

ОТЗЫВ

официального оппонента **Калгина Юрия Ивановича** на диссертационную работу **Михайловой Ольги Анатольевны** на тему: **«Теплый асфальтобетон с использованием полифункциональной добавки на основе синтетических восков»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

Актуальность темы исследования

Повышение требований к качеству и межремонтным срокам дорожных покрытий, а также необходимость решения экологических проблем и сокращения потребления энергоресурсов требуют создания и применения материалов, обеспечивающих снижение температурных режимов производства и укладки в дорожную конструкцию горячих асфальтобетонных смесей без ущерба для качества асфальтобетона. Одним из способов производства асфальтобетонов с улучшенными физико-механическими характеристиками при пониженной температуре их приготовления и укладки является применение органических добавок – восков или парафинов. Однако такие добавки могут увеличивать вероятность усталости и низкотемпературного растрескивания дорожных покрытий при пониженных температурах в зимний период. Также препятствием к широкому внедрению таких ныне известных эффективных добавок является то, что они на рынке России являются импортными.

Исходя из вышеизложенного, диссертация Михайловой Ольги Анатольевны, посвященная разработке научно-обоснованного технологического решения, обеспечивающего получение теплых асфальтобетонов с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками путем применения полифункциональной добавки на основе синтетических восков с дополнительным использованием пластификатора и поверхностно-активного вещества (далее ПАВ), является актуальной. Кроме того, в диссертационной работе показана возможность сокращения стоимости содержания дорог за счет снижения финансовых и ресурсных затрат на ремонтные работы вследствие увеличения долговечности асфальтобетонного покрытия с применением предложенной полифункциональной добавки.

Структура и содержание работы

Представленная диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов и приложений. Содержит 228 страниц машинописного текста, включающего 49 рисунков и фотографий, 57 таблиц, библиографический список из 210 наименований, 11 приложений.

Во введении приводятся: актуальность работы, цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, информация об апробации результатов работы.

Первая глава посвящена современному состоянию проблемы применения добавок на основе синтетических восков в составе теплых асфальтобетонов. Проанализированы основные преимущества и недостатки различных видов температуропонижающих добавок и существующих технологий производства теплых асфальтобетонных смесей. На основании подробного анализа литературных данных сформулирована рабочая гипотеза исследований.

Вторая глава посвящена объектам и методам исследования. В диссертационной работе применялись актуальные способы оценки физико-химических свойств битумного вяжущего, физико-механических и эксплуатационных характеристик асфальтобетона. К достоинствам работы следует отнести использование современных инструментальных методов исследования, а также использование математического планирования и статистической обработки результатов проведенных экспериментов.

В третьей главе приведено теоретическое обоснование состава полифункциональной добавки Вискодор ПВ-2, проведен сравнительный анализ результатов исследования физико-химических и реологических свойств, а также структуры битумного вяжущего, модифицированного предложенной добавкой и импортными аналогами. Проведено детальное исследование влияния добавки на реологические и адгезионные свойства битумных вяжущих, а также интенсивность термоокислительной деструкции с теоретическим обоснованием получаемых экспериментальных результатов. Показаны преимущества применения разработанной комплексной добавки по сравнению с другими импортными известными органическими добавками.

Исследование исходного и модифицированного добавками битума методами методом поляризационной микроскопии позволило обосновать механизм влияния компонентов полифункциональной добавки на структуру и характеристики модифицированного битумного вяжущего.

Применение ИК-спектроскопии дало возможность объяснить эффективность влияния предложенной добавки на адгезионные свойства и снижение процессов старения битумного вяжущего.

Установлено, что применение полифункциональной добавки Вискодор ПВ-2 позволяет расширить температурный интервал пластичности, улучшить когезионные и адгезионные свойства, замедлить интенсивность старения битумного вяжущего. Вязкость модифицированного разработанной добавкой вяжущего снижается при высоких температурах приготовления и увеличивается при температурах эксплуатации асфальтобетона в сравнении с исходным битумом.

Следует обратить внимание, что в работе применена оценка вяжущего не только классическими методами, нормируемыми для вязких дорожных битумов по ГОСТ 33133-2014, но и в соответствии с более современными методами объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей для устройства дорожных покрытий в соответствии ТР ТС 014-2011 «Безопасность автомобильных дорог».

В четвертой главе исследовано влияние модифицированного добавкой битумного вяжущего на свойства асфальтобетона на примере горячих асфальтобетонных смесей типа Б и А16Вн, а также литой асфальтобетонной смеси типа ЛА16Вн.

Показано, что использование полифункциональной добавки Вискодор ПВ-2 в составе битумного вяжущего позволяет снизить температуры приготовления и укладки горячей асфальтобетонной смеси и увеличить прочностные характеристики асфальтобетона, такие как сцепление при сдвиге, водостойкость, устойчивость к пластическим деформациям. Показана эффективность влияния разработанной добавки на снижение интенсивности старения в асфальтобетонной смеси.

Испытания исследуемых составов на устойчивость к образованию колеи на дорожном покрытии показали, что ожидаемый срок службы асфальтобетонного покрытия на модифицированном вяжущем увеличится на срок до 6 лет.

В пятой главе приведены результаты апробации, экономическая и экологическая эффективность применения полифункциональной добавки Вискодор ПВ-2 в составе асфальтобетонной смеси.

Показано, что использование разработанной добавки Вискодор ПВ-2 вместо импортного аналога при устройстве дорожного покрытия с асфальтобетонной смесью типа А16Вн позволяет снизить затраты на 5,2 %. Применение указанной добавки приведет к чистому дисконтированному

доходу (ЧДД) в сумме 5724750 руб благодаря уменьшению расходов на ремонтные мероприятия, что составляет экономию в 36,6 %.

Дополнительно отмечается сокращение выбросов углекислого газа на 21,6%. Разработаны нормативные документы на производство полифункциональной добавки, на основе синтетических восков, пластификатора и ПАВ. Следует отметить внедрение разработанной добавки Вискодор ПВ-2.

В заключении приводятся выводы по работе, а также рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Научная новизна работы

Научная новизна диссертационной работы заключается, во-первых, в обосновании и экспериментальном подтверждении технологического решения по модифицированию битума полифункциональной добавкой на основе синтетических восков, что обеспечивает приготовление при пониженных температурах асфальтобетонных смесей с улучшенными характеристиками и повышенной долговечностью дорожного покрытия. Это происходит благодаря влиянию компонентов добавки на структуру и свойства битумного вяжущего, что позволяет: снизить температуру приготовления и уплотнения горячих асфальтобетонных смесей без потери качества асфальтобетона; повысить устойчивость к пластическим деформациям, прочность и долговечность асфальтобетона, а также улучшить его устойчивость к воздействию низких температур.

Обоснован механизм воздействия компонентов разработанной комплексной добавки Вискодор ПВ-2 на структуру и свойства модифицированного битумного вяжущего. Воски, входящие в состав добавки, снижают вязкость материала при повышенных технологических температурах транспортировки и укладки смеси, и увеличивают её при температуре эксплуатации дорожного покрытия. Они структурируют битумное вяжущее, способствуя расширению диапазона его работоспособности и улучшению когезионных свойств. Использование в составе комплексной добавки пластификатора на основе растительного масла способствует сохранению пластичных свойств при низких температурах. Катионные поверхностно-активные вещества обеспечивают повышение адгезии и устойчивости к старению за счёт хемосорбционного взаимодействия с поверхностью минеральных заполнителей.

Установлены взаимосвязи состава многофункциональной добавки Вискодор ПВ-2, а также ее концентрации в составе вяжущего с физико-химическими свойствами модифицированного битумного вяжущего, физико-механическими и эксплуатационными характеристиками тёплого асфальтобетона. Результаты исследования позволили определить оптимальные рецептуру и технологию производства добавки Вискодор ПВ-2, подобрать составы теплого асфальтобетона с улучшенными характеристиками.

Обоснованность и достоверность основных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения диссертации, выносимые на защиту, выводы и рекомендации, сформулированные в работе, обоснованы, т.к. они получены на основе обобщения теоретических представлений и систематизации результатов экспериментальных исследований. Методология научно-квалификационной работы основывается на разработках отечественных и зарубежных исследователей в области дорожно-строительного материаловедения. Исследования, выполненные автором в рамках заявленной темы, являются достаточными по объему и составу, все выбранные варианты решения аргументированы. Выводы по главам и заключение научно обоснованы, не противоречат общепринятым теоретическим представлениям и отражают суть выполненных исследований.

Достоверность полученных результатов и выводов обеспечена применением современных физико-химических методов исследований, выполненных на сертифицированном и поверенном оборудовании, корреляцией теоретических и экспериментальных результатов, использованием нормативных документов, подкреплением промышленными испытаниями.

По теме диссертации опубликовано 12 публикаций, в том числе 4 – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Автореферат и публикации автора в полной мере отражают содержание диссертации. Автореферат дает достаточно полное представление о научной новизне и практической значимости работы, о публикации основных результатов исследования.

Теоретическая и практическая значимость работы

Диссертант выполнил большой объем теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию и практическому подтверждению влияния рецептурно-технологических факторов приготовления битумного вяжущего, модифицированного полифункциональной добавкой Вискодор ПВ-2 на основе синтетических восков. Результаты исследований, проведенных диссертантом, позволили выявить особенности структуры и характеристики полученного вяжущего с добавкой Вискодор ПВ-2, влияющие на свойства асфальтобетона.

Диссертантом получены новые данные, расширяющие представления о процессах влияния добавок, представляющих собой многокомпонентные системы на основе синтетических восков, пластификаторов и ПАВ, на структуру и свойства битумного вяжущего и асфальтобетона на его основе, позволившие обосновать возможность получения теплых асфальтобетонов с улучшенными характеристиками.

Практическая значимость работы заключается в следующем.

Оптимизирован состав и разработана технология производства многокомпонентной органической добавки Вискодор ПВ-2 в качестве модификатора для производства теплой асфальтобетонной смеси.

Разработаны составы асфальтобетонных смесей:

- типа Б (по ГОСТ 9128-2013) с пониженными на 25 °С температурами приготовления и уплотнения с улучшенными показателями: пределом прочности (R_0 ; R_{20} и R_{50}): 8,2 МПа, 4,5 МПа и 1,6 МПа соответственно; водостойкостью при длительном водонасыщении – 0,86; трещиностойкостью 3,8 МПа;

- типа А16Вн теплая (ГОСТ Р 70396-2022) с разрушающей нагрузкой и деформацией по Маршаллу – 15040 Н и 2,2 мм соответственно; водостойкостью – 0,94; глубиной колеи 2,3 мм после 20 тысяч проходов нагруженного колеса, увеличенным расчетным сроком службы дорожного покрытия в 2,2 раза;

- состав литого асфальтобетона типа ЛА16Вн (по ГОСТ 54401-2020) с пониженной на 30 °С температурой приготовления и укладки и повышенной устойчивостью к пластическим деформациям, обладающий следующими физико-механическими показателями: содержанием воздушных пустот 0,54%, глубиной вдавливания штампа – 2,45 мм и увеличением глубины вдавливания штампа через 30 минут – 0,35 мм.

Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки

Дополнены теоретические представления о механизме воздействия полифункциональных добавок в битумное вяжущее, представляющих собой многокомпонентные системы на основе синтетических восков, модифицированных пластификаторами и ПАВ, на структуру и свойства битумного вяжущего и асфальтобетона, позволившие обосновать снижение температуры приготовления и уплотнения горячей асфальтобетонной смеси, замедление интенсивности её старения, повышение физико-механических и эксплуатационных характеристик дорожного асфальтобетона.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Соискателем разработаны состав и технология получения полифункциональной добавки Вискодор ПВ-2, а также составы модифицированного добавкой битумного вяжущего для производства теплых асфальтобетонных смесей с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. Для внедрения результатов исследования разработаны нормативные документы:

- Стандарт организации СТО «Полифункциональная добавка для битума и асфальтобетона Вискодор ПВ-2. Технические условия»;
- Технологический регламент производства полифункциональной добавки для битума и асфальтобетона Вискодор ПВ-2.

Теоретические и практические результаты диссертационной работы и выводы, сформулированные автором, рекомендуется использовать на предприятиях, производящих асфальтобетонные смеси по различным стандартам.

Результаты экспериментальных исследований также предлагается использовать в учебном процессе при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 – «Строительство», магистров по направлению 08.04.01 – «Строительство», а также специалистов по направлению 08.05.02 – «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей».

Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. В разделах диссертации «Введение» и «Заключение» (стр. 9, 181), в разделе автореферата «Общая характеристика работы» и др. диссертантом приведена ссылка о соответствии полученного теплого асфальтобетона требованиям ГОСТ Р 58406.2-2020. Более правильно было бы указывать ГОСТ Р 70396-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси теплые асфальтобетонные и асфальтобетон. Общие технические условия». При этом ссылка на ГОСТ Р 70396 все же появляется в главе 2 (п. 2.2.2), главе 4 (параграф 4.1.2) и главе 5 (параграф 5.2).

2. В тексте диссертации указано, что в качестве основного компонента добавки Вискодор ПВ-2 была использована смесь амидного и вторичного полиэтиленового восков, и изложен механизм влияния указанной смеси на битумное вяжущее, в том числе с другими компонентами добавки. При этом, каким является рациональное соотношение в добавке амидного и вторичного полиэтиленового восков не приведено. Кроме того, ни на представленной схеме производства добавки Вискодор ПВ-2 (рис. 3.5 диссертации, стр. 77), ни в тексте диссертации, где приведена характеристика основного компонента указанной добавки (стр.65-66, стр.76-77), не указаны параметры получения смеси синтетических восков.

3. В главе 4 (параграф 4.1.2) при анализе влияние добавки Вискодор ПВ-2, органических добавок Sasobit и Licomont BS-100 на свойства асфальтобетонных смесей типа А16Вн теплая не приведен анализ влияния указанных модификаторов на показатель «объемная плотность» согласно приложения А4 ГОСТ Р 70396. Полученные диссертантом результаты испытаний для всех асфальтобетонных смесей типа А16Вн теплая с применением добавки Вискодор ПВ-2 и контрольных составов теплых смесей соответствуют положениям ГОСТ Р 70396, где предельное отклонение показателя «объемная плотность» не должно превышать $0,025 \text{ г/см}^3$ в сравнении с горячим асфальтобетоном. Однако в анализе результатов экспериментов это следовало бы указать как положительный факт, так как согласно приложения А4 ГОСТ Р 70396 если отклонение показателя «объемная плотность» теплой смеси будет превышать $0,025 \text{ г/см}^3$ в сравнении с горячей смесью тогда от применения добавки следовало бы отказаться и выбрать другую теплую технологию.

4. В связи с отменой в 2024 г. ГОСТ 9128-2013 было бы более целесообразно выбрать для исследования влияния добавки Вискодор ПВ-2 на свойства асфальтобетонных смесей не горячий асфальтобетон типа Б по

ГОСТ 9128-2013 (в стандарте теплые смеси не предусмотрены), а использовать в качестве контрольного состава асфальтобетон SP-16 по системе объемно-функционального проектирования по ГОСТ Р 58401.1-2019. Такой выбор был более целесообразен т.к. ГОСТ Р 70396-2022 предусматривает проектирование теплых асфальтобетонных смесей по системе объемно-функционального проектирования по ГОСТ Р 58401.3.

5. Допущены отдельные опечатки в диссертационной работе, например, редакционные опечатки в заголовке главы 4 (стр. 133). Кроме этого допущены опечатки и в терминах. Так, на стр. 33 указано «коэффициент уплотняемости определяли, как отношение средней плотности битумного вяжущего с добавкой при данной температуре уплотнения к средней плотности битума без добавок при температуре уплотнения 140 °С». При этом выше и ниже данного абзаца речь идет об асфальтобетонных смесях.

Высказанные замечания и возникшие вопросы не снижают значимости представленных результатов и общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение по диссертации

Рассматриваемая диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащую научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной, теоретической и практической значимостью. В ней изложено новое научно-обоснованное технологическое решение, обеспечивающее получение энергоэффективных теплых асфальтобетонов с улучшенными характеристиками и повышенной долговечностью. Результаты работы достаточно широко опубликованы и апробированы на конференциях различного уровня, 12 публикаций, в том числе 4 – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, отражают основные результаты работы. Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации. Современный уровень научных исследований по теме диссертации подтверждается списком использованной литературы и публикациями автора. Полученные энергоэффективные теплые асфальтобетоны с улучшенными характеристиками и повышенной долговечностью успешно внедрены при устройстве опытных участков дорожных покрытий.

На основании вышеизложенного, диссертационная работа на тему «Теплый асфальтобетон с использованием полифункциональной добавки на основе синтетических восков», 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 её автор, Михайлова Ольга Анатольевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент

Доктор технических наук
(специальность 05.23.05 –
«Строительные материалы и
изделия») профессор, профессор
кафедры «Строительство и
эксплуатация автомобильных дорог»
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет»



подпись

Калгин Юрий Иванович

« 14 » октября 2025 г.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 394006, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84.

Телефон: +7 (473) 207-22-20; E-mail: rector@vorstu.ru

Подпись официального
оппонента профессора Калгина Ю.И.
заверяю

Проректор по науке и
инновациям, д.т.н. А.В. Башкиров



подпись

2025 г.