

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Прибылова Вячеслава Сергеевича

на тему «Асфальтобетон на основе сталеплавыльных шлаков
с нанодобавками»

по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия
на соискание ученой степени кандидата технических наук

На отзыв представлены следующие материалы:

- диссертационная работа в объеме 155 страниц машинописного текста, включающего 54 рисунка, 43 таблицы, список литературы из 146 наименований и 4 приложения;
- автореферат диссертации в объеме 21 страницы машинописного текста.

Актуальность темы диссертационного исследования.

Опыт и условия эксплуатации покрытий из асфальтобетона свидетельствуют о преждевременном снижении показателей их транспортно-эксплуатационного состояния, связанном, с одной стороны, с увеличением интенсивности движения транзитного транспорта, увеличением осевых нагрузок, с другой – с изменением условий эксплуатации и дорожно-эксплуатационных воздействий, в связи с чем возникают различные деформации и разрушения. Применение наномодифицирующих добавок предоставляет возможность при незначительной коррекции технологии приготовления асфальтобетонных смесей увеличить прочностные и сдвиговые характеристики дорожных покрытий при повышенных температурах и улучшить эксплуатационные свойства дорожного полотна под действием транспортной нагрузки. Задача модификации асфальтового бетона становится еще более актуальной в случае применения в качестве заполнителей пористых отходов промышленности.

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

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- установлено, что начальная адгезионная прочность битума к сталеплавыльному 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 показателей $K_{\text{вод}}$ и $R_{20(\text{вод})}$ и стабилизации процесса набухания асфальтобетона на сталеплавильных шлаках (по сравнению с асфальтобетонном 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.

Теоретическая значимость работы:

- 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 сталеплавильный шлак, обеспечивающей устойчивость шлакоасфальтобетона к внешним факторам, и, как следствие, повышающей его долговечность в дорожном покрытии.

Практическая значимость работы:

- получены составы плотной и пористой шлакоасфальтобетонных смесей при полном замещении каменных заполнителей сталеплавильными шлаками, физико-механические показатели которых (R_{50} , R_{20} и сдвигоустойчивость) превышают аналогичные показатели традиционного асфальтобетона в 1,3 – 1,6 раза.

- установлены оптимальные рецептурные и технологические параметры приготовления асфальтобетонной смеси, содержащей сталеплавильный шлак и запроектированной по методологии Superpave. Асфальтобетонная смесь включает битумное вяжущее марки PG, мас. % 3,9 – 4,5 (сверх 100 %), отходы металлургического производства при следующем соотношении компонентов, мас. %: щебень шлаковый фр. 8-16 мм - 35,4 – 42,4; щебень шлаковый фр. 4-8 мм - 18,2 – 25,2; песок шлаковый фр. 0-4 мм - 37,4 – 41,4 (Патент на изобретение № 2787268).

- разработана технологическая документация на приготовление горячей шлакоасфальтобетонной смеси с добавкой углеродных нанотрубок (далее – 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.

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

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 не 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 асфальтовязущего вещества, содержащего сталеплавильный шлак. Автором экспериментальным путем определен механизм влияния на шлакоасфальтобетон продолжительности насыщения его водой, заключающийся в снижении интенсивности падения показателей $K_{\text{вод}}$ и $R_{20(\text{вод})}$ и стабилизации процесса набухания асфальтобетона на сталеплавильных шлаках (по сравнению с асфальтобетонном на традиционном заполнителе, соответствующему требованиям ГОСТ 9128-2009 (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.

Замечания по диссертационной работе:

1. В главе IV на рис. 5.11 представлены результаты сравнения свойств шлакоасфальтобетона, модифицированного УНТ, с асфальтобетоном на традиционном заполнителе, значение показателя предела прочности при сжатии при 0°C шлакоасфальтобетона модифицированного УНТ имеет некоторый прирост по сравнению с асфальтобетоном на традиционном заполнителе не приведет ли это к излишней жесткости и снижению трещиностойкости шлакоасфальтобетонного покрытия при отрицательных температурах?

2. В результате проведенных исследований установлено, что при длительном воздействии воды через некоторое время в шлакоасфальтобетоне образуются коагуляционно-кристаллизационные связи, которые обуславливают большую эксплуатационную надежность на участках покрытий с необеспеченным водоотводом. Учитывая временной фактор образования коагуляционно-кристаллизационных связей не потребуются ли изменения в технологических режимах укладки и уплотнения шлакоасфальтобетонных смесей, включая сроки выполнения работ до наступления отрицательных температур?

Отмеченные замечания не меняют положительного мнения о работе в целом.

Подтверждения опубликования основных результатов диссертации в научной печати.

Результаты диссертации докладывались на международных и всероссийских конференциях и симпозиумах.

Основные результаты диссертации опубликованы в 15 научных статьях, 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.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертация Прибылова Вячеслава Сергеевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлены научно-обоснованные решения актуальной научно-технической задачи.

Ведущий специалист по
управлению персоналом