

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу
Беспалова Виталия Леонидовича

на тему «Теоретико-экспериментальные принципы получения модифицированных дорожных асфальтобетонов повышенной долговечности», представленную в диссертационный совет Д 01.006.02, созданный на базе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», к публичной защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия».

Структура и объем работы.

Для отзыва представлен автореферат и диссертация, состоящие из введения, пяти основных разделов, выводов, списка литературы и пяти приложений. Работа изложена на 329 страницах машинописного текста (включая приложения, включающего 38 таблиц, 39 страниц с рисунками и таблицами, список литературы из 312 наименований на 31 странице.

Актуальность темы диссертационного исследования

Требуемый срок службы асфальтобетонных покрытий дорог высших технических категорий I а и I б на Украине составляет ремонта 10-12 лет, а с недавнего времени в России до 24 лет. Опыт эксплуатации свидетельствует что фактически после пяти-шести лет эксплуатации в условиях тяжелого интенсивного и грузонапряженного движения автомобильного транспорта они требуют ремонта.

Известно, что асфальтобетон представляет собой полидисперсный полиминеральных композиционный материал с преобладающим коагуляционным типом контактов. Свойства асфальтобетона во многом определяются, структурно-реологическими свойствами органических вяжущих, которые не в полной мере отвечают условиям их работы в асфальтовом бетоне. Не менее важным является по мнению многих авторов рациональное сочетание типов макроструктуры, мезоструктуры и микроструктуры запроектированного минерального остова, порового пространства и также энергией взаимодействия на поверхности раздела фаз «органическое вяжущее – минеральный материал».

Это ставит перед материаловедами задачу поиска новых способов направленного регулирования структурой и свойствами нефтяных дорожных битумов, а именно повышения энергетического взаимодействия на поверхности раздела фаз «органическое вяжущее – минеральный материал», микро- и нанодисперсного армирования «объемного» битума, заполняющего поровое пространство композита. Это должно позволить асфальтобетону нежестких покрытий автомобильных дорог Украины и России в конкретных климатических условиях и эксплуатационных условиях эффективно противостоять старению, высокотемпературным сдвиговым деформациям, обладать требуемой низкотемпературной и усталостной трещиностойкостью при циклическом воздействии транспортных нагрузках.

Существуют в России, на Украине и за рубежом и широко применяются эффективные полимеры-модификаторы нефтяных дорожных битумов, например, термоэластопласты и термополимеры.

Не менее важно шире использовать различные побочные продукты нефтехимии, промышленного производства, энергетики и др. производств.

Этому посвящены многочисленные научные работы и производственный опыт использования новых дорожно-строительных материалов с повышенными расчетными и эксплуатационными характеристиками

По мнению автора диссертационной работы, сегодня, основной задачей дорожной отрасли является увеличение продолжительности службы асфальтобетонных дорожных покрытий за счет применения теоретических и практических новых разработок, отвечающих современному уровню требований к эксплуатационной надежности.

Весьма актуальным представляется расширение номенклатуры модифицирующих добавок со структурирующим эффектом. Известно, что использование полимерных добавок в дорожном строительстве снижает затраты на содержание и ремонт автомобильных дорог примерно на 30 %.

Анализ научно-технической литературы в области исследования свойств, процессов структурообразования, технологии изготовления битумных и полимерно-битумных вяжущих и композитов на их основе, а также оценки их долговечности показал, что в настоящее время в строительном материаловедении накоплен огромный теоретический и экспериментальный материал. В то же время, не полностью теоретически и экспериментально обоснованы вопросы влияния изменения группового состава битума при использовании в нем различных полимерных добавок, модификаторов, наполнителей, ПАВ и др. Различные добавки и модификаторы не классифицированы. Недостаточно полно раскрыт механизм их влияния на физико-механические, реологические свойства битумных и полимерно-битумных вяжущих, битумоминеральных композитов.

Значимость полученных автором результатов работы для науки и производства

Предлагаемые автором диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук теоретические и экспериментальные принципы получения модифицированных дорожных асфальтобетонов направлены на расширение номенклатуры модифицирующих компонентов, используемых для повышения качества битумов, за счет подобранных и оптимизированных эффективных составов модифицированных битумных композитов, обладающих повышенной долговечностью.

Беспаловым В.Л. на основе методологии системного анализа предложенных физико-химических моделей модифицированных асфальтовяжущих веществ и асфальтобетонов с использованием экспериментально-статистического описания разработаны и реализованы принципы получения комплексно-модифицированных горячих, литых и щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Это позволило за счет формирова-

ния в битуме пространственной полимерной сетки с расчетным количеством узлов и кинетически гибких цепей из макромолекул и надмолекулярных образований при поверхностной активации олигомерами или полимерами минеральных материалов асфальтобетонной смеси комплексно решить проблему обеспечения покрытия нежесткой дорожной одежды автомобильной дороги способностью противостоять одновременно колебности, усталостному разрушению. С использованием экспериментально-статистического метода планирования эксперимента установлены оптимальные массовые концентрации и технологические факторы приготовления, укладки уплотнения различных типов и видов асфальтобетонных смесей.

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем:

В.Л. Беспаловым в работе установлены общие закономерности формирования структуры и свойств нефтяного дорожного битума, контактной зоны в асфальтовяжущем веществе и асфальтополимербетоне с модифицирующими добавками при модификации олигомерами и полимерами. Доказано, что они служат основой для регулирования качества материала применительно к условиям эксплуатации. Автором предложены физико-химические модели с экспериментально-статистическим описанием оптимальных структур битумополимерных и битумополимерсерных вяжущих веществ.

Сформулированы основные требования к нефтяным дорожным битумам как к модифицируемой среде, различным модификаторам (полимерам и активным дисперсным наполнителям и также к активаторам поверхности каменных материалов. Выявлены закономерности структурообразования в системах: «нефтяной дорожный битум – бутадиенметилстирольный каучук СКМС-30 – техническая сера», «нефтяной дорожный битум – этиленглицидилакрилат АМ – полифосфорная кислота ПФК-105» и определены оптимальные концентрационные соотношения в исследованных дисперсных системах

В диссертационной работе установлено, что при реальных многофакторных эксплуатационных исследованные комплексно-модифицированные асфальтобетоны значительно превосходят традиционные, традиционно используемые в покрытиях и конструктивных слоях нежестких дорожных одежд (как по ДСТУ Б.В.2.7-119:2011, так и ГОСТ 9128-2009);

Практическое значение полученных результатов:

На основе проведенных исследований для Департамента автомобильных дорог Министерства транспорта Донецкой Народной Республики разработан инновационный проект «Литые асфальтополимерсеробетонные смеси для ямочного ремонта и строительства покрытий нежестких дорожных одежд автомобильных дорог повышенной долговечности». Для ПАО «Облдорремстрой» разработаны «Рекомендации по производству и применению комплексно-модифицированных асфальтобетонов повышенной дол-

говечности», определена предполагаемая экономическая эффективность от внедрения комплексно-модифицированных литых асфальтополимерце-робетонных смесей, которая при годовом объеме производства 50000 т литых смесей составила (в ценах 2017 года) – 85 050 000 российских руб.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» по профилю «Автомобильные дороги» и при подготовке магистров по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» по программе «Теория и практика проектирования и строительства автомобильных дорог и аэродромов», в курсах: «Строительные материалы. Спецкурс», «Физико-химическая механика строительных материалов», «Современные композиционные материалы для дорожного строительства».

Обоснованность и достоверность научных положений, экспериментальных результатов, выводов и рекомендаций подтверждается:

- применением современных приборов и оборудования (сканирующий растровый микроскоп ИСИ-60А; спектрофотометр «Specord», сканирующий калориметр ДСК-912; хроматограф «Цвет-100», калориметр ДАК-1-1А в режиме автоматической компенсации термо-ЭДС, ротационный вискозиметр ПВР-2, прибор Маршалла, дифрактометр УРС-50 с приставкой УР-4 и др);

- соответствием результатов эксперимента теоретическим предпосылкам; опытным строительством и результатами обследования участков автомобильных дорог в течение 5-14 лет;

- адекватностью статистических математических моделей структурным превращениям при модификации нефтяных дорожных битумов и контактной зоны минеральных материалов;

- значениями экспериментальных данных с доверительной вероятностью $\Phi(t) = 0,95$.

В первом разделе диссертации выполнен аналитический обзор, в котором проанализированы современные научные представления о структурообразовании, физико-механическим свойствам и долговечности асфальтобетонов и модифицированных битумов в условиях воздействия различных факторов.

Рассмотрено напряженно-деформационное и атмосферное поведение, расчетные характеристики асфальтобетона в покрытиях автомобильных дорог, роль матрицы асфальтобетона в формировании его свойств, современные аспекты использования битумополимерных вяжущих для производства дорожных асфальтобетонов, представления о влиянии активации межфазного контактного слоя в системе “органическое вяжущее – поверхность минеральных материалов” на свойства бетонных смесей и бетонов на органических вяжущих, применение литых асфальтобетонных смесей и модифицированные аналоги для строительства и ремонта покрытий не жестких дорожных одежд.

Установлено, что основные интегральные характеристиками асфальтобетонного покрытия, определяющие его долговечность.

Отмечено, что характерной особенностью эксплуатационной надежности асфальтобетона является его старение на всех технологических и эксплуатационных этапах его жизненного цикла. До настоящего времени структуру асфальтобетона было принято рассматривать не только на макро- и микроуровнях. На макроуровне это структура минерального остова, на микроуровне это структура асфальтовязущего вещества с учетом коагуляционной контактной зоны взаимодействия органического вяжущего с поверхностью минеральных материалов.

Установлено, что одним из наиболее перспективных способов изменения состава, свойств и структуры дисперсионной среды битумов является модификация органического вяжущего олигомерами, а также полимерами. Одновременное воздействие на дисперсионную среду и дисперсную фазу битумов можно осуществлять полимерами в комплексе с дисперсной или гранулированной серой, а также полимером и активным дисперсным наполнителем.

Взаимодействие минеральных материалов и органических вяжущих является важнейшим элементом структурообразования в бетонах на органических вяжущих, так как оно, при прочих равных условиях, определяет прочность и деформативность асфальтобетонов при эксплуатационных температурах, способность противостоять изменяющемуся влажностному режиму и старению. Установлено, что с целью повышения энергии взаимодействия на поверхности раздела фаз в композиционных строительных материалах поверхность минеральных материалов подвергают активации, используя для этого различные способы.

Произведен анализ применения литых асфальтобетонных смесей при строительстве и ремонте покрытий автомобильных дорог.

Анализ литературных источников показал, что рассматриваемые Беспаловым В.Л. асфальтополимербетоны, не исследованы как физико-химические системы. Не разработаны теоретические положения направленного регулирования качества асфальтополимербетонов как с комплексно-модифицированной микроструктурой, так и с модифицированной микро-, мезо- и макроструктурой.

Недостаточно полно исследованы физико-химические процессы взаимодействия на поверхности раздела фаз «модифицированный битум – поверхностно-активированные минеральные материалы», не изучены деформационно-прочностные характеристики и атмосферная стойкость асфальтополимербетонов с комплексно-модифицированной структурой.

В разделе 2 представлены теоретико-методологические положения формирования оптимальных структур комплексно-модифицированных дорожных асфальтобетонов повышенной долговечности.

Выявленные автором современные представления об условиях работы асфальтобетонов в покрытиях нежестких дорожных одежд, о составе и структуре органических вяжущих позволили сформулировать в работе зако-

номерности структурообразования в концентрированных растворах полимеров, наполненных полимерными системами, битумо- и полимербитумных вяжущих, в асфальтовяжущих веществах и в асфальтобетонах.

Использование системного анализа позволили Беспалову В.Л. разработать конструктивно-функциональную схему асфальтобетона как открытой системы, обосновать способы направленного регулирования структуры асфальтобетона.

По нашему мнению, использование серы в составе вяжущих и асфальтобетонных смесей позволяют теоретически рассмотреть помимо микро-, мезо- и макроструктур и наноструктуры, образование которых может быть объяснено кристаллизацией серы в процессе остывания после завершения всех технологических операций, что позволяет теоретически развить полиструктурную теорию Соломатина В.И., Силятина В.П. и теоретическими представлениями Ковалева Я.Н.

Автором диссертационной работы разработаны концептуальные физико-химические модели формирования оптимальных структур асфальтовяжущих веществ, обеспечивающих повышенную долговечность дорожного асфальтобетона в условиях эксплуатации и оптимизировать составы и структуры систем «битум – бутадиевметилстирольный каучук – техническая сера», «битум – этиленглицидилакрилат – шлам нейтрализации травильных растворов, активированный полимерсодержащим отходом производства эпоксидных смол».

С этой целью автор работы решил воспользоваться многофакторным корреляционным регрессионным анализом параметров многокомпонентных систем с экспериментально-статистической оценкой интервалов допустимых значений факторов.

Оптимизация производилась исходя из предпосылок, что бетон из асфальтополимербетонных смесей с комплексно-модифицированной структурой должен иметь повышенные деформативную и динамическую устойчивость в области низких эксплуатационных температур, прочность и сдвигоустойчивость – при положительных.

В диссертационной работе разработаны блок схемы получения литой горячей асфальтополимерсеробетонной смеси с комплексно-модифицированной микроструктурой, горячей асфальтополимербетонной смеси с комплексно-модифицированной микроструктурой, содержащей в качестве компонентов асфальтовяжущего вещества техногенное сырье – шламы станций нейтрализации травильных растворов и полимерсодержащие отходы производства эпоксидных смол, а так же горячей щебеночно-мастичной асфальтополимербетонной смеси с комплексно-модифицированной микро-, мезо- и макроструктурой.

В третьем разделе приведены объекты и методы выполненных соискателем ученой степени исследований. В качестве органических вяжущих приняты нефтяные дорожные битумы различных марок, соответствующие требованиям ДСТУ 4044-2011 и ГОСТ 22245-90.

Для комплексной модификации микро-, мезо- и макроструктуры ас-

фальтобетонов использованы: каучук синтетический бутадиен-метилстирольный СКМС-30 АРКМ-15 (ГОСТ 11138-78); техническая сера (ГОСТ 127.1-93); этиленглицидилакрилат, отвечающий требованиям сертификата качества концерна – производителя «DUPON» (США) совместно с полифосфорной кислотой ПФК-105 следующего состава (%): H_3PO_4 – 51, $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – 42, $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ – 6, $\text{H}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$ – 1.

Использовался стандартный известняковый минеральный порошок, песок и щебень, полученные дроблением и рассевом гранита Караньского карьера Донецкой области. Запроектированы составы асфальтобетонных смесей. И определены их стандартные строительно-технические свойства.

В качестве техногенного сырья использованы шлам нейтрализации травильных растворов сталепроволочно-канатных заводов и полимерсодержащие отходы производства эпоксидных смол.

Несомненным достоинством диссертационной работы Беспалова В.Л. является применение при экспериментальных исследованиях современных приборов и методов исследования структуры и свойств. Это калориметрический микрокалориметр, электронномикроскопический сканирующий микроскоп, инфракрасная спектроскопия, ротационная вискозиметрия, рентгенофазовый дифрактометр и др.

Исследовалась усталостная долговечность при действии статистических и динамических нагрузок в условиях двухстороннего изгиба выполненная на оригинальной установке, при постоянных циклических нагружениях с определением количества циклов и величин погибов образцов при разном времени действия нагрузки и разных значениях циклической нагрузки в интервале температур от (-20°C) до $(+20^\circ\text{C})$. Определялись глубина вдавливания штампа при определении пластичности литых асфальтобетонов, определения подвижности литых асфальтополимербетонных смесей, устойчивость по Маршаллу, уплотняемость асфальтобетонных.

В разделе 4 диссертант представляет экспериментальные результаты подтверждающие возможность направленного регулирования качества асфальтовяжущих веществ и комплексно-модифицированных асфальтополимербетонов. В диссертационной работе Беспалова В.Л. экспериментально подтверждена эта возможность для асфальтополимерсеробетонов с комплексно-модифицированной микроструктурой.

С использованием экспериментально-статистического описания на основе методологии системного анализа обоснованных теоретически физико-химических моделей модифицированных асфальтовяжущих веществ и асфальтобетонов автором диссертационной работы разработаны и реализованы принципы получения комплексно-модифицированных горячих, литых и щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Это позволило комплексно решить в работе проблему обеспечения покрытий нежестких дорожных одежд способностью противостоять колееобразованию, усталостному разрушению, старению, повысить трещиностойкость.

За счет комплексной модификации органических вяжущих термодинамически совместимыми с нефтяными дорожными битумами полимерами

(бутадиенметилстирольным каучуком СКМС-30 совместно с технической серой, этиленглицидилакрилатом Элвалой АМ с катализатором структурирования надмолекулярных образований высокомолекулярных веществ – полифосфорной кислотой ПФК-105) в битуме формируется пространственная полимерная сетка с расчетным количеством узлов и кинетически гибких цепей из макромолекул и надмолекулярных образований с одновременной поверхностной активацией олигомерами или полимерами минеральных материалов асфальтобетонной смеси.

Экспериментально-статистический метод с использованием планирования эксперимента позволил соискателю ученой степени установить, что оптимальная массовая оптимальные концентрации бутадиенметилстирольного каучука СКМС-30 (2-3% масс.) в битумах III структурно-реологического типа марок БНД-40/60, БНД-60/90, технической серы (25-30 % масс.), с концентрацией СКМС-30 на поверхности минерального порошка (0,5% масс.).

Это способствует формированию структурного слоя модификатора, и усилению межмолекулярного взаимодействия на поверхности раздела фаз «битумополимерсерное вяжущее – поверхностно-активированный СКМС-30 минеральный порошок».

Такие асфальтополимерсеробетонные смеси в диапазоне температур от 60 до 130°C отличаются повышенной удобоукладываемостью и уплотняемостью.

Исследованные Беспаловым В.Л асфальтополимерсеробетоны характеризуются широким интервалом вязкоупругого поведения. Температура перехода в вязкопластичное состояние достигает 75 °С. Устойчивость по Маршаллу по сравнению с традиционным горячим асфальтобетоном возрастает в 1,53 раза (с 15 кН до 23 кН).

Предлагаемые составы более долговечны. Коэффициент старения при 75°C с ультрафиолетовом облучением после 2000 часов прогрева по сравнению с не модифицированным асфальтобетоном снижается на 21,9%. Одновременно увеличивается до 0,87 коэффициент водостойкости после 90 суток водопоглощения. С 0,41 для стандартных составов до 0,83 после 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания увеличивается коэффициент морозостойкости.

Особое внимание в диссертации уделено модифицированным литым асфальтобетонным смесям. Оптимизированы составы асфальтополимерсерного вяжущего вещества в литой асфальтополимерсеробетонной смеси. С использованием метода планирования эксперимента определена концентрация поверхностно-активированного (0,5% масс. СКМС-30) известнякового минерального порошка, содержание которого в смеси составила от 12,6 до 20,0% масс. и битумополимерсерного вяжущего от 6,7 до 10,5% масс.

Это обеспечило подвижность литой смеси при 170 °С (осадка конуса не менее 30 мм), глубину погружения штампа при 40°C (не менее 4 мм).

Заметно повысились и другие строительно-технические свойства.

Предел прочности при изгибе при 0°С, для литого асфальтополимербетона (не менее 5,6 МПа), коэффициент водостойкости при длительном водопоглощении ($K_{вд} = 1,0$), устойчивость по Маршаллу до 21 кН, коэффициент морозостойкости после 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания до 0,85, старение после 2000 часов прогрева в климатической камере ИП-I при температуре 75°С с ультрафиолетовым облучением 1,23.

В диссертации установлены оптимальные концентрационные соотношения битума БНД 90/130 (100% масс.), этиленглицидилакрилата Элвалой АМ (1,5-2,5% масс.), полифосфорной кислоты ПФК-105 (0,2-0,3% масс.).

В лаборатории установлено, что при концентрации полимерсодержащего отхода производства эпоксидных смол (2-2,5% масс.) на поверхности шлама станций нейтрализации травильных растворов сталепроволочно-канатных заводов формируется оптимальный структурированный слой модификатора связанный межмолекулярными, водородными и донорно-акцепторными связями с поверхностью шлама. Полученные горячие модифицированные асфальтобетонные смеси интервале технологических температур от 70 до 130°С также характеризуются повышенной уплотняемостью.

Асфальтополимербетон показал устойчивостью по Маршаллу 19 кН, коэффициент длительной водостойкости 0,98, коэффициентом морозостойкости после 100 циклов 0,79, предел прочности при сжатии при 50 °С - 1,7 МПа.

Оптимизирован состав комплексно-модифицированного этиленглицидилакрилатом горячего асфальтобетона. Его содержание составило 0,7% масс. от массы минеральной части асфальтобетонной смеси.

Комплексно-модифицированный поверхностно – активированные этиленглицидилакрилатом щебень, песок, минеральный порошок в мелкозернистой горячей асфальтобетонной смеси типа Б и модифицированный нефтяной вязкий дорожный битум (2% масс. этиленглицидилакрилата совместно с 0,2% масс. полифосфорной кислоты).

Экспериментально установлено, что такой асфальтополимербетон характеризуется высокой устойчивостью по Маршаллу 30 кН; водостойкостью после 90 суток водопоглощения 0,91; коэффициентом морозостойкости после 100 циклов 0,88, коэффициентом теплового старения после 2000 часов при температуре прогрева 75 °С с ультрафиолетовым облучением 1,2).

Экспериментально подтверждена рабочая гипотеза диссертационной работы Беспалова В.Л о формировании адсорбционно-сольватных слоев комплексно-модифицированного органического вяжущего связанного химическими и межмолекулярными связями с поверхностью активированного минерального порошка.

Несомненным достоинством представленной диссертационной работы является то, что для этого автором использовались реологические методы, ИК-спектроскопия, термогравиметрия, хроматография, дериватогра-

фия, дифференциальная сканирующая калориметрия и электронная микроскопия.

Подтвердилось, что структурно-упрочненный слой активатора на поверхности минерального порошка способствует усилению межмолекулярного взаимодействия в системе «битумоолимерное вяжущее – активированный минеральный порошок» в результате взаимодействия сегментов пластифицированных надмолекулярных образований СКМС-30 и этиленглицидилакрилата с активными центрами аппретированной СКМС-30 поверхности минерального порошка.

Это отразилось на свойствах полученных битумоминеральных композитов. Установлено, что в интервале температур от 20 °С до минус 10 °С усталостная долговечность асфальтобетонов с комплексно-модифицированной микроструктурой значительно выше по сравнению со стандартными асфальтобетонами. Достигнуто в 1,5-2 раза повышение усталостной долговечности у асфальтобетона при модификации битума 2,0 % масс. модификатора (этиленглицидилакрилат марки Элвалой АМ + 0,2% масс. ПФК-105), при активации минеральных материалов 0,7% масс. этиленглицидилакрилата.

В 1,1-1,5 раза увеличилась усталостная долговечность у комплексно – модифицированного асфальтобетона, в котором битум модифицирован 2,0% масс. бутадиеметилстирольным каучуком СКМС-30 с 30% технической серы и поверхностно активированным 0,5 % масс. СКМС-30 минеральным порошком.

В диссертационной работе установлено, что наибольшей усталостной долговечностью в условиях воздействия агрессивных химических сред (5%-ный раствор соляной кислоты (HCl)) обладает литой асфальтополимерсеробетон.

Беспаловым В.Л. впервые разработаны технологии, обеспечивающие охрану окружающей среды и низкую энергоемкость процесса производства, укладки и уплотнения комплексно-модифицированных асфальтобетонных смесей с использованием техногенного сырья.

Результаты представленных в диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук исследований вошли в нормативные документы и внедрены в производство.

Это инновационный проект «Литые асфальтополимерсеробетонные смеси для ямочного ремонта и строительства покрытий нежестких дорожных одежд автомобильных дорог повышенной долговечности», выполненный по заказу Департамента автомобильных дорог Министерства транспорта Донецкой Народной Республики с ожидаемым экономическим эффектом от внедрения 85 050 000 российских руб. в ценах 2017 года (при объеме внедрения 50 тысяч тонн литых асфальтополимерсеробетонных смесей).

Они использовались при разработке ДСТУ Б В.27–119:2011 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный. Технические условия» по заказу Минрегиона Украины.

Для ПАО «Облдорремстрой разработаны «Рекомендации по производству и применению модифицированных асфальтобетонов повышенной усталостной долговечности».

Для Донецкого объединения облавтодор корпорации «Укравтодор» разработаны «Рекомендации по производству асфальтобетонных смесей модифицированных этиленглицидилакрилатом в комбинации с полифосфорной кислотой ПФК-105».

На асфальтобетонном заводе Новоазовскогорайавтодора Донецкого объединения «Облавтодор» изготовлено 350 тонн асфальтополимербетонных смесей, которые содержат в своем составе битум, модифицированный 2,5% этиленглицидилакрлата и 0,2 % ПФК-105.

Рекомендации по использованию результатов исследования

Разработанные модифицированные битумополимерные композиты представляют перспективу при строительстве конструктивных слоев дорожных одежд нежесткого типа, выполнение ремонтно-эксплуатационных дорожных работ.

Описана принципиальная технология приготовления, укладки и уплотнения и проведено опытно-производственное внедрение модифицированных битумоминеральных композитов при антикоррозионной защите железобетонных конструкций. Разработаны нормативные документы.

Получены битумные вяжущие и асфальтобетонные композиты с высокими строительно-техническими свойствами.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в учебном процессе, поскольку расширяют методологические аспекты строительного материаловедения.

Перспективы дальнейшей разработки темы

По нашему мнению целесообразно продолжить работы по разработке технологических принципов для модифицирования битумных композитов с целью получения материалов с заданными повышенными физико-механическими свойствами.

Основные положения диссертационной работы прошли апробацию на конференциях различного уровня и изложены в многочисленных публикациях. По теме диссертационной работы опубликованы 42 научных статьи. В том числе 18 статей в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных Перечнем МОН Украины, 2 статьи рекомендованных Перечнем ВАК МОН Донецкой Народной Республики, 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях в которых в должны быть опубликованы результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук в Российской Федерации.

1 статья опубликована в зарубежном журнале, индексируемом в реферативной базе цитирования Scopus/.Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы. Получен 1 патент Украины.

Наряду с вышесказанным, считаем целесообразным **высказать ряд замечаний и недостатков диссертационной работы:**

1. Было полезным привести классификацию применяемых модификаторов и отходов по различным классификационным признакам, например, по вещественному составу, по механизму действия, технологии применения и др.
2. Не рассмотрены вопросы, как меняется традиционная технология приготовления и укладки асфальтобетонных смесей при использовании предложений автора. Нужно ли для этого дополнительно оборудовать вспомогательные цеха непосредственно на АБЗ или установить дополнительное оборудование на предприятиях традиционной комплектации? Каким образом обеспечить дозирование компонентов с требуемой точностью? Как организовать входной и операционный контроль качества?
3. В диссертации и автореферате не отражено, как можно использовать полученные результаты при проектировании и подборе состава асфальтобетонных смесей?
4. Не понятно, чем кроме усталостных испытаний мотивировано автором возможное увеличение сроков службы конструктивных слоев дорожной одежды до 12-24 лет, и какие характерные разрушения и деформации асфальтобетонных покрытий при этом будут исключены или минимизированы. Для каких категорий автомобильных дорог, и в каких дорожно-климатических условиях?
5. Было бы, по нашему мнению, целесообразно при математической обработке полученных экспериментальных результатов использовать возможности многофакторного корреляционного регрессионного анализа?
6. Не понятно, какими расчетными характеристиками обладают составы асфальтобетонных смесей с использованием предложений автора при конструировании и расчете дорожной одежды, например, по ОДН 218-046 ($R_{изг}$, $E_{упр}$ и др.)?

Высказанные пожелания никак не снижают научной и практической ценности представленной на отзыв диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация Беспалова Виталия Леонидовича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для отрасли дорожно-строительных материалов. Полученные в диссертации выводы и предлагаемые технические рекомендации обладают научной новизной и практической ценностью. Текст написан грамотным техническим языком, графический материал выполнен на высоком уровне.

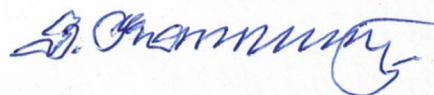
По своей актуальности, научной новизне, теоретическому и практическому значению, работа соответствует квалификационным признакам ВАК Российской Федерации п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Постановление правительства РФ №74 от 30 января 2002 г. и п. 2.2.1. «Типового регламента представления к защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук и проведения заседаний в советах на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук (утверждено «Приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики «15» декабря 2015 года № 894».

На основании вышеизложенного считаю, что Беспалов Виталий Леонидович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Настоящим я, Котлярский Эдуард Владимирович, даю свое согласие на автоматизированную обработку персональных данных с указанием фамилии, имени, отчества.

Официальный оппонент

Доктор. техн. наук
по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия,
заместитель заведующего кафедрой
«Дорожно-строительные материалы»
Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)
15 февраля 2019 г.



Котлярский
Эдуард Владимирович

Подпись доктора технических наук, профессора Котлярского Э.В.
заверяю
Проректор МАДИ по научной работе д.т.н.,
профессор

«» февраля 2019 года



Ушаков В.В.

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
Юридический адрес: 125319, Москва,
Ленинградский проспект, 64, МАДИ,
кафедра дорожно-строительных материалов,
e-mail: eco46@mail.ru
т. +7 (499) 1550372; +7(499)1550381; т. +7(499)1550831
Сайт: <http://www.madi.ru>