

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной деятельности

VO «Белгородский
государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова»,
доктор наук, профессор

 Давыденко Т.М.

ноября 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию **Чудайкина Анатолия Дмитриевича** на тему «**Замедление процессов старения битумного вяжущего обработкой защитными газами при производстве асфальтобетонной смеси**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8 - Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Актуальность темы диссертации

Повышение качества российских автодорог неизменно является актуальной проблемой, с целью решения которой принимаются широкомасштабные меры, одна из которых – национальный проект «Безопасные качественные дороги». По данным Министерства транспорта Российской Федерации на конец 2023 года доля автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения, соответствующих нормативным требованиям, составляет лишь 53,4%. Одной из причин такого положения является низкая доля объектов автодорожной отрасли, на которых используются новые технологии. Кроме того, экономически оправданное в российских условиях применение окисленных битумных вяжущих при производстве асфальтобетонных смесей приводит к их старению, а затем к более быстрому разрушению уложенных покрытий.

Таким образом, необходимы исследования, которые позволят замедлить старение битумного вяжущего, повысить качество готовой смеси и, как следствие, пролонгировать межремонтный срок дорожных одежд. Несмотря на большое количество работ, посвященных данному научному

направлению, ключевые аспекты применения защитных газов для замедления термоокислительного старения битумного вяжущего при производстве асфальтобетонной смеси ранее не изучались.

В связи с изложенным, работа, посвященная замедлению интенсивности старения битумного вяжущего, является актуальной.

Общая характеристика и содержание диссертации

Представленная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа изложена на 198 страницах, включает 71 рисунок, 21 таблицу, список литературы из 147 наименований.

Во введении обозначена цель диссертационной работы, изложены задачи, которые автор решал в ходе исследования для достижения поставленной цели. Перечислены пункты научной новизны, теоретическая и практическая значимость, а также сведения об апробации и публикациях по теме диссертационной работы.

В первой главе соискатель проанализировал международную и отечественную практику производства и применения дорожных битумов, основные способы получения битумного вяжущего и факторы, влияющие на его старение. На основании проведенного исследования автор пришел к выводу, что скорость термоокислительного старения вяжущего является максимальной на этапе производства асфальтобетонной смеси, поскольку технология предполагает длительный нагрев и контакт с кислородом воздуха.

Во второй главе автор теоретически обосновал возможность применения защитных газов (азота и углекислого газа) для замедления термоокислительных процессов в битумном вяжущем при производстве асфальтобетонной смеси. Для этого был разработан алгоритм исследования, физико-математическая модель, учитывающая основные параметры процесса смешивания минеральных материалов с битумом в смесителе циклического действия при формировании инертной среды путем введения защитных газов.

В третьей главе с целью определения реологических характеристик битумов, термостатируемых в кислородной и инертной среде, и установления деформационной устойчивости асфальтобетонной смеси в зависимости от

условий старения вяжущего, в лабораторных условиях проведено поэтапное кратковременное и долговременное лабораторное состаривание битума БНД 60/90 с его последующими испытаниями, а также исследование образцов асфальтобетона. В результате установлено, что вытеснение кислорода воздуха путем введения защитных газов позволяет замедлить термоокислительное старение битума. По результатам лабораторных экспериментов автором разработана технологическая схема производства асфальтобетонной смеси с возможностью модифицирования окружающей газовой среды. Проведены производственные испытания с отбором образцов, которые подтвердили ранее полученные результаты. Для оптимизации технологических параметров (установления необходимых объемов защитного газа, температурных режимов) применен регрессионный анализ. Установлены рациональные области ограничений и спрогнозирована степень влияния варьируемых факторов на показатели эксплуатационных свойств асфальтобетонной смеси.

Четвертая глава посвящена технико-экономическому обоснованию применения обработки асфальтобетонной смеси защитными газами. По результатам сделан вывод, что применение данного способа защиты смеси позволяет увеличить фактический межремонтный срок дорожного покрытия на 9,5 месяцев (на каждые 5 лет) и дает значительную экономию ООО «Росавтодор» за счет сокращения затрат на ремонт дорожного покрытия. Автором приведены подробные рекомендации по прогнозированию долговечности асфальтобетона при применении инертной газовой среды, обозначены перспективные направления дальнейших исследований.

Заключение содержит анализ диссертации и выводы по главам.

В приложении приведены расчеты для технико-экономического обоснования применения защитных газов в технологии производства асфальтобетонной смеси, акты о внедрении, а также Свидетельство на Секрет производства (ноу-хау) от 25 марта 2024 г. № 2024001 «Способ обеспечения инертной среды для замедления термоокислительного старения битумного вяжущего при производстве асфальтобетонных смесей».

Научная новизна, достоверность и обоснованность научных положений

Научной новизной, на наш взгляд, обладают следующие результаты,

сформулированные автором диссертации:

– Разработана физико-математическая модель, которая учитывает влияние защитных газов на термоокислительную устойчивость битумного вяжущего для получения качественных дорожных покрытий и позволяет моделировать изменение свойств горячей асфальтобетонной смеси при смешивании и хранении в инертной среде.

– Впервые установлено, что наличие инертной среды при обычной температуре приготовления смеси ($T_{\text{пр}} = 160^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) замедляет процессы старения в пределах 8-9 %. При температуре 180°C влияние инертной среды уже незначительно (не превышает 1-2%). Процесс разрушения образцов при нагружении происходит тем скорее, чем выше температура приготовления смеси. Разница этого показателя для всех испытанных образцов невелика.

– Получены регрессионные зависимости прочностных свойств горячего асфальтобетона в зависимости от используемого температурного режима и количества прокачиваемого газа.

Обоснованность и достоверность результатов исследования подтверждаются проведением комплекса экспериментов с учетом нормативных документов и с использованием современных приборов и оборудования; сопоставимостью результатов лабораторных и производственных экспериментов; статистическими методами математического планирования эксперимента и широким применением регрессионного анализа.

Диссертация включает в себя значительное количество экспериментальных исследований. Автором изложены предложения и выводы, которые достаточно аргументированы и носят достоверный характер, рассматриваются с позиций системотехнического анализа проблемы и ее составляющих. Результаты не противоречат общепризнанным научным фактам и работам других авторских коллективов.

Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки

Исследования, выполненные автором работы, позволили дополнить теоретические представления по влиянию инертной среды на состав смеси, улучшение микроструктуры битума, повышение его адгезионных свойств. Результаты работы позволяют устанавливать рациональные области

ограничений технологических параметров и прогнозировать степень влияния варьируемых факторов на показатели эксплуатационных свойств асфальтобетонной смеси, что обеспечивает замедление термоокислительного старения битума и повышение качества и долговечности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость диссертации заключается в:

- дополнении теоретических положений по влиянию защитных газов на битумное вяжущее в процессе технологии приготовления, хранения и доставки горячей асфальтобетонной смеси для строительства дорожных асфальтобетонных покрытий. Установлено, что инертная среда положительно влияет на структурно-групповой состав смеси, уменьшая концентрацию окисленных высокомолекулярных соединений, улучшая микроструктуру битума, повышая его адгезионные свойства;

- разработке физико-математической модели влияния защитного газа на старение битумного вяжущего, которая позволила связать изменение свойств горячей асфальтобетонной смеси в технологических процессах смешивания и хранения и обеспечить прогноз для технологических операций, в которых влияние защитных газов на термоокислительную устойчивость битумного вяжущего важно для получения качественных дорожных покрытий.

Практическая значимость диссертации заключается в:

- усовершенствовании технологии защиты горячей асфальтобетонной смеси в технологическом процессе ее приготовления и хранения путем использования защитного газа и замедлении окислительного процесса битумного вяжущего;

- обосновании целесообразного режима работы технологического оборудования в процессе получения горячей асфальтобетонной смеси и ее бункеровке в среде защитного газа;

- разработке рекомендаций по применению защитных газов в промышленном производстве горячих асфальтобетонных смесей.

Апробация, опубликование и внедрение результатов исследования

Основные положения и результаты диссертационной работы

представлены и обсуждены на различных научно-практических конференциях, опубликованы в 9 печатных работах, в том числе 5 – в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Результаты диссертационного исследования внедрены в производственную деятельность ООО «Дорожник», связанную с ремонтом дорожного покрытия (автомобильная дорога Семилуки – Латное, Семилукский район Воронежской области в 2023 г.), а также в образовательный процесс ФГБОУ ВО «ВГТУ».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Разработанные в диссертационной работе технологии замедления окислительного процесса битумного вяжущего при приготовлении и хранении горячей асфальтобетонной смеси путем использования защитного газа, а также «Рекомендации по прогнозированию долговечности асфальтобетона при применении инертной газовой среды» могут быть использованы при производстве асфальтобетонных смесей, устойчивых к термоокислительной деструкции.

Замечания и вопросы по содержанию и оформлению диссертационной работы

1. Обзор литературы выполнен по достаточно старым источникам. В списке литературы практически отсутствуют источники за последние 5-7 лет, хотя по старению битумного вяжущего много новых публикаций. В числе литературных источников содержится большое количество нормативной литературы (31 источник), которая не относится к научной. Более того, она расположена на первом месте и выделена отдельным пунктом.

2. Некоторые пункты научной новизны сформулированы неудачно. Усовершенствование технологии (п.1), разработка технологического режима (п.4), повышение эксплуатационных характеристик и срока службы дорожных покрытий (п.6) относятся к практической значимости работы, а не к научной новизне. Это сам автор и указал в практической значимости.

3. Следует объяснить, почему для исследований выбран битум БНД 60/90 и асфальтобетон типа Б II марки, которые в настоящее время не являются самыми распространенными, как это указано в тексте диссертации.

4. Требуется пояснить, почему исходная температура хрупкости битума (БНД 60/90?) составляет -36°C и ниже (рис. 2.7). Такую температуру трудно достичь даже при использовании полимеров в составе вяжущего.

5. Непонятно, чем отличаются образцы 1-6 (табл.3.2). Если удельным расходом воздуха, затраченным на окисление, то почему различаются свойства образцов № 5 и 6?

6. Почему при испытании на колееустойчивость результаты по глубине колеи параллельных испытаний (лево, право) значительно различаются (рис.3.22 – 3.23)?

7. В заключении должны приводиться основные выводы по работе, рекомендации по внедрению и перспективы дальнейших исследований, но не анализ работы и выводы по главам, как это сделал автор в тексте диссертации.

Заключение по диссертационной работе

Рассматриваемая диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащую научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной, теоретической и практической значимостью. Она содержит решение задачи, имеющей существенное значение для развития рассматриваемой отрасли знаний. Результаты достаточно широко опубликованы и апробированы на конференциях различного уровня; 9 публикаций отражают основные результаты работы; содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации.

На основании изложенного считаем, что диссертационная работа «Замедление процессов старения битумного вяжущего обработкой защитными газами при производстве асфальтобетонной смеси» соответствует критериям, изложенным в пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Чудайкин Анатолий Дмитриевич, заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.1.8 Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Автомобильные и железные дороги им. А.М. Гридчина» БГТУ им. В.Г. Шухова «6» ноября 2024 года. Протокол № 3 от «6» ноября 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Автомобильные и железные дороги
им. А.М. Гридчина» БГТУ им. В.Г.
Шухова, кандидат технических наук по
специальности 05.23.05 – Строительные
материалы и изделия,
доцент



подпись

Евгений Александрович Яковлев
«6» ноября 2024 г.

Профессор кафедры
«Автомобильные и железные дороги
им. А.М. Гридчина» БГТУ им. В.Г.
Шухова, доктор технических наук по
специальности 05.23.05 — Строительные
материалы и изделия,
профессор



подпись

Валентина Васильевна Ядыкина
«6» ноября 2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова)
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46
Телефон: (4722) 54-20-87;
E-mail: rector@intbel.ru;
Сайт: <https://bstu.ru/>

Подпись Яковлева Е.А., 2011 В.В.
удостоверяю
начальник общего отдела М.А.
7.11.2024