

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 69.004.183

БУДНИЧЕНКО
Сергей Сергеевич

**ДОРОЖНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН НА ОСНОВЕ
ТОРФОАКТИВИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ
И СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ТОРФОДОБАВКИ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Минск, 2015

Работа выполнена в Белорусском национальном техническом университете

Научный руководитель

Ковалев Ярослав Никитич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» Белорусского национального технического университета

Официальные оппоненты:

Яромко Вячеслав Николаевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Белорусского дорожного научно-исследовательского института «БелдорНИИ»;

Опанасенко Ольга Николаевна, кандидат химических наук, доцент, заведующий лабораторией нефтяных и органо-минеральных дисперсий Государственного научного учреждения «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси»

Оппонирующая организация УО «Белорусский государственный университет транспорта»

Защита состоится «15» января 2016 г. в 14 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.05.05 при Белорусском национальном техническом университете по адресу: 220013, г. Минск, проспект Независимости, 65, корп. 1, ауд. 202. Телефон ученого секретаря: (+375 17) 265-95-87. E-mail: sawa1950@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского национального технического университета.

Автореферат разослан «14» декабря 2015 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций доктор технических наук, доцент



П.И. Юхневский

© Будниченко С.С., 2015

© Белорусский национальный технический университет, 2015

ВВЕДЕНИЕ

В общем объеме применяемых дорожно-строительных материалов одно из главных мест принадлежит асфальтобетону. Этот материал широко используется в Республике Беларусь при строительстве асфальтобетонных дорожных покрытий, но пока такие покрытия недостаточно долговечны и довольно энергоемки. Установлено, что эксплуатационная долговечность асфальтобетона существенно зависит от прочности его структуры, которая в значительной мере определяется величиной адгезионной связи на границе раздела фаз между поверхностью каменных материалов и битума. Анализ отечественных и зарубежных исследований показал, что для усиления адгезионной связи между структурными компонентами асфальтобетона необходима их физико-химическая активация. Однако эта задача пока остается до конца нерешенной. Поэтому имеющийся обширный опыт, по исследованию активационных технологий в дорожно-строительных материалах, требует обобщения накопленной информации и разработки новых методов повышения адгезионной прочности в системе «битум – минеральный материал». В этой связи важным является также вопрос поиска альтернативных (импортозамещающих) стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичных асфальтобетонов. В настоящее время такая добавка импортируется из-за рубежа по цене 800–1000 \$ за одну тонну, что существенно увеличивает стоимость получения асфальтобетона. Поэтому исследования, направленные на решение важной прикладной научной задачи ресурсосбережения при производстве дорожных асфальтобетонов за счет применения нового метода активации минеральных заполнителей и применения стабилизирующей добавки на основе местного сырья, являются актуальными.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами.

Теоретические и экспериментальные исследования по теме диссертации проводились автором в соответствии с заданиями Департамента «Белавтодор» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь в рамках следующих научно-исследовательских проектов (2006–2008 годы): «Поисковые исследования о возможности применения различных сырьевых ресурсов Республики Беларусь для производства стабилизирующей добавки в щебеночно-мастичный асфальтобетон» (договор № 6160 от 03.01.2006); «Разработка составов, технологий производства и применения альтернативных сырьевых ресурсов для

производства стабилизирующей добавки в щебеночно-мастичный асфальтобетон» (договор № 2613 от 17.01.2007); «Исследование процесса активации минеральных заполнителей при производстве асфальтобетонных смесей с использованием торфяной крошки» (договор № 7132 от 09.01.2008).

Цель и задачи исследования. Целью исследования являлась разработка технологий получения и применения асфальтобетона на основе торфоактивированных минеральных заполнителей и стабилизирующей торфодобавки.

При ее достижении были решены следующие задачи:

- выполнен анализ существующих методов активации минеральных заполнителей для традиционного асфальтобетона, а также разновидностей и приемов применения стабилизирующих добавок в щебеночно-мастичный;

- разработаны методы активации минеральных заполнителей для асфальтобетона продуктами термической деструкции торфа, получаемыми при протекании разработанной технологии;

- экспериментально установлены и обоснованы зависимости коэффициентов адгезии от температуры, при которой происходит деструкция торфа и активация поверхности каменных материалов, времени проведения активации, а также количества вводимой активирующей добавки торфа;

- разработана технология производства асфальтобетонных смесей на основе минеральных заполнителей, активированных продуктами термической деструкции торфа;

- проведена технико-экономическая оценка разработанного метода получения асфальтобетона на основе минеральных заполнителей, активированных продуктами термической деструкции торфа;

- проведена технико-экономическая оценка применения разработанной стабилизирующей импортозамещающей добавки на основе торфа в щебеночно-мастичный асфальтобетон;

- выполнена производственная апробация результатов исследования.

Научная новизна:

- впервые разработана новая технология применения на асфальтобетонном заводе (АБЗ) торфа, продукты термической деструкции которого используются в качестве активатора минеральной части асфальтобетона, что способствует улучшению адгезии между каменными материалами и вводимым при приготовлении асфальтобетонной смеси битумом;

- разработана новая импортозамещающая стабилизирующая добавка для приготовления щебеночно-мастичного асфальтобетона, изготовленная на основе торфа, которая позволяет уменьшить на 8–9 % стоимость затрат

на материалы, необходимые для производства одной тонны щебеночно-мастичной смеси.

Положения, выносимые на защиту

1. Экспериментально выявленные зависимости коэффициента адгезии активированной поверхности минеральных заполнителей для асфальтобетона от температуры, при которой происходит деструкция торфа и активация поверхности каменных материалов, времени проведения активации, а также количества вводимой активирующей добавки торфа, которые подтверждают рост сил сцепления битума с такой поверхностью.

2. Стабилизирующая добавка на основе торфа, которая обеспечивает задержку на поверхности щебня большого количества свободного битума, используемого для приготовления сдвигустойчивого щебеночно-мастичного асфальтобетона, причем отечественная добавка имеет более низкую стоимость по сравнению с импортными аналогами и соответствует требованиям действующих нормативных документов.

3. Экспериментально выявленные зависимости физико-механических свойств различных типов асфальтобетонов на основе неактивированных и активированных продуктами термической деструкции торфа заполнителей, которые свидетельствуют об улучшении коррозионной стойкости композитов с активированной минеральной частью.

4. Технология получения асфальтобетонной смеси, позволяющая проводить одновременную активацию заполнителей продуктами термической деструкции торфа в смесителе АБЗ с обоснованными технологическими параметрами: температура минерального материала при перемешивании с активирующей добавкой (200 ± 10) °С, время проведения активации – «сухого» перемешивания в смесителе АБЗ (60 ± 10) с, количество вводимой активирующей добавки торфа ($1 \pm 0,1$) %.

5. Результаты производственной апробации разработанной технологии получения дорожного асфальтобетона на основе торфоактивированных минеральных заполнителей и стабилизирующей торфодобавки и данные, подтверждающие их эффективность.

Личный вклад соискателя ученой степени. Автором самостоятельно подготовлены основные положения, выносимые на защиту; результаты теоретических и экспериментальных исследований; материалы научных публикаций. Определение целей и задач исследований, обобщение полученных результатов проводилось при консультации с научным руководителем Я.Н. Ковалевым.

Апробация результатов диссертации и информация об использовании ее результатов. Основные положения и результаты диссертации представлялись и обсуждались на следующих междуна-

родных и республиканских научно-технических конференциях, симпозиумах и семинарах: международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» (БНТУ, г. Минск, 2008; 2009; 2010; 2013); научной сессии (конференции) Ассоциации исследователей асфальтобетона (МАДИ, г. Москва, 2011 г.); Республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Автомобильные дороги – дороги в будущее» (ГП «БелдорНИИ», г. Минск, 2011 г.); международной научно-технической конференции посвященной 50-летию республиканского дочернего унитарного предприятия «БелдорНИИ» (ГП «БелдорНИИ» г. Минск, 2012 г.); международной научно-технической конференции «Проблемы повышения качества и ресурсосбережения в дорожной отрасли» (БНТУ, г. Минск, 2013 г.); международной научно-практической конференции «Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений» (БГТУ, г. Белгород, 2013 г.).

На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований на базе ОАО «ДСУ № 45», филиалов КУП «Минскоблдорстрой» ДРСУ № 195 и ДРСУ № 735 проведены опытно-технологические работы по внедрению новой стабилизирующей добавки на основе торфа и технологии активации минеральных заполнителей продуктами термической деструкции торфа в производство асфальтобетонных смесей.

Опубликование результатов диссертации. По результатам диссертационных исследований опубликовано 18 работ, включенных в список публикаций соискателя, в том числе: 4 статьи в рецензируемых научных изданиях (1,49 авт. листа), материалы 6 конференций, 4 тезиса докладов, 4 патента Республики Беларусь. Разработаны и утверждены технические условия ТУ ВУ 190893882620-2009 «Добавка стабилизирующая на основе торфа для асфальтобетонных смесей» и изменение № 2 в СТБ 1033-2004 (постановление Госстандарта Республики Беларусь от 24.04.2009 № 19).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка литературных источников и приложений. Полный объем диссертации составляет 190 страниц, включая 117 листов машинописного текста, 31 рисунок, 29 таблиц, 8 приложений. Библиографический список включает 127 наименований, из которых 18 авторские работы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первой главе представлен аналитический обзор литературы по проблеме активационных технологий дорожно-строительных материалов с обобщением основных апробированных способов активации.

Согласно современным представлениям строительного материаловедения, прочная структура асфальтобетона определяется оптимальным пространственным расположением зерен минеральной составляющей и интенсивностью их взаимодействия с вяжущим веществом – битумом. При этом должно быть достигнуто полное и прочное взаимодействие органических вяжущих с минеральными компонентами асфальтобетона. Реализовать данное положение можно либо путем раздельного физико-механического воздействия на компоненты асфальтобетона, либо путем направленного изменения существующей технологии приготовления асфальтобетонных смесей, основанной на одновременной активации только минеральных заполнителей, усиливающей адгезионное взаимодействие с органическим вяжущим. Последний тезис и является ключевой гипотезой диссертации.

Анализируя исследования Л.Б. Гезенцвея, Я.Н. Ковалева, В.С. Прокопца, А.С. Колбановской, В.А. Золотарева, Н.В. Горельшова, Т.А. Чистовой и других ученых в области реагентных и нереагентных способов активации поверхностей минеральных материалов, можно сделать вывод о существенном усилении при этом адгезионных контактов минеральных частиц с битумом. Однако у нереагентных способов активации имеются недостатки, связанные со сложностью аппаратно-технологического воспроизведения таких процессов. Поэтому наиболее простым и доступным способом до сих пор остается обработка минеральных материалов химическими веществами различной природы. В связи с этим представляет значительный интерес предварительная обработка минеральных материалов органическими веществами, имеющими химическое родство с битумом. Такие вещества образуются в достаточно большом количестве при термообработке твердых видов топлива (каменного угля, древесины, торфа). При этом особый интерес представляет торф, как местное ископаемое топливо, обладающее уникальным составом и строением, а также широко распространенное на территории Республики Беларусь.

Анализ литературы по рассматриваемой проблеме позволил уточнить цель и сформулировать задачи исследования.

Во второй главе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований наиболее подходящих видов торфа для проведения активации минеральных заполнителей. В связи с тем, что существуют разнообразные виды торфа и, соответственно, различен их состав, на

начальном этапе необходимо было выбрать вид торфа, наиболее подходящий для проведения активации минеральных заполнителей для асфальтобетона. По результатам анализа имеющейся информации сделан вывод о том, что наиболее пригодным для активации является верховой вид торфа. В подтверждение данного положения был проведен анализ инфракрасных спектров продуктов термической деструкции двух видов торфа: верхового и низинного. Кроме этого, термический анализ образцов торфа выполнялся на дериватографе. Установлено, что при прочих равных условиях показатель выхода органических соединений при термическом распаде верхового торфа примерно в 1,5 раза выше, чем при термическом распаде низинного. Полученный в лабораторных условиях результат подтвердил, что при более высоком показателе выхода этих продуктов, образующихся в процессе нагрева верхового торфа, процессы активации минеральных материалов, используемых в качестве заполнителя для асфальтобетона, протекают более эффективно. Кроме того, проанализированы возможные способы высокотемпературной переработки торфа и произведена оценка их влияния на процесс активации минеральных материалов в условиях приготовления асфальтобетонной смеси непосредственно на АБЗ. Показано, что низкотемпературная деструкция торфа (180–200 °С) представляет наибольший интерес для асфальтобетонного производства, так как является более доступной и относительно простой.

Наиболее приемлемым (в отношении создания условий указанной тепловой обработки) является термическая деструкция торфа при «сухом» его перемешивании с горячими минеральными материалами в смесителе АБЗ перед введением битумного вяжущего. Жидкие составляющие, образующиеся в результате термического разложения торфа при его нагреве в процессе контакта со смесью горячих минеральных компонентов, взаимодействуют с поверхностью минеральных материалов. В результате этого происходит активная адсорбция и адгезионное взаимодействие продуктов термической деструкции торфа с поверхностью минеральных заполнителей. Для этого рассмотрен ряд способов получения адгезионного эффекта, связанного с использованием торфа в качестве активатора минеральных материалов на АБЗ. Вследствие чего возникла необходимость в анализе баланса энергии в таких технологических блоках получения асфальтобетонной смеси, как сушильный барабан и смеситель. Выбор требуемых блоков осуществлялся на основе анализа материального и энергетического баланса.

Изначально был выбран смесительный агрегат АБЗ. Расчет энергобаланса в нем произведен на основе решения уравнений энергетического и материального баланса тепловых процессов. В результате такого расчета были получены показатели зависимости температуры асфальтобетонной смеси

после протекания процесса температурной деструкции торфа в смесителе АБЗ от содержания добавки торфа различной влажности (рисунок 1).

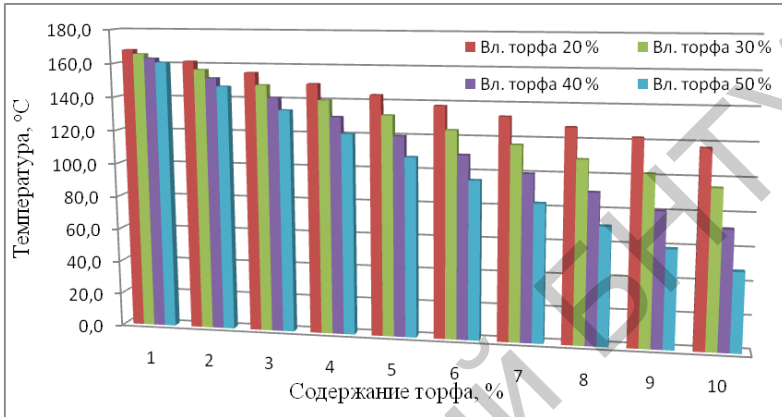


Рисунок 1. – Зависимость температуры асфальтобетонной смеси от содержания торфяной добавки в минеральной части после протекания процесса термолиза торфа в смесителе АБЗ

Установлено, что при подаче торфа в смеситель его предельное содержание в минеральной части асфальтобетонной смеси должно быть равным: не более 5 % – для торфа с влажностью 20 %; не более 4 % – для торфа с влажностью 30 %; не более 3 % – для торфа с влажностью 40 %; не более 2 % – для торфа с влажностью 50 %. При соблюдении этих требований температура выпускаемой горячей асфальтобетонной смеси на активированных заполнителях не опустится ниже требуемых 140 °С. Однако существует предельное значение содержания добавки торфа, при котором не ухудшаются свойства асфальтобетона (водонасыщение, набухание), и оно составляет до 1,0 % от минеральной части асфальтобетона.

Как в технологическом, так и в энергетическом плане (по сравнению с вариантом подачи торфа в смеситель) возможна подача торфа в сушильно-нагревательный барабан. В данном случае ожидается экономия затрат на сушку за счет образования дополнительной теплоты при сгорании торфяной крошки и экономия традиционного минерального порошка за счет замещения его торфяной золой. При этом не возникает опасений, связанных с появлением в асфальтобетоне остатков торфа, что могло бы ухудшить свойства конечного продукта. В существующих температурном и газовом режимах сушильного барабана торф полностью выгорает, и в техно-

гический поток направляется зола, выступающая в роли минерального порошка.

Количество торфяной добавки определяет величину тепловой энергии, выделяющейся в результате горения торфа в сушильно-нагревательном барабане. При этом величина поступающей добавочной тепловой энергии не должна превышать ее количество, определяемое температурой тепловой обработки, необходимой для сушки и нагрева минеральных заполнителей. На основе анализа энергетического баланса сушильного барабана ограничена величина подачи в него торфа, что связано с требуемой температурой тепловой обработки минеральных заполнителей при их сушке.

В третьей главе представлены закономерности изменения адгезионных свойств минерального материала, подвергнутого активации продуктами термической деструкции торфа, при контакте с битумом. Выявлено влияние такой активации на свойства асфальтобетона, и оценена эффективность использования торфа в качестве стабилизирующей добавки.

На степень воздействия продуктов деструкции торфяной добавки на адгезию минерального материала с битумом и, в свою очередь, на некоторые свойства асфальтобетона оказывает влияние большое количество факторов. Поскольку они влияют на целевую функцию по-разному, возникла необходимость сгруппировать их по степени воздействия на получаемый результат. Поэтому проведение исследования с применением математического метода планирования и анализ эксперимента позволили сократить число переменных величин, а следовательно, и снизить трудоемкость эксперимента. При этом возникла необходимость исследовать изменение адгезии активированного минерального материала с битумом и свойств асфальтобетона, полученного на основе такого минерального материала. Решение указанной задачи потребовало адекватного описания отдельных поверхностей отклика в исследуемой области изменения параметров. Для описания адгезии минеральных заполнителей с битумом использовали функцию (y), представляющую собой полином следующего вида (модель второго порядка):

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{i-1} b_{ij} x_i x_j . \quad (1)$$

Выбор факторов производился с учетом их максимального воздействия на исследуемую величину. Первый фактор, который существенно влияет на термическую деструкцию торфа, температура минерального материала при перемешивании с торфяной добавкой t , °C (x_1). Второй – время воздействия (перемешивания) разогретой минеральной части на торфяную добавку T , мин

(x_2). Третий – количество вводимой торфяной добавки относительно массы минеральной части k , % (x_3). В итоге после статистического анализа и удаления незначимых коэффициентов регрессии, для описания коэффициента адгезии ($K_{адг}$) было получено следующее уравнение:

$$K_{адг} = 10,896 + 0,632x_1 + 1,969x_2 - 4,478x_3 - 0,00154x_1^2 - 0,134x_2^2 + 6,069x_3 - 0,479x_2x_3, \quad \% \quad (2)$$

где $K_{адг}$ – коэффициент, характеризующий величину площади поверхности активированного минерального материала, покрытой пленкой битума после кипячения, в % от общей поверхности материала.

Построение трехмерных поверхностей отклика позволяет наглядно представить закономерность изменения исследуемых величин при изменении выбранных факторов, что облегчает анализ результатов.

В результате исследований установлено, что выделившиеся при термической деструкции компоненты конденсируются на минеральных частицах, проникают в поры и образуют активизирующий слой, способствующий улучшению адгезии между минеральными материалами и вводимым при приготовлении асфальтобетонной смеси битумом. Эксперименты показали, что материал, не прошедший активацию, имел худшие адгезионные свойства по сравнению с образцами, которые подверглись активации (таблица 1).

В качестве примера на рисунках 2 и 3 показаны взаимозависимости коэффициента адгезии ($K_{адг}$), температуры перемешивания (t , °C), времени перемешивания (T , мин) и количества добавляемого торфа (k , %).

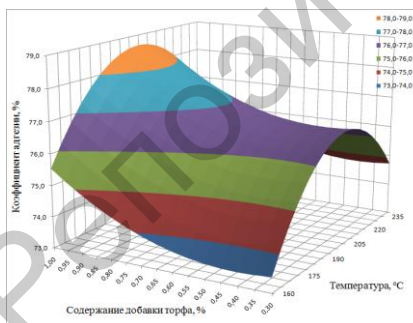
Можно проследить устойчивую зависимость коэффициента адгезии от температуры перемешивания: при увеличении температуры до некоторого момента (200 °C в нашем случае) повышается данный коэффициент, но при дальнейшем подъеме температуры он снижается, что обусловлено недостаточной термической стойкостью веществ, выделяющихся из торфа и адсорбирующихся на поверхности минерального материала. Установлено наличие зависимости между временем перемешивания и коэффициентом адгезии: с увеличением времени перемешивания (времени воздействия разогретого минерального материала на торф) коэффициент адгезии повышается до некоторого момента (5–6 мин) и затем начинает снижаться, что связано с физическим стиранием пленки активатора при длительном механическом воздействии, а также обусловлено слабой термической стойкостью веществ, выделяющихся из торфа и оседающих на поверхности минерального материала. Экспериментально выявлена зависимость коэффициента адгезии от количества добавляемой торфяной добавки: содержание вводимого торфа существенно влияет на адгезионные свойства

минерального материала, так как чем больше добавляется торфа, тем больше выделяется активирующих веществ.

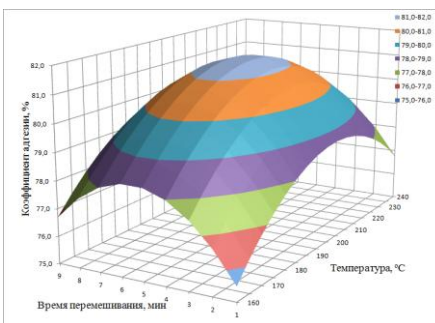
Таблица 1. – Результаты оценки адгезии на блескомере БФ-2

| Номер образца | $t, ^\circ\text{C}$ | $T, \text{мин}$ | $k, \%$ | $K_{\text{адг.}} \%$ | | |
|------------------------|---------------------|-----------------|---------|----------------------|----------|------------------|
| | | | | 1-й опыт | 2-й опыт | Среднее значение |
| 1 | 240 | 9 | 1 | 78,30 | 78,55 | 78,42 |
| 2 | 160 | 9 | 1 | 77,49 | 77,67 | 77,58 |
| 3 | 240 | 1 | 1 | 80,22 | 80,84 | 80,53 |
| 4 | 160 | 1 | 1 | 76,72 | 78,01 | 77,37 |
| 5 | 240 | 9 | 0,3 | 77,34 | 77,81 | 77,58 |
| 6 | 160 | 9 | 0,3 | 76,07 | 76,14 | 76,11 |
| 7 | 240 | 1 | 0,3 | 74,85 | 76,10 | 75,47 |
| 8 | 160 | 1 | 0,3 | 74,59 | 74,88 | 74,74 |
| 9 | 240 | 5 | 0,65 | 79,22 | 79,72 | 79,47 |
| 10 | 160 | 5 | 0,65 | 77,57 | 78,00 | 77,79 |
| 11 | 200 | 9 | 0,65 | 79,15 | 79,80 | 79,47 |
| 12 | 200 | 1 | 0,65 | 77,79 | 79,05 | 78,42 |
| 13 | 200 | 5 | 1 | 83,68 | 84,74 | 84,21 |
| 14 | 200 | 5 | 0,3 | 79,24 | 79,70 | 79,47 |
| 15 | 200 | 5 | 0,65 | 81,51 | 82,65 | 81,58 |
| Материал без обработки | 0 | 0 | 0 | 73.01 | 73.31 | 73,16 |

Примечание – Для песка без битума $K_{\text{адг.}} = 0 \%$, для песка с битумом до кипячения $K_{\text{адг.}} = 100 \%$.



Время перемешивания, $T = 1 \text{ мин}$
Рисунок 2. – Зависимость $K_{\text{адг}}$ от температуры перемешивания ($t, ^\circ\text{C}$) и содержания торфяной добавки ($k, \%$)



Содержание торфяной добавки, $k = 1 \%$
Рисунок 3. – Зависимость $K_{\text{адг}}$ от температуры перемешивания ($t, ^\circ\text{C}$) и времени перемешивания ($T, \text{мин}$)

В связи с вышеизложенным, проведена оценка влияния продуктов термической деструкции торфа на физико-механические свойства асфальтобетона (таблица 2). Для этого были изготовлены серии образцов асфальтобетона на основе минеральных заполнителей, активированных в различных режимах. По этим образцам определяли их физико-механические свойства (согласно СТБ 1115-2013).

Таблица 2. – Результаты оценки физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона с активированными и неактивированными минеральными заполнителями

| Условия активации минеральной части | Контрольный образец ЦМСт-1/2,2 | Номер образца | | | | | | Требования по СТБ 1033-2004 |
|--|--------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| t , °С | - | 160 | 160 | 240 | 240 | 200 | 200 | - |
| T , мин | - | 9 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | - |
| k , % | - | 1 | 1 | 0,3 | 0,65 | 0,65 | 1 | - |
| Показатели физико-механических свойств | | | | | | | | |
| g , кг/м ³ | 2,46 | 2,44 | 2,46 | 2,45 | 2,45 | 2,46 | 2,46 | - |
| W , % | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 1,7 | 1,85 | 1,9 | 2,0 | 0,5–3,0 |
| H , % | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5–1,0 |
| $R_{сж}^{50}$, МПа | 0,91 | 0,94 | 1,1 | 0,92 | 1,01 | 1,02 | 0,98 | Не менее 0,9 |
| R_p^0 , МПа | 1,74 | 2,23 | 2,45 | 2,13 | 2,29 | 2,41 | 2,17 | 1,5–3,0 |
| $R_{сдв}^{50}$, МПа | 2,22 | 2,22 | 2,24 | 2,24 | 2,88 | 2,97 | 2,84 | Не менее 2,2 |
| $K_{вод}^{28}$ | 0,82 | 0,82 | 0,85 | 0,87 | 0,92 | 0,87 | 0,89 | Не менее 0,8 |
| Примечание – g – плотность; W – водонасыщение; H – набухание; $R_{сж}^{50}$ – предел прочности при сжатии при температуре 50 °С; $R_{сдв}^{50}$ – предел прочности на сдвиг при 50 °С; R_p^0 – предел прочности на растяжение при 0 °С; $K_{вод}^{28}$ – коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде. | | | | | | | | |

Проведенный анализ физико-механических свойств образцов асфальтобетона подтвердил положительное влияние активации продуктами термической деструкции торфа на свойства асфальтобетона. Выявлена устойчивая тенденция повышения всех прочностных показателей и показателей коррозионной стойкости асфальтобетона.

Далее были обоснованы основные параметры технологического режима активации минеральной части асфальтобетона в рамках технологического оборудования АБЗ: температура минерального материала при

перемешивании с активирующей добавкой (200 ± 10) °С, время проведения активации – «сухого» перемешивания в смесителе АБЗ (60 ± 10) с, количество вводимой активирующей добавки торфа ($1 \pm 0,1$) %; что позволило успешно провести производственную апробацию активационной технологии. Результаты оценки общего уровня надежности и расчетные сроки службы различных типов асфальтобетона с торфоактивированными минеральными заполнителями, выпущенных на АБЗ, приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Результаты оценки общего уровня надежности и расчетного срока службы асфальтобетонов с активированными и неактивированными минеральными заполнителями

| Показатель | ПГГ-III/2,0 неакт. | ПГГ-III/2,0 акт. | ЩМВг- III/2,0 неакт. | ЩМВг- III/2,0 акт. | ЩКПг-II неакт. | ЩКПг-II акт. |
|--|-----------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
| $P_{общ}$ | 0,72 | 0,86 | 0,74 | 0,87 | 0,55 | 0,60 |
| $T_{сл}$, лет | 7,4 | 10,8 | 7,6 | 11 | 4,8 | 6 |
| Примечание – Неакт. – асфальтобетон содержит неактивированные минеральные заполнители; акт. – асфальтобетон содержит торфоактивированные минеральные заполнители; $P_{общ}$ – общий уровень надежности асфальтобетона; $T_{сл}$ – расчетный срок службы асфальтобетона в покрытии до капитального ремонта. | | | | | | |

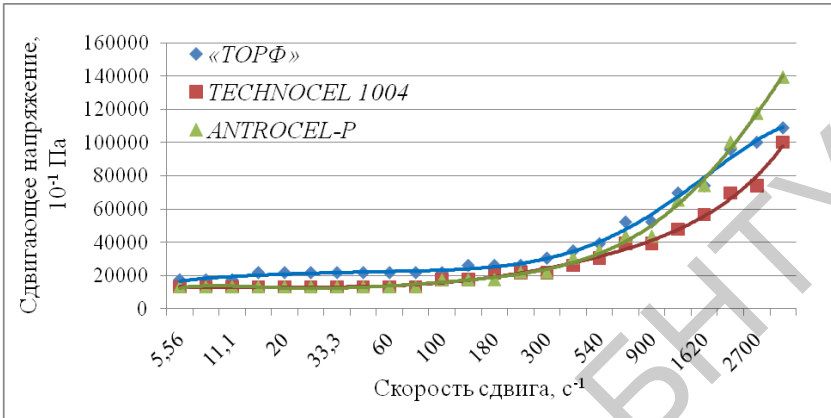
Установлено, что общий уровень надежности асфальтобетона с заполнителями, активированными продуктами термической деструкции торфа, выше уровня надежности асфальтобетона с неактивированными заполнителями, что увеличивает его расчетный срок службы.

Для выявления возможности использования торфа в качестве импортозамещающей (отечественной) стабилизирующей добавки были поставлены частные задачи исследования:

- оценить реологическое поведение асфальтовязущего вещества (битум + минеральный порошок) с различными стабилизирующими добавками (*TECHNOCEL 1004*, *ANTROCEL-P*, торф), что позволило бы судить об их влиянии на структуру и физико-механические свойства щебеночно-мастичных асфальтобетонов;

- сравнить результаты испытаний щебеночно-мастичных асфальтобетонов, приготовленных с использованием различных стабилизирующих добавок, включая торфяную.

Реологические исследования проводились на ротационном вискозиметре «Реотест-2». Исследование структурно-реологических характеристик проводилось на образцах битума с добавлением минерального порошка в соотношении 1 : 2 (при $T = 130$ °С) и 2 % стабилизирующей добавки. Результаты испытаний показаны на рисунках 4 и 5.



Показатель сдвигающего напряжения (10^{-1} Па) принят по шкале прибора «Реотест-2»

Рисунок 4. – Реологические кривые течения асфальто вяжущего (битум + минеральный порошок в соотношении 1 : 2) с 2 %-ным содержанием добавок TECHNOCEL 1004, ANTROCEL-P и «ТОРФ» при $T = 130$ °C

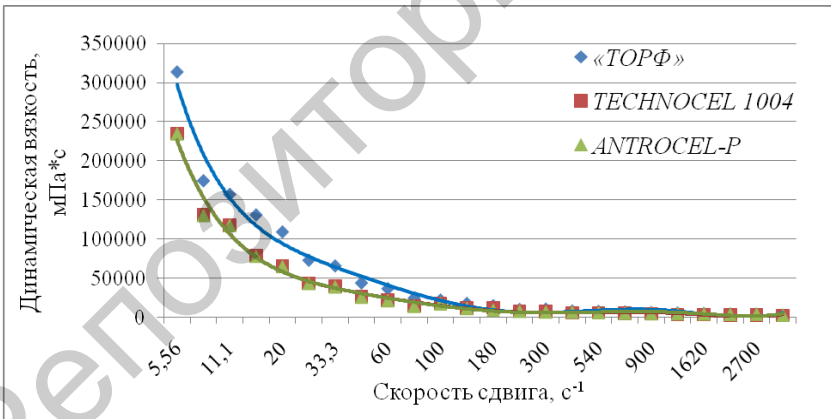


Рисунок 5. – Зависимости динамической вязкости от скорости сдвига асфальто вяжущего (битум + минеральный порошок в соотношении 1 : 2) с 2 %-ным содержанием добавок TECHNOCEL 1004, ANTROCEL-P и «ТОРФ» при $T = 130$ °C

Как видно из полученных данных (рисунок 4), образцы асфальто вяжущего с содержанием альтернативной стабилизирующей добавки (торф) разрушаются при более высоких скоростях сдвига и имеют

более высокий показатель вязкости, чем образцы, в состав которых входит импортная добавка. На рисунке 5 видно, что более высокий показатель вязкости, определяющий граничное напряжение, которое соответствует предельному разрушению структуры, имеет образец, содержащий в себе торфяную стабилизирующую добавку, что способствует повышению деформационной устойчивости асфальтобетона при различных режимах эксплуатации.

Обобщенные результаты определения физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона, приготовленного с применением различных стабилизирующих добавок, приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Показатели физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона с применением различных стабилизирующих добавок

| Содержание материалов, % | | | | | | Физико-механические свойства | | | | |
|---|-------|-------|----|-------|---------------|------------------------------|---------|---------------|---------------------|----------------------|
| Щебень | Отсев | Песок | МП | Битум | Стаб. добавка | g , г/см ³ | W , % | Стекание, % | $R_{сж}^{50}$, МПа | $R_{сдв}^{50}$, МПа |
| <i>«ТОРФ»</i> | | | | | | | | | | |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,2 | 2,48 | 1,3 | 0,28 | 1,2 | 2,48 |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,25 | 2,48 | 1,4 | 0,15 | 1,2 | 2,40 |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,3 | 2,47 | 1,6 | 0,08 | 1,2 | 2,38 |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,4 | 2,45 | 2,2 | 0,06 | 1,1 | 2,27 |
| <i>TECHNOCEL 1004</i> | | | | | | | | | | |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,2 | 2,48 | 1,4 | 0,26 | 1,2 | 2,44 |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,3 | 2,47 | 1,5 | 0,14 | 1,3 | 2,32 |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,4 | 2,45 | 2,2 | 0,06 | 1,25 | 2,28 |
| <i>ANTROCEL-P</i> | | | | | | | | | | |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,2 | 2,48 | 1,2 | 0,23 | 1,2 | 2,47 |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,3 | 2,47 | 1,6 | 0,15 | 1,2 | 2,38 |
| 72 | 11 | 11 | 6 | 6,5 | 0,4 | 2,46 | 2,3 | 0,08 | 1,1 | 2,27 |
| Нормативные значения по СТБ 1033-2004 | | | | | | – | 0,5–3,0 | Не более 0,15 | Не менее 0,9 | Не менее 2,2 |
| Примечание – МП – минеральный порошок; g – плотность; W – водонасыщение; стекание – показатель стекания вяжущего согласно СТБ 1115-2013; $R_{сж}^{50}$ – предел прочности при сжатии при 50 °С; $R_{сдв}^{50}$ – предел прочности на сдвиг при 50 °С. | | | | | | | | | | |

Анализ результатов показал полное соответствие физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона с

торфяной стабилизирующей добавкой таким же показателям щебеночно-мастичного асфальтобетона с импортной стабилизирующей добавкой. При этом количество вводимой в смесь стабилизирующей торфяной добавки соответствует количеству вводимых импортных аналогов.

В четвертой главе представлены разработанные технологии получения асфальтобетонной смеси с использованием торфа в качестве стабилизирующей и активирующей добавки и приведены сведения об их технико-экономической эффективности.

Экономический эффект при производстве асфальтобетонных смесей с использованием торфа в качестве стабилизирующей добавки достигается за счет снижения себестоимости приготовления асфальтобетонных смесей. Применение торфа позволяет снизить стоимость стабилизирующей добавки на 91,5 %, а также итоговую стоимость затрат на приобретение материалов для приготовления одной тонны щебеночно-мастичной смеси на 8,6 %. Ежегодно в Республике Беларусь выпускается около 600 тыс. тонн щебеночно-мастичной смеси. Предполагаемый экономический эффект от применения стабилизирующей добавки на основе торфа в количестве, приходящемся на этот объем смеси, может составить около 7,4 млрд руб. ежегодно (в ценах на 01.05.2011).

Расчеты показали, что экономический эффект от применения технологии получения асфальтобетона на основе заполнителей, активированных продуктами термической деструкции торфа, достигается за счет увеличения сроков службы дорожных покрытий.

Опытно-технологические работы по устройству участка покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона, приготовленного с использованием альтернативной стабилизирующей добавки, выполнялись в 2007 году на базе предприятия ОАО «ДСУ № 45» (г. Витебск). Приготовленная асфальтобетонная смесь была уложена на дороге у поселка городского типа Шумилино. Опытно-технологические работы по приготовлению и укладке асфальтобетонных смесей различных типов с минеральными компонентами, активированными продуктами термической деструкции торфа, производились на базе филиалов КУП «Минскоблдорстрой» ДРСУ № 735 в 2010 году и ДРСУ № 195 в 2012 году.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана инновационная технология одновременной активации всей минеральной части асфальтобетонной смеси, основанная на использовании продуктов температурной деструкции торфа, вводимого в смеситель АБЗ. Эта технология позволяет увеличить расчетный срок

службы дорожных покрытий применительно для типов асфальтобетона: ЩМВг-III/2,0 – с 7,6 до 11 лет, ПГг-III/2,0 – с 7,4 до 10,8 лет, ЩКПг-II – с 4,8 до 6 лет [1, 3, 4, 6, 9, 13, 14, 16].

2. Разработан метод низкотемпературной деструкции добавки верхового торфа, продукты которой при термическом разложении торфа конденсируются на минеральных частицах, проникают в поры и образуют активирующий гидрофобный слой, способствующий улучшению адгезии между минеральными материалами и вводимым при приготовлении асфальтобетонной смеси битумом. Установлено, что в прочих равных условиях показатель выхода органических соединений при термической деструкции верхового торфа в 1,5 раза выше по сравнению с таким же показателем при термической деструкции низинного. Это позволяет более эффективно использовать верховой торф при производстве асфальтобетона [1, 2, 5, 11, 12].

3. Обоснованы основные параметры технологического режима активации минеральной части асфальтобетона: температура минерального материала при перемешивании с активирующей добавкой (200 ± 10) °С, время проведения активации – «сухого» перемешивания в смесителе АБЗ (60 ± 10) с, количество вводимой активирующей добавки торфа ($1 \pm 0,1$) %, что позволило успешно провести производственную апробацию активационной технологии на АБЗ. [4, 6, 16]

4. Разработана новая импортозамещающая стабилизирующая торфяная добавка в щебеночно-мастичный асфальтобетон. Введение добавки в количестве 0,2–0,4 % в состав щебеночно-мастичной смеси предотвращает ее расслоение при транспортировке и укладке, а также обеспечивает требуемые СТБ 1033-2004 свойства асфальтобетона без использования дорогостоящих импортных стабилизирующих добавок [2, 8, 10, 15, 17, 18].

5. Экономический эффект достигается за счет ряда факторов: от применения разработанной стабилизирующей добавки из местного сырья (она дешевле на 92 % по сравнению с используемой импортной), что в итоге уменьшает на 8,6 % стоимость затрат на приобретение материалов для приготовления одной тонны щебеночно-мастичной смеси; от продления расчетных сроков службы дорожных покрытий для следующих типов асфальтобетона на активированных заполнителях (на 100 тонн в ценах 01.10.2012): ЩМВг-III/2,0 – 5 471 379 руб., ПГг-III/2,0 – 6 229 808 руб., ЩКПг-II – 2 454 950 руб. [3, 4, 7, 10, 12, 14].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Результаты исследований рекомендуются к использованию проектными, а также дорожно-строительными организациями, имеющими асфальтобетонные заводы по следующим направлениям:

- для анализа и оценки эффективности активации местных минеральных материалов, используемых при получении горячего асфальтобетона при строительстве дорог I–III технических категорий;

- для целенаправленного формирования программы импортозамещающих и энергосберегающих мероприятий на АБЗ, при разработке и проведении энергоаудита на этих производственных предприятиях.

Результаты исследований явились основой для разработки и внедрения ТНПА, в частности ТУ ВУ 190893882620-2009 «Добавка стабилизирующая на основе торфа для асфальтобетонных смесей» и изменения № 2 в СТБ 1033-2004 (постановление Госстандарта Республики Беларусь от 24.04.2009 № 19), которые могут быть использованы при производстве дорожно-строительных материалов.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах

1. Будниченко, С.С. Применение торфа как активирующей добавки в асфальтобетоне / С.С. Будниченко, Я.Н. Ковалев // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3. – С. 12–16.

2. Будниченко, С.С. Применение торфа в асфальтобетоне / С.С. Будниченко, Я.Н. Ковалев // Автомобильные дороги и мосты. – 2010. – № 1. – С. 59–66.

3. Будниченко, С.С. Активация минеральных материалов при производстве асфальтобетонных смесей / С.С. Будниченко, Я.Н. Ковалев // Автомобильные дороги и мосты. – 2010. – № 2. – С. 31–38.

4. Будниченко С.С. Новые методы активации минеральных заполнителей асфальтобетона / С.С. Будниченко, Я.Н. Ковалев // Наука и техника. – 2012. – № 5. – С. 55–58.

Материалы конференций

5. Ковалев, Я.Н. Применение торфа в асфальтобетоне / Я.Н. Ковалев, С.С. Будниченко // Ежегодная научная сессия Ассоциации исследователей асфальтобетона: сборник статей и докладов, Москва, 2 февраля 2011 г. / Московский автомобильно-дорожный гос. технич. ун-т; редкол.: Н.В. Быстров, И.Б. Курденкова. – М., 2011. – С. 80–90.

6. Будниченко, С.С. Новые пути активации минеральных заполнителей асфальтобетона на асфальтобетонном заводе / С.С. Будниченко // Современные тенденции и направления строительства, ремонта и

содержания автомобильных дорог и искусственных сооружений: материалы научно-технической конференции посвященной 50-летию республиканского дочернего унитарного предприятия «БелдорНИИ», Минск, 25–26 октября 2012 г. / ГП «БелдорНИИ». – Минск, 2012. – С. 33–35.

7. Будниченко, С.С. Надежность асфальтобетона с торфоактивированными минеральными заполнителями / С.С. Будниченко // Проблемы повышения качества и ресурсосбережения в дорожной отрасли: сборник трудов международной научно-технической конференции, Минск, 30–31 мая 2013 г. / Департамент «Белавтодор», БНТУ. – Минск, 2013. – С. 27–29.

8. Ковалев, Я.Н. Применение торфа в качестве активирующей и стабилизирующей добавки в асфальтобетон. / Я.Н. Ковалев, С.С. Будниченко // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сборник докладов Международной научно-практической конференции, Белгород 8–10 октября 2013 г. / Белгородский гос. техн. ун-т им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2013. – Т.1. – С. 192–203.

Тезисы докладов

9. Ковалев, Я.Н. Применение торфоактивированных минеральных заполнителей в битумоминеральных материалах / Я.Н. Ковалев, С.С. Будниченко // Наука – образованию, производству, экономике: материалы Шестой междунар. науч.-техн. конф., Минск, 22 апреля 2008 г. : в 4 т. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Б.М. Хрусталеv, Ф.А. Романюк, А.С. Калиниченко. – Минск, 2008. – Т. 2. – С. 122.

10. Ковалев, Я.Н. Свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе торфоактивированных минеральных заполнителей / Я.Н. Ковалев, С.С. Будниченко // Наука – образованию, производству, экономике: материалы Седьмой междунар. науч.-техн. конф., Минск, 28 апреля 2009 г. : в 4 т. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Б.М. Хрусталеv, Ф.А. Романюк, А.С. Калиниченко. – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 188.

11. Будниченко, С.С. Применение торфа в асфальтобетоне / С.С. Будниченко // Наука – образованию, производству, экономике: материалы Восьмой междунар. науч.-техн. конф., Минск, 29 апреля 2010 г. : в 4 т. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Б.М. Хрусталеv, Ф.А. Романюк, А.С. Калиниченко. – Минск, 2010. – Т. 3. – С. 30.

12. Будниченко, С.С. Торф как эффективная стабилизирующая и активирующая добавка для асфальтобетона / С.С. Будниченко // Автомобильные дороги – дороги в будущее : тезисы докладов Республиканской

научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 10 марта 2011 г. / ГП «БелдорНИИ». – Минск, 2011. – С. 3–4.

13. Будниченко, С.С. Реагентные и нереагентные способы активации минеральных материалов для асфальтобетона / С.С. Будниченко, Е.И. Гойч // Автомобильные дороги – дороги в будущее: тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 10 марта 2011 г. / ГП «БелдорНИИ». – Минск, 2011. – С. 31–33.

14. Будниченко, С.С. Оценка эффективности получения асфальтобетона с торфоактивированными минеральными заполнителями / С.С. Будниченко // Наука – образованию, производству, экономике: материалы Одиннадцатой междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26 апреля 2013 г. : в 4 т. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Б.М. Хрусталеv, Ф.А. Романюк, А.С. Калининенко. – Минск, 2013. – Т. 3. – С. 94.

Авторские свидетельства и патенты

15. Асфальтобетонная смесь : пат. 12389 Респ. Беларусь : МКП С04В26/00 (2006) / Г.В. Чепцов, Я.Н. Ковалев, Д.Г. Игошкин, С.С. Будниченко ; дата публ.: 16.06.2009.

16. Способ активирования дорожных минеральных материалов : пат. 14303 Респ. Беларусь : МКП С04В14/00 (2009) / Я.Н. Ковалев, С.С. Будниченко, Г.В. Чепцов ; дата публ.: 11.01.2011.

17. Стабилизирующая добавка для приготовления щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси : пат. 16149 Респ. Беларусь : МКП С04В16/12 (2006.01) / Г.В. Чепцов, Я.Н. Ковалев, Д.Г. Игошкин, С.С. Будниченко ; дата публ.: 10.04.2012.

18. Стабилизирующая добавка для приготовления щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси : пат. 16626 Респ. Беларусь : МКП С04В16/06 (2006.01) / Г.В. Чепцов, Я.Н. Ковалев, Д.Г. Игошкин, С.С. Будниченко ; дата публ.: 27.08.2012.



РЭЗІЮМЭ

Буднічэнка Сяргей Сяргеевіч

Дарожны асфальтабетон на аснове мінеральных запаўняльнікаў, якія актываваны торфам, і торфадабаўкі-стабілізатара

Ключавыя словы: актывацыя, адгезія, торф, тэрмічная дэструкцыя, дабаўка-стабілізатар, друзава-мастычны асфальтабетон, каразійная стойкасць, агульны ўзровень надзейнасці.

Аб'ект даследавання – тэхналогія атрымання дарожных асфальтабетонных сумесяў на асфальтабетонным заводзе (АБЗ).

Прадмет даследавання – тэхналогія атрымання асфальтабетонаў на аснове мінеральных запаўняльнікаў, якія актываваны торфам, і торфадабаўкі-стабілізатара.

Мэта работы: атрыманне і прымяненне асфальтабетонаў на аснове мінеральных запаўняльнікаў, якія актываваны торфам, і торфадабаўкі-стабілізатара.

У дысертацыйным даследаванні распрацавана і прапанавана новая эфектыўная тэхналогія адначасовай актывацыі ўсёй мінеральнай часткі асфальтабетонных сумесяў, заснаваная на ўжыванні эфекту тэмпературнай дэструкцыі тарфяной крошкі, якая ўводзіцца ў змяшальнік асфальтабетоннага завода. Вызначана аптымальная колькасць тарфяной дабаўкі-актыватара, якая ўводзіцца ў асфальтабетонную сумесь, на аснове аналізу матэрыяльнага і энергетычнага балансу цеплавых працэсаў у змяшальніку асфальтабетоннага завода. Таксама распрацавана новая імпартазамышчальная дабаўка-стабілізатар для друзава-мастычнага асфальтабетону, якая дазваляе знізіць кошт выдаткаў на матэрыялы пры вытворчасці друзава-мастычнай сумесі на 8,6 %.

Вынікі даследавання ўключаны ў дзеючыя тэхнічныя нарматыўныя правыя акты. Выканана доследна-прамысловая і вытворчая апрацацыя вынікаў дысертацыйнага даследавання, якая пацвердзіла высокі ўзровень іх тэхналагічнай распрацоўкі і эканамічную эфектыўнасць.

РЕЗЮМЕ

Будниченко Сергей Сергеевич

Дорожный асфальтобетон на основе торфоактивированных минеральных заполнителей и стабилизирующей торфодобавки

Ключевые слова: активация, адгезия, торф, термическая деструкция, активирующая и стабилизирующая добавки, щебеночно-мастичный асфальтобетон, коррозионная стойкость, общий уровень надежности.

Объект исследования – технология получения дорожных асфальтобетонных смесей на асфальтобетонном заводе (АБЗ).

Предмет исследования – технология получения и свойства дорожного асфальтобетона на основе торфоактивированных минеральных заполнителей и стабилизирующей торфодобавки

Цель работы: получение и применение асфальтобетонов на основе торфоактивированных минеральных заполнителей и стабилизирующей торфодобавки.

В диссертационном исследовании разработана и предложена новая эффективная технология одновременной активации всей минеральной части асфальтобетонных смесей, основанная на применении эффекта температурной деструкции торфяной крошки, вводимой в смеситель асфальтобетонного завода. Определено оптимальное количество вводимой в асфальтобетонную смесь активирующей торфяной добавки на основе анализа материального и энергетического баланса тепловых процессов в смесителе асфальтобетонного завода. Также разработана новая импортозамещающая стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичного асфальтобетона, позволяющая снизить стоимость затрат на материалы для приготовления щебеночно-мастичной смеси на 8,6 %.

Результаты исследования включены в действующие технические нормативные правовые акты. Выполнена опытно-промышленная и производственная апробация результатов диссертационного исследования, подтвердившая высокий уровень их технологической разработки и экономическую эффективность.

SUMMARY

Sergey S. Budnichenko

Road asphalt concrete containing peat-activated mineral fillers and stabilizing peat additives

Key words: activation, adhesion, peat, thermal destruction, activating and stabilizing additives, stone mastic asphalt, corrosion resistance, overall reliability level.

Object of the study: method for obtaining of road asphalt mixes at asphalt plant.

Subject of the study: method and properties of road asphalt concretes containing peat-activated mineral fillers and stabilizing peat additives.

Objective of the study: obtaining and application of asphalt concretes containing peat-activated mineral fillers and stabilizing peat additives.

The dissertation research has been aimed at development of the new effective method for simultaneous activation of the entire mineral part of asphalt mixes based on effect of thermal destruction of milled peat fed to the asphalt plant mixer. Optimal quantity of activating peat additive fed to asphalt mix has been specified on the basis of analysis of material and energy balance of thermal processes in the asphalt plant mixer. Also the new import substitution stabilizing additive for stone mastic asphalt has been developed allowing 8,6 % reduction of the cost of materials for stone mastic asphalt.

Results of research have been included into the existing standard norms. Experimental and production approbation of the dissertation research results have been carried out, which proved the high level of their technological development and economic effectiveness.

Научное издание

БУДНИЧЕНКО
Сергей Сергеевич

**ДОРОЖНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН НА ОСНОВЕ
ТОРФОАКТИВИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ
И СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ТОРФОДОБАВКИ**

Автореферат диссертации

на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Подписано в печать 08.12.2015. Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 1,32. Уч.-изд. л. 1,04. Тираж 60. Заказ 967.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

к автореферату диссертации Будниченко Сергея Сергеевича
«Дорожный асфальтобетон на основе торфоактивированных минеральных
заполнителей и стабилизирующей торфодобавки» на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

| страница | БЫЛО | СТАЛО |
|----------|---|--|
| 4 | Полный объем диссертации составляет 187 страниц, включая 111 листов машинописного текста, 28 рисунков, 30 таблиц... | Полный объем диссертации составляет 190 страниц, включая 117 листов машинописного текста, 31 рисунка, 29 таблиц... |
| 14 | Нормативные значения по СТБ 103-2004 | Нормативные значения по СТБ 1033-2004 |

Соискатель



С.С. Будниченко

Ученый секретарь совета по
защите диссертаций, д.т.н, доцент



П.И. Юхневский