

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Прибылова Вячеслава Сергеевича на тему «Асфальтобетон на основе сталеплавильных шлаков с нанодобавками», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.1.5. Строительные материалы и изделия

Актуальность темы

Асфальтобетонные покрытия с применением отходов промышленности характеризуются повышенными транспортно-эксплуатационными показателями, обусловленные свойствами сталеплавильного шлака и характером его взаимодействия с органическим вяжущим и водой. Однако использование шлаковых наполнителей в составе асфальтобетона имеет особенности по сравнению с традиционными каменными материалами.

Проведенные ранее исследования показали, что для суровых климатических условий Сибири долговечность шлакоасфальтобетонных покрытий недостаточна. Долговечность асфальтобетона зависит как от физических свойств, прежде всего плотности и водостойкости, так и от механических показателей. В свою очередь водостойкость зависит от устойчивости адгезионных связей между вяжущим и минеральным заполнителем. Поэтому необходимы дополнительные меры по усилению адгезионных связей между вяжущим и заполнителем в асфальтобетоне. Применение наноразмерных добавок может значительно улучшить свойства битумно-шлаковых композиций и получить более долговечный и надежный с точки зрения эксплуатации шлакоасфальтобетон на их основе.

Диссертационная работа Прибылова Вячеслава Сергеевича направлена на разработку научно-обоснованных составов и технологии приготовления асфальтобетонных смесей на основе сталеплавильных шлаков с нанодобавками повышенной эксплуатационной надежности и долговечности.

Работа выполнена по плану НИР НГАСУ (Сибстрин) шифр 09.17.085 «Использование сталеплавильных шлаков: мартеновский, конвертерный, электросталеплавильный шлак печь – ковш – как компонента строительных смесей».

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

Сформулированные в работе научные положения, выводы и рекомендации соответствуют общепринятым теоретическим положениям строительного материаловедения и результатам известных исследований.

Следует отметить системный подход к изучению темы, что находит отражение в структуре работы, методологии и последовательности выполнения исследования. Диссертационная работа представлена методически верно, а решение научной задачи выполнено на хорошем научном и профессиональном уровне. Результаты работы опубликованы в ряде рецензируемых научных изданий и хорошо согласуются с литературными данными независимых исследователей.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов работы определяется подтверждением полученных экспериментальных данных результатами опытно-промышленных испытаний, использованием современных методов исследований с применением поверенных приборов и аттестованного оборудования, апробированных методик измерения.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- установлено, что начальная адгезионная прочность битума к сталеплавильному шлаку вызвана в большей степени не физико-химическим процессом, а механическим взаимодействием, обусловленным особенностями химического состава и повышенной пористостью заполнителя. Выявлен механизм влияния на шлакоасфальтобетон продолжительности насыщения его водой, заключающийся в снижении интенсивности падения водостойкости и стабилизации процесса набухания асфальтобетона на сталеплавильных шлаках (по сравнению с асфальтобетоном на традиционном заполнителе). Добавка из углеродных нанотрубок в количестве 0,05% от массы битума обеспечивает повышение адгезии, прочности и водостойкости асфальтобетона за счет проявления центров активного взаимодействия с битумным вяжущим;

- введение углеродных нанотрубок в количестве 0,05% от массы битума обеспечивает асфальтобетону на сталеплавильном шлаковом заполнителе создание равномерно распределенной структуры за счет центров кристаллизации и включения их в физико-химическое взаимодействие, что подтверждается упрочнением всей структуры шлакоасфальтобетона, ростом термостабильности и деформационной устойчивости, отмечаемыми по результатам термомеханических, микроструктурных и спектральных исследований;

- фотоэлектроколориметрическими и ИК - спектральными исследованиями установлена длительная стабилизация первоначальных свойств и упрочнение битумного вяжущего в шлакоасфальтобетоне при

введении углеродных нанотрубок в количестве 0,05% от массы битума, приводящие к увеличению морозостойкости на 25 – 35% и снижению величины колееобразования почти в 2 раза за счет повышения адгезионных сил в контактной зоне между минеральным шлаковым заполнителем и битумным вяжущим, улучшения физико-механических и деформативных характеристик, обеспечивая в целом увеличение сроков службы и долговечности асфальтобетонного покрытия.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

- расширены знания о характере и процессах взаимодействия битумных вяжущих с пористыми заполнителями на основе отходов производств;
- установлены теоретические закономерности между продолжительностью насыщения шлакоасфальтобетона водой и показателями его строительно-технических свойств;
- научно подтверждена необходимость модификации битума битумно-шлаковой композиции наноразмерными добавками для повышения ее адгезионной прочности;
- установлен вид и оптимальное содержание нанодобавки в асфальтобетонной смеси, содержащей сталеплавивый шлак, обеспечивающей устойчивость шлакоасфальтобетона к внешним факторам, и, как следствие, повышающей его долговечность в дорожном покрытии.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- получены составы плотной и пористой шлакоасфальтобетонных смесей при полном замещении каменных заполнителей сталеплавивыми шлаками, физико-механические показатели которых (прочность и сдвигустойчивость) превышают аналогичные показатели традиционного асфальтобетона в 1,3 – 1,6 раза;
- установлены оптимальные рецептурные и технологические параметры приготовления асфальтобетонной смеси, содержащей сталеплавивый шлак и запроектированной по методологии Superpave;
- разработана технологическая документация на приготовление горячей шлакоасфальтобетонной смеси с добавкой углеродных нанотрубок (УНТ), способствующая достижению требуемых технико-экономических показателей, и выполнена апробация предлагаемых решений на производстве. Применение УНТ в составе шлакоасфальтобетонной смеси позволило уменьшить себестоимость ее приготовления на АБЗ на 6,7% по сравнению с асфальтобетонной смесью из щебня горных пород без добавок.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из 6 глав, 9 основных выводов, списка литературы, включающего 146 наименований, содержит 155 страниц текста, 54 рисунка, 43 таблицы и 4 приложения.

Область исследования соответствует п. 9 паспорту научной специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Общая характеристика работы

Во введении дано обоснование актуальности темы диссертационной работы, рассмотрены цель и задачи исследования, изложены научная новизна и значимость результатов работы.

В первой главе рассмотрены проблемы применения пористых отходов металлургических производств в дорожном строительстве и их влияние на долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий. Проведенный автором анализ отечественных и зарубежных литературных источников доказывает необходимость повышения долговечности и эксплуатационной надежности таких покрытий из асфальтобетона, содержащего в своем составе сталеплавильный шлак, что особенно важно для суровых климатических условий Сибири.

Проведенные ранее исследования в полной мере не учитывали влияние вида и особенностей состава шлака на его адгезионную прочность в битумно-шлаковой композиции в составе асфальтового бетона, что могло существенно повлиять на его долговечность в процессе эксплуатации в дорожном покрытии. Автором сформулирована научная гипотеза о возможности повышения долговечности и связанных с ней межремонтных сроков службы дорожных асфальтобетонных покрытий на основе сталеплавильных шлаков за счет использования в их составе наноразмерных добавок.

На основании проведенного анализа сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе приведены основные характеристики применяемых материалов и методов исследования. Сталеплавильные шлаки Новокузнецкого металлургического комбината представлены в работе мартеновским, конвертерным и электросталеплавильным шлаком печь-ковш. Подтверждена их применимость для дорожного и аэродромного строительства. При проведении экспериментальных работ автором применены современное оборудование и методы исследования структуры и физико-механических характеристик шлаковых материалов и битумного вяжущего. Приведены основные показатели наиболее распространенных в строительной отрасли Сибири и используемых в работе нанодобавок.

В третьей главе произведена оценка строительно-технических свойств асфальтобетона на основе сталеплавильного шлака. Приведены особенности структурообразования асфальтовяжущего вещества, содержащего сталеплавильный шлак. Автором экспериментальным путем определен механизм влияния на шлакоасфальтобетон продолжительности насыщения его водой, заключающийся в снижении интенсивности падения показателей водостойкости и стабилизации процесса набухания асфальтобетона на сталеплавильных шлаках (по сравнению с асфальтобетонном на традиционном заполнителе, соответствующему требованиям ГОСТ 9128-2013).

В четвертой главе приведены результаты объемного проектирования асфальтобетонной смеси с полным замещением традиционного каменного заполнителя сталеплавильным шлаком. Автором экспериментально подтверждена возможность применения сталеплавильного шлака при объемно-функциональном проектировании состава асфальтобетонной смеси по методологии Superpave, определены его объемные характеристики. Вышесказанное, благодаря учету фактических условий эксплуатации материала из местного сырья – сталеплавильного шлака - в дорожном покрытии, позволит обеспечить требуемое транспортно-эксплуатационное состояние такого асфальтобетонного покрытия в течение межремонтного периода.

В пятой главе представлены результаты физико-химического исследования битумно-шлаковой композиции. Установлено, что взаимодействие сталеплавильного шлака с дорожным битумом носит в большей степени механический, а не физико-химический характер. Термомеханическими, фотоэлектроколориметрическими и микроструктурными исследованиями автором подтверждена роль нанодобавок в повышении начальной адгезионной прочности в битумно-шлаковой композиции. Определено оптимальное содержание нанодобавки в виде углеродных нанотрубок в количестве 0,05% от массы битума. Выполненная автором оценка долговечности по показателям морозостойкости и колееобразования свидетельствует о достижении поставленной автором цели диссертационного исследования.

В шестой главе приведено технико-экономическое обоснование предлагаемых решений. Выполненная автором опытно-промышленная апробация полностью подтверждает сформулированную в работе гипотезу о повышении долговечности дорожных асфальтобетонных покрытий, содержащих в своем составе сталеплавильный шлак и нанодобавки.

В заключении диссертационной работы автор подводит итог диссертационного исследования с общими выводами.

По диссертации имеются следующие замечания и вопросы:

1. Было бы интересно обоснование выбора нанодобавок различного состава (напорошки Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO , $Mg(OH)_2$ и углеродные нанотрубки) для разработки состава асфальтобетона на основе сталеплавивильных шлаков (по данным литературного анализа и патентного поиска, опыта их применения в дорожной отрасли и т.д.).

2. Автор работы, доказывая эффективность применения УНТ для модификации битума (стр. 111-113 диссертации), не представил механизм действия нанодобавок на изменение группового состава или структуры битумного вяжущего.

3. Используемые сталеплавивильные шлаки содержат зерна, имеющие порфиновую структуру и пемзоподобные зерна. Насколько разные группы зерен будут влиять на получаемые характеристики асфальтобетона. И как это учитывается при разработке технологии производства асфальтобетона. Насколько зерновой состав минеральной части асфальтобетонной смеси (щебня и песка) остается постоянным при подготовке материалов.

4. При определении эффективности использования УНТ для изменения основных характеристик битума (рис. 5.1-5.5, стр. 97-101 диссертации) возникают следующие вопросы:

- введение нанодобавок различного состава и количества снижает пенетрацию битума при 0 и 25°C (рис. 5.1, 5.2) и, соответственно, увеличивает его вязкость. При этом должны увеличиваться температура размягчения битума и сдвигоустойчивость асфальтобетона при высоких температурах. У автора работы температура размягчения падает (рис. 5.3). Как это влияет на свойства асфальтобетона;

- при введении УНТ снижается растяжимость битума (рис. 5.4): почему в %, а не в см, или это эластичность битума? Уменьшение растяжимости приводит к тому, что битум становится менее эластичным и более жестким, что должно сказаться на трещиностойкости асфальтобетона;

- как введение добавки УНТ влияет на изменение характеристик битума PG 58-40, ускоряется ли его старение;

- было бы интересно исследовать введение нанодобавок на изменение свойств не только БНД 70/100, но и других марок битума. Насколько меняется верхний и нижний пределы пенетрации битума. Не приведет ли введение добавок к изменению марки битума и, соответственно, к свойствам асфальтобетона.

5. Одним из показателей долговечности асфальтобетона является его коррозионная стойкость, в частности стойкость к противогололедным реагентам. Было бы интересно определение этого показателя для асфальтобетона на основе сталеплавильных шлаков с УНТ, используемого особенно для верхнего слоя покрытий автомобильных дорог.

6. Учитывая, что введение добавок УНТ улучшает адгезию битума к минеральным заполнителям, было бы интересно сравнить основные свойства разработанного асфальтобетона с асфальтобетоном с адгезионными добавками или полимерасфальтобетоном. Влияет ли введение таллового масла на свойства асфальтобетона.

Отмеченные замечания и вопросы не меняют положительного мнения о работе в целом.

Текст диссертации написан грамотным техническим языком. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Полученные в диссертации выводы обладают научной новизной, теоретической и практической ценностью.

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Результаты диссертации докладывались на международных и всероссийских конференциях и симпозиумах.

Основные научные результаты работы представлены в достаточном объеме (15 работ), из которых в изданиях, рекомендованных ВАК – 8, в изданиях, индексируемых Scopus – 1, в сборниках научных трудов, докладов на научно-технических конференциях и других изданиях – 6. Получен патент РФ на изобретение. Это подтверждает личный вклад автора в решение научной задачи.

Заключение

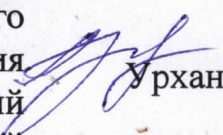
Диссертация Прибылова Вячеслава Сергеевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения получения модифицированных нанодобавками асфальтовых бетонов на основе сталеплавильных шлаков, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие дорожной отрасли страны, в частности регионов Сибири с суровыми условиями эксплуатации автомобильных дорог.

Диссертация на тему «Асфальтобетон на основе сталеплавильных шлаков с нанодобавками» отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от

24.09.2013 г. № 842) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор - **Прибылов Вячеслав Сергеевич** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:

доктор технических наук
по специальности 05.23.05
Строительные материалы и изделия,
профессор, профессор кафедры
«Дорожно-строительные материалы»
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский автомобильно-дорожный
государственный технический
университет (МАДИ)»

 Урханова Лариса Алексеевна

«28» октября 2024 г.

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»

125319, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64, к. 134.

Тел.: 8 (499) 155-08-60; 8(902)168-51-68;

e-mail: info@madi.ru

Подпись профессора Урхановой Л.А. заверяю:

Ученый секретарь
ученого совета Университета

06.11.2024г.





М.Ю. Алексеева