованности теоретических и статистических данных.

Результаты лабораторных и натурных измерений получены с использованием регулярно поверяемого оборудования лаборатории «Испытания и мониторинг в гражданском и транспортном строительстве», входящей в состав объединенного научно-исследовательского и испытательного центра научно-исследовательской части

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» (аттестат № RA.RU.213С69 от 29.01.2016).

Достоверность положений, выносимых на защиту, определяется следующими соображениями:

1. Конструкция балластной призмы с плечом, закрепленным на всю толщину балласта двухкомпонентным связующим на основе полиуретана, при поперечном сдвиге рельсошпальной решетки на 20 мм повышает силу сопротивления сдвигу до 40 кН.

Результаты лабораторных и натурных измерений получены с использованием регулярно поверяемых приборов ИСС-1 и ИСС-2 (глава 2). Измерения в натурных условиях повторялись и заверялись многократно, что позволило выполнить оценку погрешностей результатов.

2. Способ определения толщины омоноличенного балластного слоя на протяженных участках железнодорожного пути, основанный на георадиолокационном измерении положения контрастной границы подбалластного основания.

Результаты лабораторных и натурных измерений получены с использованием регулярно поверяемого георадиолокационного оборудования серии «ОКО-М» (глава 2) и заверялись прямым методом измерениями (методом закопашек) в натурных условиях.

3. Модуль упругости балластной призмы, омоноличенной на всю толщину щебеночного балласта, возрастает до 4 раз. Достигаемая величина модуля упругости зависит от свойств балластного и вяжущего материалов и должна учитываться при проектировании и строительстве участков переменной жесткости с использованием технологии омоноличивания.

Натурные измерения выполнялись с применением регулярно поверяемого прибора ПДУ-МГ4 «Удар» (глава 2). Результаты измерений подвергнуты статистической обработке.

4. Добавки на основе монтмориллонита, модифицированного дидецилдиметиламмония хлоридом, в полиуретановые двухкомпонентные вяжущие в количестве 5 % по массе обеспечивают увеличение прочности и адгезионной способности геокомпозита более чем на 20 %.

Это положение обобщает результаты лабораторных измерений с применением регулярно поверяемого лабораторного оборудования, перечень которого приведен в главе 5 при рассмотрении технологического процесса подготовки образцов и оборудования, рассмотренного в главе 2. Выбор добавки и способа ее подготовки основывается на апробированных и опубликованных результатах других авторов.

5. Закрепленное плечо балластной призмы в расчетной модели длиной 24 м проявляет упругие свойства, прогибаясь до 5 мм при приложении в центральном сечении поперечной горизонтальной силы, действующей со стороны шпалы. Значение указанного прогиба соответствует приложению силы, равной 15 кН, и ее дальнейший рост приводит к проявлению пластических свойств закрепленного плеча балластной призмы.

Достоверность теоретических результатов, полученных методами конечных элементов для компьютерных моделей балластной призмы и ее элементов, определяется хорошей сходимостью результатов расчета с результатами экспериментальных измерений, а также применением апробированного лицензированного программного обеспечения.

5. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость работы. В диссертации разработаны методики исследований и выполнены измерения поперечной устойчивости рельсошпальной решетки в кривых малого радиуса и упругих свойств балластного слоя в зависимости от размерных параметров сформированного геокомпозита.

Решена задача оперативного контроля толщины формирования геокомпозита на протяженных участках железных дорог новым георадиолокационным методом, позволяющим определять положение малоконтрастной нижней границы сформированного геокомпозита.

Выполнены оценки свойств геокомпозита, созданного с применением перспективных связующих материалов, что в научном плане позволяет оценивать перспективные свойства балластной призмы и участков пути на подходе к искусственным сооружениям, созданным с применением рассматриваемой технологии. Кроме этого, изучены свойства связующих на основе полиуретана с использованными в работе добавками на основе модифицированного монтмориллонита.

Практическая значимость работы. Исследования поперечной устойчивости рельсошпальной решетки в кривых малого радиуса методом закрепления плеча балластной призмы полимерным связующим позволили обосновать оптимальный расход вяжущего материала и глубину его проникновения.

В работе установлено, что упругие свойства омоноличенных участков пути зависят от толщины сформированного геокомпозита и расхода вяжущего материала. Полученные результаты могут быть использованы для обоснования длины переходных участков с переменной жесткостью.

Созданные георадиолокационные технологии определения толщины геокомпозита и расхода вяжущего материала апробированы на протяженных участках работ по омоноличиванию балласта.

Полученные лабораторные данные исследования влияния колебаний температуры окружающей среды на прочностные свойства формируемого геокомпозита и время его полимеризации позволили обосновать возможность проведения работ при ночных или суточных заморозках на действующих участках железных дорог.

Создание компьютерной модели и выполнение соответствующих расчетов позволили сделать вывод о необходимости разработки нормативных

документов для проектирования ремонтов и модернизации действующих участков, а также для строящегося железнодорожного пути.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Язык написания диссертации – русский, текст легко читаем и содержит разумное количество ошибок и неудачных выражений. Материал диссертации изложен последовательно, выводы и положения, выносимые на защиту, достоверны и обоснованы.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, поставлена цель исследования, обоснованно определен перечень задач, которые необходимо решить для достижения поставленной цели. Указаны новизна исследования, полученные новые научные результаты, выносимые на защиту, отражена теоретическая и практическая значимость, приведено доказательство достоверности полученных результатов и выводов и др.

Анализ приведенного введения еще раз обоснованно доказывает актуальность настоящей диссертационной работы, перспективы дальнейших исследований в области стабилизации балластного слоя железнодорожного пути.

В первой главе автор производит анализ отечественных и зарубежных подходов к обеспечению стабильности балластного слоя в том числе за счет его омоноличивания вяжущими материалами.

Во второй главе приводится перечень оборудования, применяемого при проведении полевых и лабораторных исследований. Глава содержит доказательную базу в части поверки и тарировки испытательного оборудования, что определяет достоверность заявляемых соискателем выводов.

Третья, четвертая, пятая и шестая главы содержат результаты исследований, отражающие:

- изменение механических свойств щебеночного балласта за счет его омоноличивания двухкомпонентным вяжущим на основе полиуретана;
- зависимость толщины слоя укрепленного щебня от расхода вяжущего материала;
- изменение сопротивления сдвигу плеча балластной призмы при его омоноличивании полиуретановым вяжущим;
- влияние модуля деформации укрепленного щебня полиуретановым вяжущим на величину смещения.

В заключении изложены основные научные выводы и результаты исследования, которые согласуются с заявленными в диссертации задачами.

В целом, диссертация Ермолова Я.М. является законченной научно-квалификационной работой, имеющей как научное, так и практическое значение.

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

Достоинством диссертационной работы является ее объективная актуальность, практическая значимость, внедрение результатов на эксплуатируемых железнодорожных путях, а также проведенное научное обоснование разработанного метода стабилизации балластной призмы с точки зрения таких фундаментальных дисциплин, как грунтоведение и механика грунтов.

Положительно характеризует работу обширный обзор и анализ существующих методов и технологий модификации свойств щебеночного балласта. Работа содержит анализ достоинств и недостатков различных методов усиления, опыт их применения на практике. Диссертация содержит следующие недостатки.

1. Вне рамок обзора осталось детальное сравнение достоинств и недостатков имеющихся программных комплексов для моделирования свойств рассмотренных конструкций. В связи с этим выбор используемого программного продукта недостаточно обоснован.

2. Приборы ИСС-1 и ИСС-2 согласно схемам, приведенным в диссертации, измеряют сдвиг относительно рельса. Желательно проводить измерения абсолютных сдвигов.

3. В работе используются допуски на загрязненность балласта для принятия решения о допустимости использования технологии полимерного закрепления. Однако, эта характеристика измеряется локально. В связи с этим было бы полезно рассмотреть более подробно вопрос о принятии решений для протяженных участков пути.

4. При интерпретации результатов, приведенных на рисунке 3.8, желательно было уделить внимание резкому изменению модуля упругости на первом участке после омоноличивания балласта.

5. Не рассмотрен вопрос, какие причины приводят к высокому разбросу значений относительного показателя преломления на рисунке 4.7.

6. Результаты исследований, изложенные в разделе 4.5, носят качественный характер и в дальнейшем не отражаются в положениях, выносимых на защиту.

7. При изложении технологии измерений остались вне рассмотрения некоторые технологические приемы, например, контроль средней площади контактирующих поверхностей используемых щебенков, или способ фиксации максимальной силы при разрыве образца в условиях ее нелинейного поведения.

По тексту автореферата имеются неточности формулировок, опечатки, отсутствие подписи под рисунком 1.

8. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы, содержит достаточную информацию об основных положениях и выводах диссертации. Приведенный в автореферате материал позволяет сделать заключение о научных результатах и научном уровне работы. Текст автореферата содержит полный перечень трудов по теме диссертации, автором или соавтором которых является соискатель, написан в соответствии с содержанием диссертационной работы.

9. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация Ермолова Я.М. и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», Москва: Стандартинформ. -2012. Имеются незначительные замечания по оформлению рисунков.

10. Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пункту 10

Диссертация Ермолова Я.М. соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пункту 10: диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые изложены в п. 3, 4 и 5 настоящего отзыва, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в развитие науки по специальности 05.22.06 «Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог». Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании автором результатов исследований.

11. Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пункту 11, 13

Диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пункту 11, 13: основные положения диссертационной работы опубликованы в 10 печатных работах, в том числе 3 – в рецензируемых научных изданиях, 5 – в международных изданиях, индексируемых Scopus, 2 – в других изданиях; получены 2 патента Российской Федерации.

Принадлежность изданий к спискам, рекомендованным ВАК и реферируемым в базе данных Scopus, на момент опубликования работ проверены оппонентом.

12. Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пункту 14

Диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пункту 14: в диссертации соискатель ученой степени ссылается на авторов и источники заимствования материалов или отдельных результатов отечественных и зарубежных авторов. При использовании в диссертации научных работ, выполненных соискателем лично или в соавторстве, соискатель отметил в диссертации это обстоятельство.

13. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 05.22.06 – «Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог» по следующим пунктам:

п. 2. – Конструкции верхнего и нижнего строения железнодорожного пути. Основные параметры, направления развития, проектирование, изготовление. Система технического обслуживания и ремонтов железнодорожного пути. Технология производства и организация работ.

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. 5. – Методы исследования, испытаний и моделирования железнодорожного пути и процессов его взаимодействия с подвижным составом.

Заключение

Диссертация Ермолова Якова Михайловича «Модификация свойств балластной призмы полимерными вяжущими материалами» представляет законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком научно-методическом уровне. Диссертация актуальна для железнодорожного транспорта, обладает научной новизной и практической значимостью, результаты исследований уже внедрены или имеют высокую перспективу для внедрения. Полученные в диссертации результаты позволяют формулировать направления дальнейших научных

исследований как по теме исследований, так и в смежных областях и иных научных направлениях.

В диссертации изложены новые методы и технологии закрепления плеча балластной призмы в кривых малого радиуса и организации участков переменной жесткости на подходах к искусственным сооружениям методом омоноличивания балластного слоя полиуретановым связующим, что имеет важное значение для совершенствования конструкций верхнего строения пути и снижения затрат, связанных с его текущим содержанием и ремонтом.

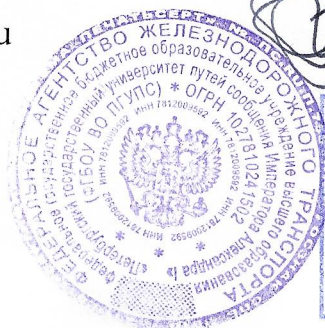
Приведённые замечания не снижают значимости работы и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.22.06 – «Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог» по следующим пунктам: 2 «Конструкции верхнего и нижнего строения железнодорожного пути. Основные параметры, направления развития, проектирование, изготовление. Система технического обслуживания и ремонтов железнодорожного пути. Технология производства и организация работ», 3 «Закономерности изменения технического состояния пути и его элементов. Диагностика железнодорожного пути. Критерии оценки его технического состояния. Мониторинг состояния пути. Аппаратура и системы контроля», 5 «Методы исследования, испытаний и моделирования железнодорожного пути и процессов его взаимодействия с подвижным составом».

Диссертация Ермолова Якова Михайловича «Модификация свойств балластной призмы полимерными вяжущими материалами» соответствует п. 7, п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент – Колос Алексей Федорович
гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук,
по специальности 05.22.06 «Железнодорожный путь, изыскание и
проектирование железных дорог»,
проректор по экономике и информатизации, доцент, заведующий кафедрой
«Строительство дорог транспортного комплекса» федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС)
190031, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 9, пом. 7-509
тел. +79112284415
e-mail: kolos2004@inbox.ru

27 ноября 2020 г.



Подпись руки *Колоса А.Ф.*

удостоверяю.

Начальник Службы управления персоналом
университета *Е.Е. Егоров*

« 10 » / 12 2020 г.