

В печать
22.12.2017.

На правах рукописи



Бизирка Ирина Ивановна

**ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЙ ПОРОШОК ИЗ ОСАДКОВ
СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНЫХ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

05.23.05 – строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Макеевка – 2017

Работа выполнена на кафедре промышленного, гражданского строительства и архитектуры ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
Братчун Валерий Иванович,
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов,
г. Макеевка.

Официальные оппоненты: **Федоркин Сергей Иванович,**
доктор технических наук, профессор,
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», директор Академии строительства и архитектуры, профессор кафедры строительного инжиниринга и материаловедения,
г. Симферополь;

Нагорная Нина Павловна,
кандидат технических наук, доцент, ГО ВПО
«Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского»,
доцент кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

Защита состоится «28» февраля 2018 г. в 13⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 01.006.02 при ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по адресу: 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2, зал заседаний учёного совета. Тел. факс: +38(0623) 22-77-19, e-mail: d01.006.02@donnasa.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по адресу: 286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2 (<http://donnasa.ru>).

Автореферат разослан «___» января 2018 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
Д 01.006.02



Назим Ярослав Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Минеральный порошок – важнейший компонент асфальтобетона. Его основное назначение заключается в: переводе органического вяжущего в адсорбционно-сольватное состояние; увеличении поверхности контакта между структурообразующими частицами микро-, мезо- и макроструктуры; повышении теплостойкости битума; снижении скольжения колеса автомобиля во время торможения; повышении адгезии и когезии вяжущего, а также плотности минерального остова асфальтобетона.

Ежегодная мировая потребность дорожно-строительных организаций в минеральном порошке (МП) составляет 100 млн. т. Естественно, возрастает потребность в дефицитных карбонатных минеральных порошках. Нормативные документы предусматривают использование порошкообразных материалов техногенного происхождения в качестве минерального порошка. Такие отходы являются сравнительно недорогим, уже подготовленным сырьем для получения минерального порошка, что определяет снижение энергетических и материальных затрат. Таким материалом является осадок сточных вод (ОСВ).

Степень разработанности темы исследования. Анализ работ Базжина Л.И., Бахраха Г.С., Борща И.М., Братчуна В.И., Бусела А.В., Высоцкой М.А., Курнаева М.А., Ковалева Я.Н., Космина А.В., Кузмичева В.Г., Рыбалко И.Ф., Филимонова В.С., Ядыкиной В.В., Ястребовой Л.Н., Ewers N., Svetel D. и других ученых показал, что в качестве минерального порошка из техногенного сырья используются лессы, пылеватые пески, золы-уноса тепловых электростанций, пыль-уноса цементных заводов, доломитовая и колошниковая пыль, шламы станций нейтрализации сернокислотных травильных растворов сталепроволочно-канатных заводов и др. В работе Бреуса Р.В. показана целесообразность использования осадков сточных вод в качестве минерального порошка для производства асфальтобетонных смесей. Однако комплексные исследования и научное обоснование целесообразности использования органоминерального порошка (ОМП) из осадков сточных вод для производства дорожных асфальтобетонных смесей отсутствуют.

Целью исследования является теоретическое и экспериментальное обоснование использования минерального порошка из осадков сточных вод для производства дорожных асфальтобетонных смесей на основе установления закономерностей формирования структуры и свойств дорожных асфальтобетонных смесей, отвечающих нормативным требованиям.

Задачи исследования:

- исследовать физико-химические свойства осадка сточных вод с целью использования его для получения органоминерального порошка для производства асфальтобетонных смесей;
- сформулировать теоретические положения о процессах взаимодействия на поверхности раздела фаз “нефтяной дорожный битум – органоминеральный порошок из осадков сточных вод”;
- исследовать асфальтовяжущее на основе органоминерального порошка;
- оптимизировать составы и изучить физико-механические свойства асфальтобетона с использованием органоминерального порошка;

- разработать «Рекомендации по использованию органоминерального порошка из осадка сточных вод для производства дорожных асфальтобетонных смесей». Выполнить опытно-промышленную апробацию результатов лабораторных исследований. Дать экономическое обоснование целесообразности применения в составе дорожных асфальтобетонных смесей органоминерального порошка из осадков сточных вод.

Научная новизна полученных результатов:

– теоретически и экспериментально обоснован способ получения из осадка сточных вод органоминерального порошка для производства асфальтобетонных смесей, представляющего собой комплексное соединение алюмосиликатных материалов с органическим гуминным веществом, связанных между собой прочными хемосорбционными связями с развитой сорбционной поверхностью вследствие слоистого строения минеральной части и пористости органического вещества;

– установлены закономерности формирования граничных слоев в системе «битум – органоминеральный порошок», которое происходит по типу комплексно-гетерополярных соединений; тяжелые металлы с поливалентными катионами ОМП образуют с анионами органических кислот битума стойкие хелатные соединения, что приводит к повышению физико-механических характеристик асфальтобетона;

– с использованием экспериментально-статистического моделирования установлены оптимальные концентрационные соотношения в системе «нефтяной дорожный битум – органоминеральный порошок – минеральные частицы щебня и искусственного песка», что позволяет получить асфальтобетоны с физико-механическими свойствами, которые соответствуют нормативным требованиям.

Практическое значение полученных результатов.

Применение органоминерального порошка в асфальтобетоне позволяет расширить сырьевую базу минеральных порошков, используемых для производства асфальтобетонных смесей с нормативными значениями физико-механических свойств асфальтобетонов, и обеспечить более широкое использование техногенного сырья в дорожном строительстве, а также снизить затраты на строительство и эксплуатацию автомобильных дорог.

Разработаны «Рекомендации по использованию органоминерального порошка из осадка сточных вод для производства дорожных асфальтобетонных смесей».

Экспериментальная полупромышленная апробация в дорожно-строительном предприятии Краснолучского ДЭРСУ и ООО «Лугансквода» при строительстве участка объектной дороги по улице Малюткина в городе Антрацит свидетельствует не только о рациональном техническом решении, но и об экономической эффективности использования органоминерального порошка в составе асфальтобетонных смесей, которая составила 2084,55 руб/т.

Результаты работы используются при подготовке специалистов в ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени В.Даля» и ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» при подготовке специалистов по направлению 08.03.01 «Строительство» по профилю

«Автомобильные дороги» в дисциплинах «Строительные материалы. Спецкурс» и «Физико-химическая механика строительных материалов» в разделах «Асфальтополимербетоны с модифицированной микро-, мезо- и макроструктурой» и «Основы физико-химической механики асфальтобетонов».

Методы исследования. Стандартными методами исследованы физико-химические свойства органоминерального порошка; процессы взаимодействия на поверхности раздела фаз “органоминеральный порошок – нефтяной дорожный битум” изучены оптической и электронной микроскопией, атомно-адсорбционными и рентгеновскими методами.

Структурирующую роль органоминерального порошка в системе “битум – минеральный порошок” исследовано методом конической пластометрии; оптимальные концентрационные соотношения в асфальтобетонной смеси определены с использованием экспериментально-статистического планирования эксперимента.

На защиту выносятся:

- результаты исследования физико-химических свойств осадков сточных вод и органоминерального порошка из ОСВ;
- физико-химические процессы взаимодействия органоминерального порошка с нефтяным дорожным битумом;
- результаты определения физико-механических свойств дорожных асфальтобетонов, содержащих в своем составе органоминеральный порошок;
- «Рекомендации по использованию органоминерального порошка из осадка сточных вод для производства дорожных асфальтобетонных смесей».

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается: результатами экспериментальных исследований, выполненных с применением современных методов исследований; адекватностью экспериментально-статистической математической модели зависимостям физико-механических свойств асфальтобетона от концентрации битума и органоминерального порошка из осадков сточных вод; соответствием результатов эксперимента теоретическим предпосылкам.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертационной работы доложены на: Международной научной конференции «Планета – наш дом» (Алчевск, ДонГТУ, 2011 г.); Конференции «Магия науки» (Луганск, ЛНАУ, 2011 г.); Международной научно-технической конференции «Актуальные вопросы промышленного, гражданского и подземного строительства» (Алчевск, ДонГТУ, 2011 г.); Ежегодной конференции студентов и сотрудников кафедры строительных конструкций и материалов (Алчевск, ДонГТУ, 2011 г.); Научно-технической конференции (Луганск, ЛНАУ, 2012 г.); Международной научной конференции «Планета – наш дом» (Алчевск, ДонГТУ, 2012 г.); II Международной научно-технической конференции «Научно-прикладные аспекты автомобильной и транспортно-дорожной отраслей» (Луцк, ЛНТУ, 2012 г.); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы физико-химического материаловедения» (Макеевка, ДонНАСА, 2013 г.); I региональной научно-практической конференции «Возрождение, экология, энергоэффективность инженерной инфраструктуры урбанизированных

территорий Донбасса: традиции и инновации» (Луганск, ИСА и ЖКХ ЛГУ им. В. Даля, 2016 г.); II региональной научно-практической конференции «Возрождение, экология, энергоэффективность инженерной инфраструктуры урбанизированных территорий Донбасса: традиции и инновации» (Луганск, ИСА и ЖКХ ЛНУ им. В. Даля, 2017 г.).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 17 научных работах, в том числе в 9 работах в рецензируемых научных изданиях (8 работ опубликованы в изданиях, входящих в перечень специализированных научных журналов, утвержденных МОН Украины; 1 – в издании, входящем в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденных ВАК РФ), 1 патент Украины, 3 – публикации по материалам конференций, 4 – в других изданиях.

Общий объем публикаций – 10,32 п.л., из которых 4,14 п.л. принадлежат лично автору.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, шести разделов, выводов, списка использованных источников и приложений. Общий объем работы составляет 148 страниц, в том числе 114 страниц основного текста, 12 полных страниц с рисунками и таблицами, 18 страниц списка использованных источников, 4 страницы приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна и практическое значение диссертационной работы.

В первом разделе выполнен критический анализ состояния вопроса по применению в производстве асфальтобетонных смесей минеральных порошков из техногенного сырья.

В работах И.М. Борща, В.И. Братчуна, М.И. Волкова, Л.Б. Гезенцвея, В.А. Золотарева, А.С. Колбановской, А.И. Лысихиной, Т.И. Рыбьевой, Н.Б. Урьева, У.Г. Ханиной, Ядыкиной В.В. и других ученых показана роль минерального порошка в формировании структуры дорожных бетонов на органических вяжущих; а также адсорбционная активность минерального порошка, которая определяется удельной поверхностью, химическим и минералогическим составом, структурой минеральных частиц, энергетической активностью поверхности частиц, количеством активных центров на поверхности МП, топографией, микрорельефом и чистотой поверхности.

Л.И. Базжиным, В.И. Братчуном, М.А. Высоцкой, В.В. Гончаренко, В.Г. Кузмичевым, М.А. Курнаевым, Н.Ф. Почапским, И.Ф. Рыбалко, Л.А. Горелышевой, С.Я. Шалыт и другими учеными изучены структурообразующие микроструктуры бетонов на основе органических вяжущих, такие как: золы-уноса ТЭЦ, пыль-уноса цементных заводов, доломитовая пыль, распавшиеся металлургические шлаки (доменные, электросталеплавильные, ферросплавные и др.), шлам водомягчения, содовый шлак, отработанные формовочные смеси, шлак нейтрализации травильных растворов сталепроволочных канатных заводов.

А.В. Буселом, Я.Н. Ковалевым, В.С. Филимоновым, Т.Ю. Химерик показано, что органические порошковые отходы лесотехнической промышленности

и гидролизного лигнина специфически взаимодействуют с битумом и могут быть использованы как структурирующий порошок асфальтобетона.

Однако изученные отходы промышленности как минеральные порошки уступают по качеству известняковому минеральному порошку. Недостатком порошковых отходов является недостаточное сцепление с органическим вяжущим, высокоразвитая внутренняя поверхность и как следствие повышенное содержание органического вяжущего в асфальтобетонной смеси, и др.

Р.В. Бреусом, В.В. Кинчиковым, В.А. Новаком, В.Д. Ставицким показана возможность использования ОСВ с их сложным вещественным составом (органическая и минеральная составляющие, обогащенные тяжелыми металлами) как исходное сырье для получения минеральных порошков.

В то же время комплексные исследования и научное обоснование использования органоминерального порошка из осадков сточных вод в составе дорожных асфальтобетонных смесях отсутствуют.

Во втором разделе рассмотрены теоретические предпосылки физико-химического взаимодействия на границе раздела фаз “битум – органоминеральный порошок”. В депонированных ОСВ содержание органических веществ, которые хорошо совмещаются с битумом, достигает 20-24%. Последние представлены остатками синтетических моющих веществ, алкиларилсульфонатами, лигнинсульфонатами, углеводородами с гетероциклическими атомами или конденсированными ядрами, плохо разрушаемыми фосфорорганическими соединениями, лигнинами и гуминовыми веществами, жесткими ПАВ катионного и анионного типа. В составе ОСВ содержатся соединения железа и алюминия, а также цинка, хрома, никеля, свинца, меди и др.

ОМП характеризуется конденсационно-кристаллической структурой, которая формируется в результате коагуляции частиц дисперсной фазы, между которыми возникают новые химические связи или происходит кристаллическое сращивание.

Многокомпонентная система, которой является ОСВ, предполагает: участие ПАВ и тяжелых металлов в образовании гетеротрофных солей гумусовых кислот, комплексно-гетеротрофных солей, адсорбционных комплексов хелатного типа, содержащих металл в анионной части молекул в виде способного к диссоциации катиона. Наличие иммобилизованной воды в органоминеральном комплексе способствует вспениванию битума с повышением его активности и адгезии к поверхности минеральных частиц.

Алюмосиликатный состав минеральной части ОСВ характеризуется суммой специфических активных зон определенного заряда, каждая из которых адсорбирует свой определенный вид полярных групп. Таким образом, алюмосиликаты, органическая составляющая и битум имеют отрицательно заряженную поверхность. Тем не менее, наличие в осадке сточных вод тяжелых металлов обуславливает их общее взаимодействие с помощью катионных мостиков. В результате на границе раздела фаз “битум-ОМП” будут образовываться прочные хемосорбционные и межмолекулярные связи между отдельными частями, что и является теоретическими предпосылками получения прочного органоминерального вяжущего вещества с заданным комплексом свойств.

В третьем разделе приведена характеристика объектов и методов исследований. Используются следующие материалы: осадок сточных вод г. Луганска, щебень и отсев дробления известняка, щебень и отсев дробления гранита, известняковый минеральный порошок, органоминеральный порошок из ОСВ, зола ОСВ (без органической составляющей), кварцевый минеральный порошок, нефтяной битум марки БНД 60/90 Лисичанского НПЗ.

Экспериментальные исследования выполнены по двум направлениям:

1. Изучение свойств органоминерального порошка из осадка сточных вод и его взаимодействие с битумом;

2. Изучение свойств асфальтобетона с использованием органоминерального порошка из осадков сточных вод.

Рентгенофазовый состав ОСВ определяли на установке “ДРОН-3”. Структуру порошков исследовали на растровом электронном микроскопе ISM-M300. Показатели качества минерального порошка определяли в соответствии с ДСТУ Б В.2.7-121-2014. Образцы асфальтобетона изготавливали и испытывали по ДСТУ Б В.2.7-319-2016, ДСТУ Б В.2.7-119-2011. Сдвигоустойчивость асфальтобетона определяли на приборе Маршалла. Коррозионную стойкость оценивали по ДСТУ Б В.2.7-319-2016 для асфальтобетона типа В и Г с крупным заполнителем из гранитного и известнякового щебня. Достоверность полученных результатов оценивалась статистическим анализом с доверительной вероятностью $\varphi(t)=0,95$.

В четвертом разделе приведены результаты исследований свойств ОМП на основе ОСВ и его взаимодействие с битумом.

Химический состав депонированных осадков практически идентичен для разных городов Российской Федерации и Украины (табл. 1).

Минеральная часть ОСВ представлена преимущественно алюмосиликатами (рис. 1, табл. 1, 2), которые характеризуются большой емкостью катионного обмена, высокой адсорбционной способностью и слабокислыми свойствами поверхности.

Таблица 1

Химический состав минеральной части осадков сточных вод

Страна, город	Состав минеральной части, %									Потери при прокаливании, %
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	ΣТМ*	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>Украина</u>										
Луганск	46,3	10,5	6,1	9,3	2,0	0,8	1,8	1,6	0,06	22
Макеевка	35,7	7,3	11,9	13,9	4,3	1,5	2,1	2,0	0,08	22
Донецк	43,8	8,9	12,5	7,2	3,6	1,8	2,4	1,8	0,07	20
<u>Россия</u>										
Новосибирск	56,2	10,4	6,4	6,0	4,5	-	4,5	2,7	0,05	≈10
Омск	54,6	9,6	13,2	6,8	3,4	1,7	-	-	0,06	≈10
Москва	55,3	12,1	7,6	6,5	3,9	1,2	2,2	1,7	0,07	≈10

*Примечание: ТМ – сумма тяжелых металлов: Hg, Pb, Cu, Mn, Ni, Cr, Co, Cd, Zn и др.

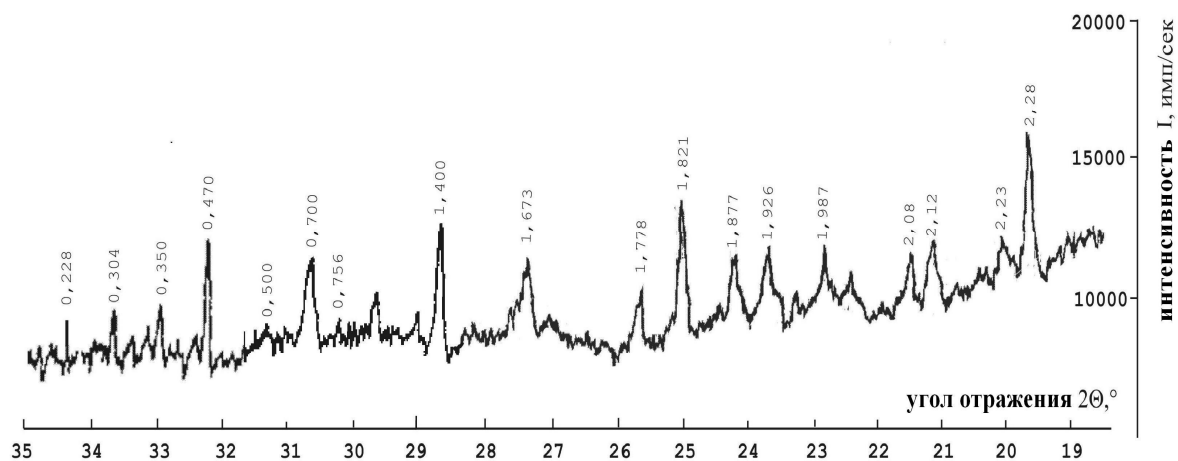


Рис. 1. Рентгенограмма минеральной составляющей ОСВ

Таблица 2

Результаты обработки рентгенограммы

Минерал	Формула	Межплоскостное расстояние, d
Монтмориллонит	$(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Na}) (\text{Al}, \text{Mg})_2 (\text{OH})_2 [(\text{Si}, \text{Al})_{40} \text{O}_{10}] n\text{H}_2\text{O}$	1,40; 0,70; 0,47; 0,35
Кварц	SiO_2	1,87; 2,12; 2,28
Гидрослюда (иллит)	$(\text{Ca}, \text{Mg}) (\text{Mg}, \text{Fe}_{2+}) (\text{OH})_2 [(\text{Si}, \text{Al})_{40} \text{O}_{10}] 4\text{H}_2\text{O}$	1,673; 1,987; 1,821
Каолинит	$\text{Al}_4(\text{OH})_8 [\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	1,877; 1,926; 2,08
Кальцит	CaCO_3	0,28; 0,304; 0,756

Растровая электронная микроскопия дает представление о частицах ОСВ как о землистых агрегатах, что характерно для осадочных горных пород (рис. 2).

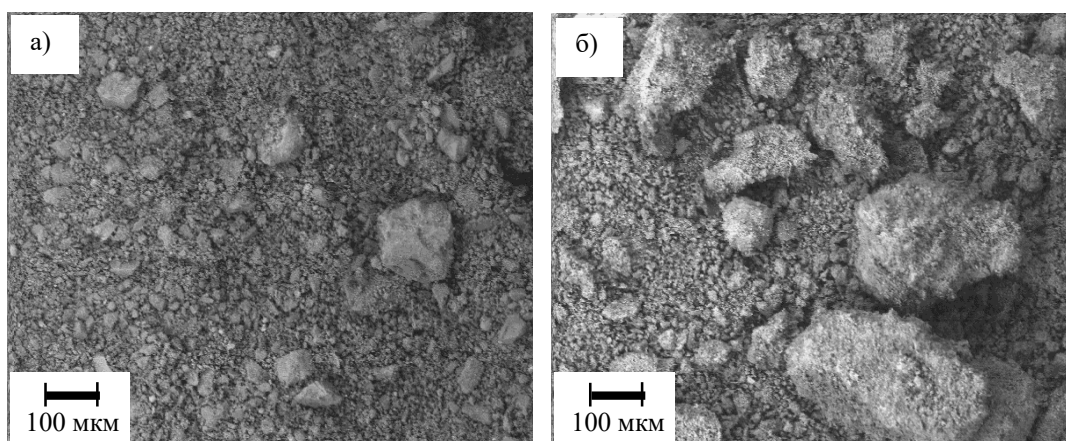


Рис. 2. Микроструктура частиц ОСВ (а) и минерального известнякового порошка (б)

В табл. 3 приведены свойства органоминерального порошка из осадков сточных вод.

Сопоставляя требования к материалам, применяемым в качестве минерального порошка для асфальтобетонных смесей, в сравнении с органоминеральным порошком из ОСВ можно сделать вывод, что по основным нормируемым показателям: зерновому составу, пористости, набуханию образцов из смеси порошка с битумом, показателю битумоемкости, влажности органоминеральный порошок соответствует требованиям ДСТУ Б.В.2.7-121-2014.

Таблица 3

Сравнение органоминерального порошка из ОСВ с нормативными требованиями для минеральных порошков марок I и II

№ п/п	Наименование показателя	Нормы по маркам и ви- дам минерального по- рошка, по требованиям ДСТУ Б.В.2.7-121-2014			Основные показатели производителей ми- нерального порошка		Органоминеральный порошок из ОСВ
		марка I		марка II			
		акти- ви- рован- ный	неакти- ви- ро- ванный	неакти- ви- ро- ванный	Фирма ООО “Алеко” Украина	Россия “Компания Елань”	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Содержание ча- стиц, % по массе: - мельче 0,071 мм - мельче 1,25 мм	80 100	70 100	40 100	70 100	71,3 100	80 100
2	Пористость при уплотнении нагрузкой 40 МПа, % по объему, не более	30	35	40	35	31,6	36,4
3	Набухание об- разцов из смеси минерального порошка с битумом, % по объему, не более	1,5	2,5	3,0	2,5	2,2	2,4
4	Показатель би- тумоемкости, г, не более	50	65	75	-	56,6	59,3
5	Влажность, % по массе, не более	0,5	1,0	2,5	1	0,45	0,5

Температура размягчения асфальтовяжущего вещества, содержащего ОМП из ОСВ выше, чем на известняковом минеральном порошке (рис. 3).

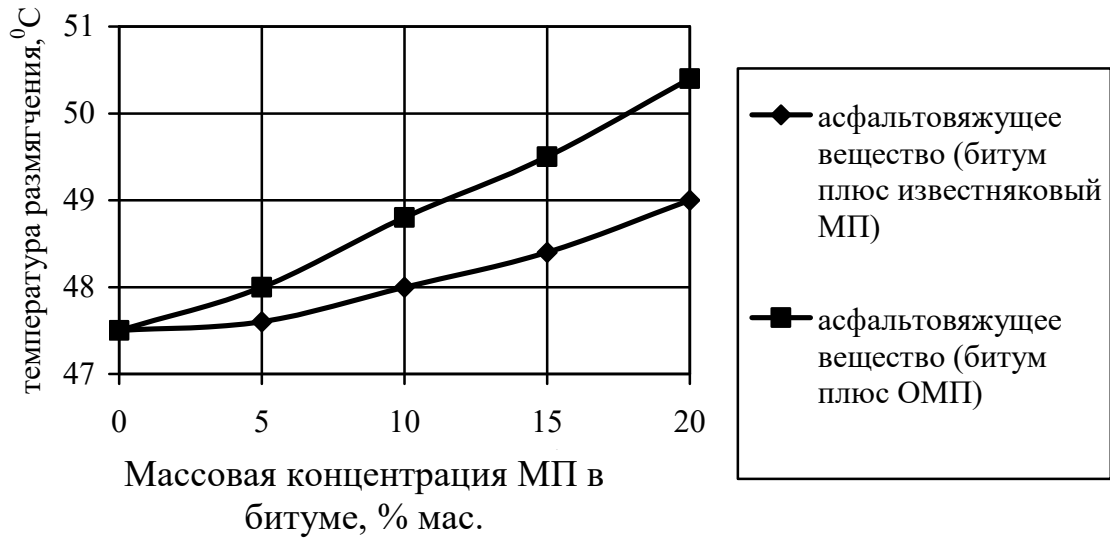


Рис. 3. Зависимость температуры размягчения асфальтовяжущего вещества от массовой концентрации минерального порошка.

Структура и энергетические свойства поверхности ОМП определяют характер сорбционных процессов.

Величина адсорбции битума минеральными порошками из осадка сточных вод, золы из ОСВ и кварцевого песка ниже, чем у известнякового (рис. 4). Характерно, что для ОМП из осадков сточных вод эти показатели значительно выше, чем для других кислых материалов, что характеризует более активное его взаимодействие с битумом.



Рис. 4. Зависимость количества битума, сорбированного на минеральных частицах, от содержания битума в бензольном растворе:

— - первоначальная адсорбция битума на поверхности;
 ----- - после десорбции бензолом.

Показатель сцепления битума с минеральными порошками по методу Колбановской А.С. приведен на рис. 5.

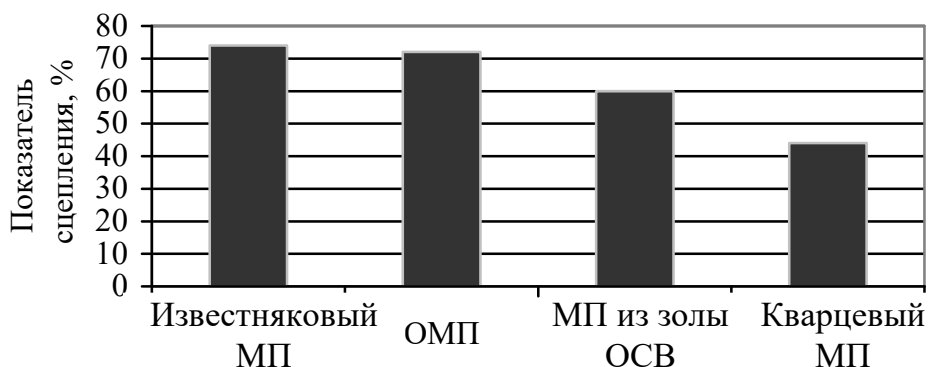


Рис. 5. Показатель сцепления битума с минеральными порошками, определенный весовым методом.

Свойства ОМП предопределяют сорбцию, увеличение трения и повышение вязкости асфальтовяжущего и его структурно-механическую прочность. Структурирующие свойства органоминерального порошка из осадков сточных вод заметно выше, чем у МП из золы ОСВ и, особенно, у кварцевого минерального порошка (рис. 6). Структурирующее действие органоминерального порошка из осадков сточных вод становится заметным уже при 40% мас. содержании его в асфальтовяжущем веществе. Наиболее резкое увеличение пластической прочности асфальтовяжущего с известняковым минеральным порошком наблюдается при его массовой концентрации более 40%. Для органоминерального порошка начальная структурообразующая концентрация составляет более 45%, тогда как для МП из золы ОСВ и кварцевого минерального порошка – более 50%.



Рис. 6. Зависимость предельного напряжения сдвига асфальтовяжущего вещества от вида и содержания минерального порошка:

—◇— Известняковый МП; —◆— ОМП; —□— МП из золы ОСВ; —■— Кварцевый МП.

Это можно объяснить более интенсивным взаимодействием поверхности органоминерального порошка с битумом благодаря свойствам его поверхности, обусловленным более высоким содержанием активных центров, а именно щелочноземельных металлов, наличием примесей алюминия.

Физико-механические свойства асфальтовяжущего позволяют прогнозировать более высокое качество асфальтобетона при использовании минерального порошка из осадка сточных вод.

В пятом разделе выполнено исследование свойств асфальтобетона, содержащего в своем составе органоминеральный порошок.

Для установления оптимальных составов асфальтобетона с ОМП, использован метод экспериментально-статистического моделирования. Графическая интерполяция оптимальных составов и уравнения регрессии приведена на рис. 7.

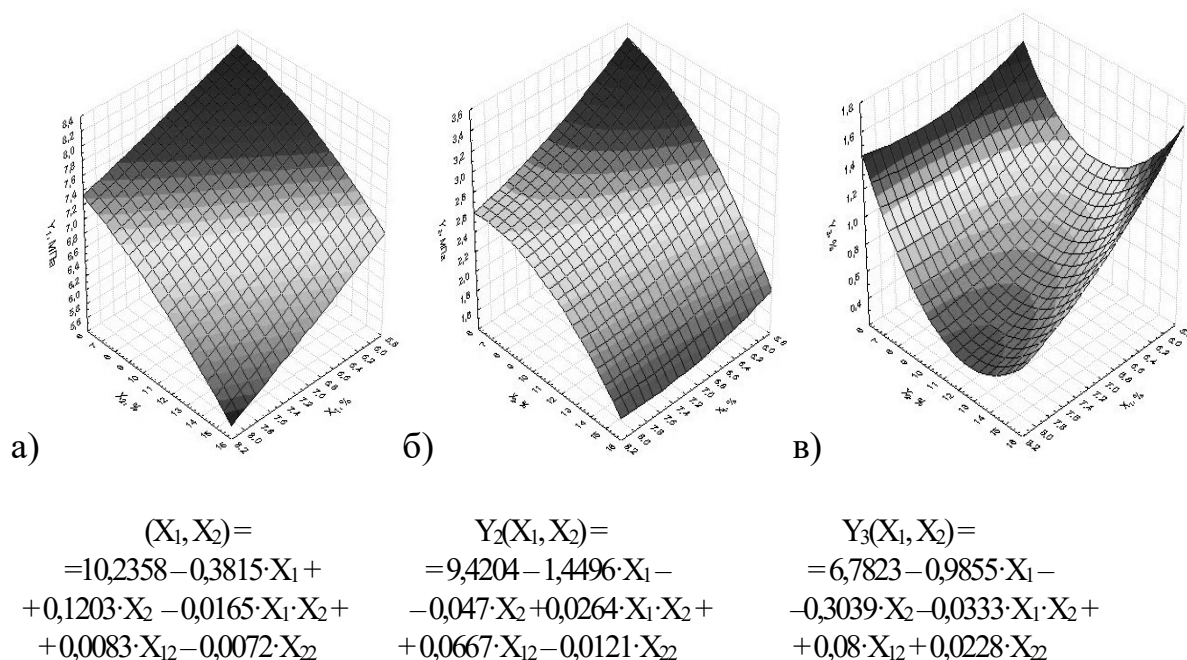


Рис. 7. Зависимость физико-механических свойств асфальтобетона от концентрации битума и органоминерального порошка из ОСВ:

- а) предел прочности при сжатии при 20°C, $R_{20} = Y_1$, МПа;
- б) предел прочности при сжатии при 50°C, $R_{50} = Y_2$, МПа;
- в) водонасыщение, $W = Y_3$, %.

Установлены оптимальные составы асфальтобетона при введении в них МП из ОСВ, когда физико-механические характеристики отвечают требованиям ДСТУ Б В.2.7-119-2011 “Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный. Технические условия” и наибольший эффект достигается при введении ОСВ в пределах 6-8% (табл. 4).

Таблица 4

Физико-механические свойства асфальтобетона с разным содержанием МП

№ п/п	Состав асфальтобетона (плотный, тип В)	Водо- насы- щение, %, по объему	Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре		Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении
			20 ⁰ С	50 ⁰ С	
1	2	3	5	6	8
1	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня - 63%; Органоминеральный порошок – 2%; Битум БНД 60/90 – 5,8%, сверх 100% минеральной части.	1,50	3,1	1,3	0,88
2	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 61%; Органоминеральный порошок – 4%; Битум БНД 60/90 – 6,2%, сверх 100% минеральной части.	1,30	3,4	1,4	0,89
3	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 59%; Органоминеральный порошок – 6%; Битум БНД 60/90 – 6,4%, сверх 100% минеральной части.	1,15	3,8	1,5	0,90
4	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 57%; Органоминеральный порошок – 8%; Битум БНД 60/90 – 6,8%, сверх 100% минеральной части.	1,12	4,1	1,7	0,92
5	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 61%; Известняковый МП – 4%; Битум БНД 60/90 – 6,2%, сверх 100% минеральной части.	1,2	3,8	1,3	0,88
6	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня – 59%; Известняковый МП – 6%; Битум БНД 60/90 – 6,4%, сверх 100% минеральной части.	1,1	4,0	1,4	0,89
7	Щебень – 35%; Песок из отсева дробления щебня - 57%; Известняковый МП – 8%; Битум БНД 60/90 – 6,8%, сверх 100% минеральной части.	1,0	4,2	1,5	0,9
8	Требования ДСТУ Б В.2.7-119-2011 (марка I, верхние слои)	не более 3,5 %	не ме- нее 2,8	не менее 1,4	не менее 0,88

При введении органоминерального порошка из ОСВ в количестве 6-8% возрастает прочность асфальтобетона, снижается водонасыщение.

Сопоставляя влияние ОМП и известнякового МП необходимо отметить, что асфальтобетоны, которые содержат ОМП и известняковый минеральный порошок по прочностным показателям R_{20} практически аналогичны. В то же время порошок из ОСВ повышает значение R_{50} (на 10-15%) в сравнении с известняковым МП (табл. 4).

Комплексные исследования свойств асфальтобетонов с ОМП и известняковым МП выполнены для бетонов типа В и типа Г с использованием минеральных материалов из известняка и гранита. Независимо от вида природы минеральных материалов и типа гранулометрии асфальтобетона следует, что водонасыщение асфальтобетонных образцов с ОМП практически аналогично асфальтобетону на известняковом МП (рис. 8).

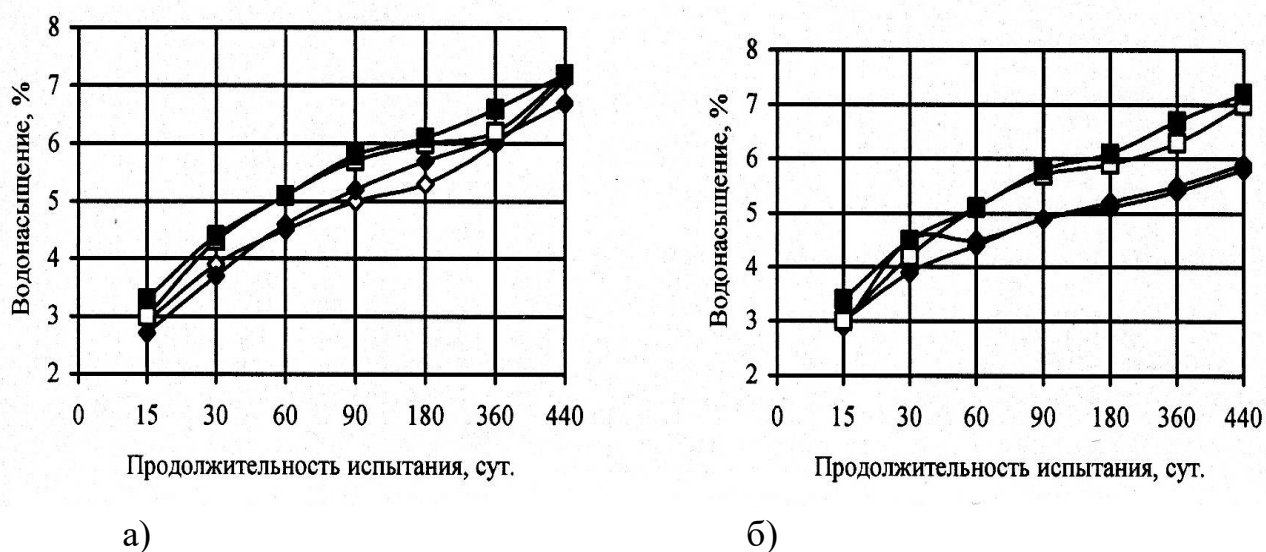
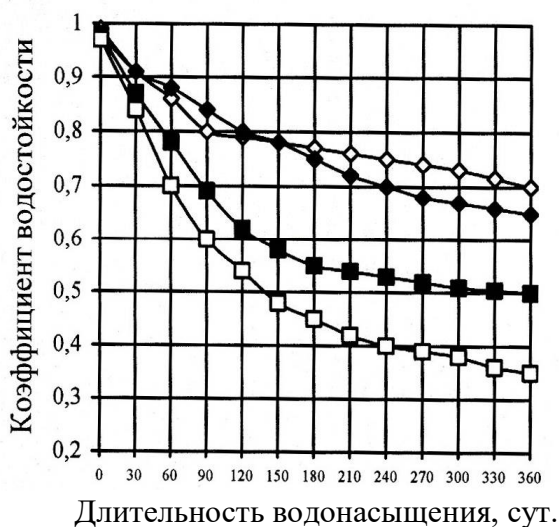


Рис. 8. Зависимость водонасыщения асфальтобетонов типа В (а) и типа Г (б), отличающихся видом минерального порошка, в зависимости от продолжительности испытания:

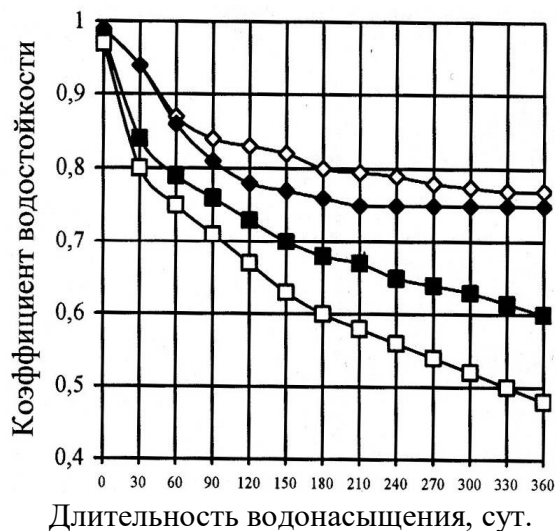
- | | | | |
|-----|-----------------|-----|-----------------|
| —◇— | Известняк и ИМП | —◆— | Известняк и ОМП |
| —□— | Гранит и ИМП | —■— | Гранит и ОМП. |

Кинетика водонасыщения образцов асфальтобетона, содержащего ОМП, свидетельствует о том, что пленки битума на поверхности МП из ОСВ отличаются высокой устойчивостью к отслаиванию при воздействии жидкой среды, что препятствует глубокому проникновению воды в поры и капилляры, а также диффузии воды под битумную пленку.

Коэффициент водостойкости асфальтобетона, содержащего ОМП, для всех типов бетонов близок по значению к асфальтобетонам на известняковых минеральных материалах, но выше, чем для составов на гранитных минеральных материалах (рис. 9).



а)



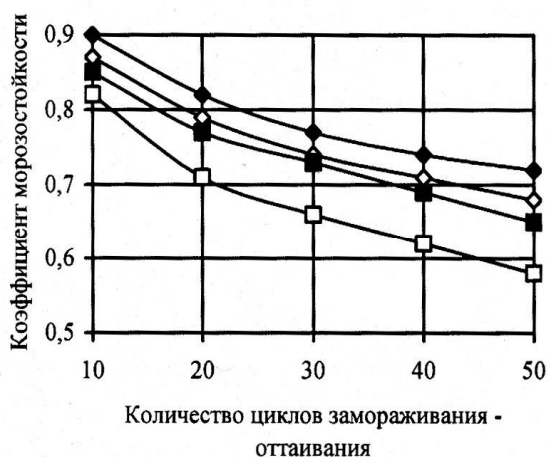
б)

Рис. 9. Зависимость коэффициента водостойкости асфальтобетонов типа В (а) и типа Г (б), отличающихся видом минерального порошка, при длительном водонасыщении:

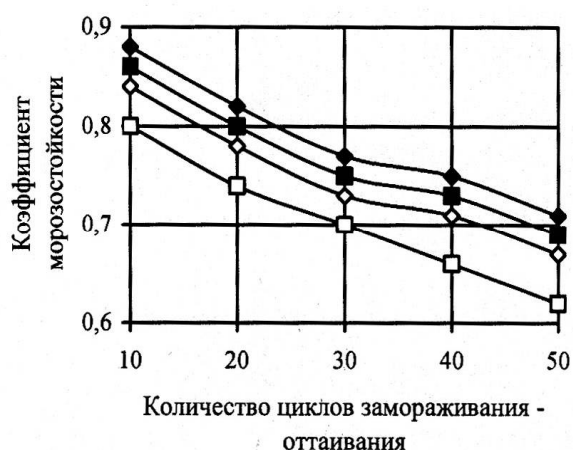
—◇— Известняк и ИМП
—□— Гранит и ИМП

—◆— Известняк и ОМП
—■— Гранит и ОМП.

Морозостойкость образцов асфальтобетона на ОМП аналогична образцам с ИМП на известняковом заполнителе и выше, чем на гранитных заполнителях для бетонов типов В и Г (рис. 10), что обусловлено хемосорбционным взаимодействием на границе раздела фаз “битум – ОМП”.



а)



б)

Рис. 10. Зависимость коэффициента морозостойкости асфальтобетонов типа В (а) и типа Г (б) на различных минеральных порошках от количества циклов замораживания-оттаивания:

—◇— Известняк и ИМП
—□— Гранит и ИМП

—◆— Известняк и ОМП
—■— Гранит и ОМП.

Процессы старения асфальтобетона изучены ультразвуковым методом. Данные рис. 11 показывают, что ОМП не ускоряет процессы старения асфальтобетона, а несколько замедляет их, что является дополнительным подтверждением активного взаимодействия битума с ОМП.

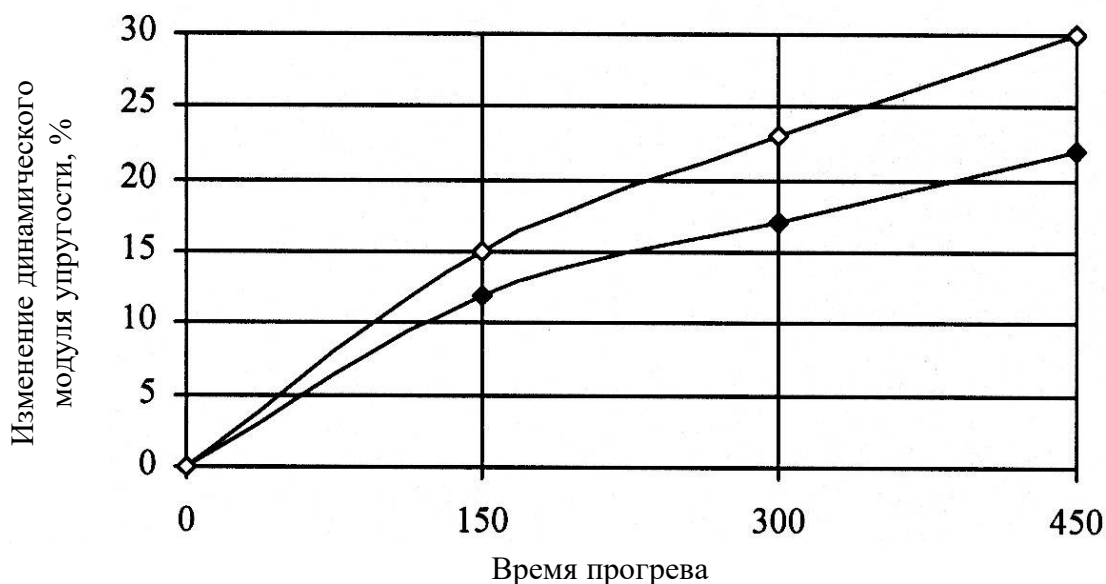


Рис. 11. Зависимость изменения динамического модуля упругости асфальтобетона от времени прогрева при температуре 90°C на различных минеральных порошках: —◆— ОМП; —◇— ИМП.

В шестом разделе приведены результаты производственных испытаний и расчет экономической эффективности применения органоминерального порошка в асфальтобетоне.

Разработаны «Рекомендации по использованию органоминерального порошка из осадка сточных вод для производства дорожных асфальтобетонных смесей».

Экспериментальное внедрение осуществлено при реконструкции автомобильной дороги по улице Малютин (длина 250 м и ширина 6 м) в городе Антрацит. Внедрение осуществлено в сентябре-октябре 2010 г в благоприятных погодных условиях. Объем, уложенной в покрытие асфальтобетонной смеси, составил 110 тонн, в состав которой входило 6,6 тонн подготовленного осадка.

По результатам опытно-промышленного внедрения выполнен расчет экономической эффективности использования органоминеральных порошков из осадка сточных вод в составе асфальтобетонных смесей. Экономический эффект от утилизации осадка сточных вод при производстве одной тонны асфальтобетонной смеси составил 2084,55 руб. Результаты работы используются при подготовке специалистов в ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный

университет имени В.Даля» и ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по направлению 08.03.01 «Строительство» по профилю «Автомобильные дороги» в дисциплинах «Строительные материалы. Спецкурс» и «Физико-химическая механика строительных материалов» в разделах «Асфальтополимербетоны с модифицированной микро-, мезо- и макроструктурой», и «Основы физико-химической механики асфальтобетонов».

ВЫВОДЫ

1. Теоретически и экспериментально показана целесообразность использования техногенного сырья – депонированных осадков сточных вод, количество которых в Украине оценивается в 0,5...1,0 млрд. т., в качестве органоминерального порошка для производства дорожных асфальтобетонных смесей. Установлено, что органоминеральный порошок (ОМП) из осадков сточных вод (ОСВ) представляет собой смесь алюмосиликатных минералов (до 80%) с органическим гуминолигнинным комплексом (до 20%), связанных между собой прочными хемосорбционными связями. ОМП имеет развитую сорбционную поверхность за счет слоистого строения минеральной части и пористости органического вещества. Наличие в сорбированном состоянии на поверхности частиц тяжелых металлов приводит к образованию основных потенциальных центров, способных к активному взаимодействию с анионактивными компонентами органического вяжущего.

2. Теоретически доказано, что химическое взаимодействие на границе раздела фаз “органоминеральный порошок – нефтяной дорожный битум” происходит по типу комплексно-гетерополярных соединений, которые содержат металл как в анионной части молекул, так и в виде способного к диссоциации катиона, что и обеспечивает более высокую адгезию и способность битумной пленки сопротивляться агрессивному воздействию воды и повышенным температурам в сравнении с кислыми материалами (золой и кварцевым минеральным порошком).

3. С использованием метода конической пластометрии показано, что органоминеральный порошок из ОСВ оказывает на битум значительно большее структурирующее влияние, чем минеральные порошки из золы ОСВ и кварцевого песка, что объясняется более интенсивным его взаимодействием с битумом, благодаря структуре и свойствам его поверхности. Сорбированная органика с тяжелыми металлами на поверхности алюмосиликатных частиц органоминерального порошка из осадков сточных вод способствует увеличению активных центров, что позволяет расположить изучаемые порошковые материалы по активности в ряд: известняковый минеральный порошок > органоминеральный порошок > зола ОСВ > кварцевый минеральный порошок.

4. Установлено, что использование ОМП как минерального порошка в асфальтобетонной смеси приводит к обеспечению нормативных значений преде-

ла прочности при сжатии асфальтобетона при температурах 20⁰С и 50⁰С с одновременным снижением прочности при 0⁰С (расширение температурного интервала упруго-вязко-пластического состояния). Это свидетельствует о способности частиц ОМП взаимодействовать с битумом без обеднения его пленок низкомолекулярными фракциями, что приводит к повышению сдвигоустойчивости асфальтобетона при высоких летних температурах и обеспечению трещиностойкости зимой.

5. В результате прочного сцепления сорбированной пленки вяжущего с органоминеральным порошком и поверхностью заполнителя вследствие хемосорбционных процессов на поверхности раздела фаз “ОМП – битум” растет водостойкость при длительном водонасыщении, водонасыщение образцов асфальтобетона с использованием известняка и ОМП через 15 суток водонасыщения ниже на 3...8%, через 90 суток – на 7...12%, через 180 суток на 12...18%, а через 360 суток уже на 20...30% по сравнению с образцами на основе гранита. Коэффициент морозостойкости асфальто-бетона на известняке через 10 циклов замораживания-оттаивания составляет 0,88-0,90, а для асфальтобетона на граните – 0,85-0,86; через 50 циклов – 0,72-0,74 и 0,67-0,69 соответственно. Это позволяет прогнозировать высокую стойкость асфальтобетона, содержащего ОМП, к действию воды и отрицательных температур в покрытии нежесткой дорожной одежды.

6. Процессы старения битума в асфальтобетоне с органоминеральным порошком происходят медленнее, чем с традиционным известняковым минеральным порошком. Коэффициент старения при 120 часах прогрева при температуре прогрева 90⁰С асфальтобетона с использованием органоминерального порошка составляет $K_{ст} = R_{50}^{120} / R_{50}^0 = 1,65$, а для асфальтобетона на известняковом минеральном порошке – $K_{ст} = R_{50}^{120} / R_{50}^0 = 1,7$. Это свидетельствует о более активном взаимодействии битума с поверхностью ОМП с образованием химических связей, блокирующих свободные радикалы вяжущего.

7. Асфальтобетонные смеси, содержащие в своем составе органоминеральный порошок из ОСВ в количестве 110 тонн, внедрены при реконструкции городской улицы Малютина в городе Антрацит Луганской области. Экономический эффект от внедрения 1 тонны асфальтобетонной смеси составил 2084,55 руб. Результаты работы используются при подготовке специалистов в ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени В.Даля» и ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по направлению 08.03.01 «Строительство» по профилю «Автомобильные дороги» в дисциплинах «Строительные материалы. Спецкурс» и «Физико-химическая механика строительных материалов» в разделах «Асфальтополимербетоны с модифицированной микро-, мезо- и макроструктурой», и «Основы физико-химической механики асфальтобетонов».

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

– публикации в специализированных научных изданиях, рекомендованных МОН Украины:

1. Дрозд Г.Я. Осадок сточных вод как модификатор асфальтобетона [Текст] / Г.Я. Дрозд, **И.И. Бизирка** // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – Алчевск: ДонГТУ, 2011. – Вып. 34. – С. 199-205. (*Изучен осадок сточных вод как модификатор асфальтобетона*).

2. Дрозд Г.Я. Органо-минеральный порошок из осадков сточных вод как модификатор асфальтобетона [Текст] / Г.Я. Дрозд, **И.И. Бизирка** // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія “Будівництво”. – Суми: СНАУ, 2011. – Вип. 10. – С. 33-37. (*Исследованы основные физико-механические свойства битума и асфальтобетонов, модифицированных добавками осадков сточных вод и их составляющих*).

3. Дрозд Г.Я. Математическая модель диффузии ионов тяжелых металлов из асфальтобетона [Текст] / Г.Я. Дрозд, М.Ю. Хвортова, **И.И. Бизирка** // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – Алчевск: ДонГТУ, 2012. – Вып. 36. – С. 352-359. (*Разработана математическая модель диффузии ионов тяжелых металлов из асфальтобетона*).

4. Дрозд Г.Я. Физико-химические свойства депонированных осадков сточных вод (илов) с позиции использования их в качестве минерального порошка [Текст] / Г.Я. Дрозд, **И.И. Бизирка** // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – Алчевск: ДонГТУ, 2012. – Вып. 37. – С. 225-230. (*Изучены физико-химические свойства осадков сточных вод*).

5. Дрозд Г.Я. Исследование асфальтового вяжущего с минеральным и органо-минеральным порошком [Текст] / Г.Я. Дрозд, В.В. Рогулин, **И.И. Бизирка**, Джаафар Елаллак // Наукові нотатки. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – Вид. 36. – С. 104-108. (*Изучены физико-химические свойства асфальтовяжущего*).

6. Бизирка И.И. Органо-минеральный порошок как заменитель традиционного минерального порошка для асфальтобетона [Текст] / **И.И. Бизирка** // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – Алчевск: ДонГТУ, 2013. – Вып. 39. – С. 192-196. (*Рассмотрена возможность использования осадков сточных вод в качестве органо-минерального порошка*).

7. Бизирка И.И. Сравнительная характеристика минерального и органо-минерального порошков [Текст] / **И.И. Бизирка** // НАУКОВИЙ ВІСНИК Луганського національного аграрного університету. – Луганськ: ЛНАУ, 2012. – № 47. – С. 221-227. (*Проанализирован вопрос привлечения депонируемых осадков сточных вод в строительную индустрию*).

8. Братчун В.И. Сравнительная характеристика асфальтобетонов на органо-минеральном и известняковом минеральных порошках [Текст] / В.И. Братчун, Г.Я. Дрозд, **И.И. Бизирка** // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – Алчевск: ДонГТУ, 2016. – Вып. 4 (47). – С. 117-121. (*Проведен анализ асфальтобетонов на органо-минеральном и известняковом порошках*).

– публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Дрозд Г.Я. Вовлечение депонированных осадков сточных вод в хозяйственный оборот [Текст] / Г.Я. Дрозд, **И.И. Бизирка** // Ежемесячный научно-технический журнал “Водоснабжение и санитарная техника”. – Москва: ООО “Издательство ВСТ”, 2013. – № 4. – С. 11-17. (*Рассмотрен вопрос размещения осадков сточных вод в окружающей среде путем вовлечения их в хозяйственный оборот в дорожной, строительной и сельскохозяйственной отраслях*).

– публикации по материалам конференций:

1. Дрозд Г.Я. Использование осадков сточных вод (ОСВ) в дорожно-строительной области – способ повышения экологической безопасности окружающей среды [Текст] / Г.Я. Дрозд, **И.И. Бизирка** // Сборник статей. Международная молодежная научная конференция “Планета – наш дом”. – Алчевск: ДонГТУ, 2011. – С. 15-19. (*Рассмотрен вопрос использования осадков сточных вод в дорожно-строительной области*).

2. Дрозд Г.Я. Сравнение влияния минерального порошка и органо-минерального порошка из ОСВ на свойства асфальтового вяжущего [Текст] / Г.Я. Дрозд, **И.И. Бизирка** // Сборник статей. Международная молодежная научная конференция “Планета – наш дом”. – Алчевск: ДонГТУ, 2012. – С. 170-174. (*Приведен сравнительный анализ влияния минерального порошка и органо-минерального порошка из ОСВ на свойства асфальтового вяжущего*).

3. Бизирка И.И. Асфальтобетон с использованием органо-минерального порошка из осадков сточных вод [Текст] / **И.И. Бизирка** // Тезисы докладов. Международная научно-практическая конференция “Актуальные проблемы физико-химического материаловедения”. – Макеевка: ДонНАСА, 2013. – С. 7. (*Проанализирован вопрос об использовании органо-минерального порошка из осадков сточных вод для производства дорожных асфальтобетонных смесей*).

– публикации в других изданиях:

1. Дрозд Г.Я. Органо-минеральный порошок как заменитель традиционного минерального порошка для асфальтобетона [Текст] / Г.Я. Дрозд, **И.И. Бизирка** // Научно-практический журнал “Агротехника и энергообеспечение”. – Орел: ФГБОУ ВПО ОГАУ, 2014. – №4 (4). – С. 100-106. (*Приведен сравнительный анализ физико-механических характеристик минерального порошка и органо-минерального порошка из осадков сточных вод, а так же проанализи-*

рованы исследования асфальтового вяжущего и асфальтобетона с этими добавками).

2. Дрозд Г.Я. Использование осадков сточных вод в экспериментальном дорожном строительстве [Текст] / Г.Я. Дрозд, Р.В. Бреус, В.В. Рогулин, **И.И. Бизирка** // Виробничо-практичний журнал “Водопостачання та водовідведення”. – Київ, 2011. – № 4. – С. 44-47. (*Приведены результаты натурных обследований экспериментальных дорожных покрытий на основе новых составов асфальтобетона с использованием коммунальных отходов – осадков сточных вод (ОСВ)*).

3. Бизирка И.И. Рекомендации по использованию осадков сточных вод в качестве органо-минерального порошка в производстве дорожных асфальтобетонных смесей [Текст] / **И.И. Бизирка** // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира ДАЛЯ. – Луганск: Луганский государственный университет имени Владимира ДАЛЯ. – №2(2), 2016 – С. 168-172. (*Рассмотрены рекомендации по использованию органо-минерального порошка из осадков сточных вод в асфальтобетонных смесях*).

4. Братчун В.И. Адсорбция минеральными порошками битума из бензольных растворов [Текст] / Братчун В.И., **И.И. Бизирка** // Вестник Луганского национального университета имени Владимира ДАЛЯ. – Луганск: Луганский национальный университет имени Владимира ДАЛЯ. - №3(5), Ч. 2, 2017 – С. 65-67. (*Приведены результаты адсорбции минеральными порошками битума из бензольных растворов*).

– патенты, авторские свидетельства:

1. Пат. 84625 Україна, МПК C04B 26/26. Мінеральний порошок для асфальтобетонних сумішей [Текст] / **І.І. Бізірка**, Р.В. Бреус, Г.Я. Дрозд; патентовласник Донбаський державний технічний університет. – № u201305433; заявл. 26.04.2013; опубл. 25.10.2013, Бюл. №20. – 4 с.

АННОТАЦИЯ

Бизирка Ирина Ивановна. Органоминеральный порошок из осадков сточных вод для производства дорожных асфальтобетонных смесей. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – строительные материалы и изделия. Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, 2018 г.

Диссертация посвящена теоретическому и экспериментальному обоснованию получения из осадков сточных вод минерального порошка для производства дорожных асфальтобетонных смесей на основе установления и изучения закономерностей формирования структуры и свойств дорожного асфальтобетона с использованием органоминерального порошка.

Высушенный и диспергированный до тонкости помола минерального порошка асфальтобетонных смесей осадок сточных вод представляет собой сложный комплекс алюмосиликатов, прочно связанных с гуминовыми веществами катионными мостиками из тяжелых металлов. Установлено, что при замене традиционного минерального порошка на органоминеральный порошок асфальтобетон при равных прочностных показателях обладает повышенной сопротивляемостью к пластическим деформациям при высоких эксплуатационных температурах и трещиностойкостью в области низких отрицательных температур, а также имеет низкие значения набухания и водопоглощения.

Применение органоминерального порошка из осадков сточных вод в асфальтобетоне позволяет утилизировать до 200 кг отхода в 1 кубическом метре асфальтобетонной смеси и расширить сырьевую базу минеральных порошков для производства асфальтобетонных смесей путем вовлечения в хозяйственный оборот коммунальных отходов водоочистки.

Асфальтобетонные смеси, содержащие в своем составе органоминеральный порошок из ОСВ в количестве 110 тонн, внедрены при реконструкции городской улицы Малютина в городе Антрацит Луганской области. Экономический эффект от внедрения 1 тонны асфальтобетонной смеси составил 2084,55 руб. Результаты работы используются при подготовке специалистов в ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени В.Даля» и ГОУ ВПО ДНР «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по направлению 08.03.01 «Строительство» по профилю «Автомобильные дороги» в дисциплинах «Строительные материалы. Спецкурс» и «Физико-химическая механика строительных материалов» в разделах «Асфальтополимербетоны с модифицированной микро-, мезо- и макроструктурой», и «Основы физико-химической механики асфальтобетонов».

Ключевые слова: осадок сточных вод, утилизация, минеральный порошок, техногенное сырье, асфальтовяжущее вещество, асфальтобетон.

ANNOTATION

Bizirka Irina. Organic and mineral powder from sediment of sewages for the production of roadways asphalt concrete mixtures. – The manuscript.

Dissertation for a degree of candidate of Technical Sciences on the specialty 05.23.05 - building materials and products. – The Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeyevka, 2018.

The dissertation is devoted to the theoretical and experimental basis of how to get from sediment of sewages mineral powder for a production of roadways asphalt concrete mixtures based on the establishment and study of the conformities to the law of forming of the structure and properties of road asphalt concrete with the use of organic and mineral powder.

Dried and dispersed to the fineness of grinding the mineral powder of asphalt concrete mixtures, the sediment of sewages the present is a difficult complex of of alumsilicat, firmly related to the gumin matters caution bridges from heavy metals. It has been established that when the traditional mineral powder is replaced with an organic and mineral powder, the asphalt concrete has an increased resistance to plastic deformation at high operating temperatures and crack resistance in the region of low negative temperatures, and also has low swelling and water absorption values.

The use of organic and mineral powder from sediment of sewages in asphalt concrete allows to utilization up to 200 kg of waste product in 1 cubic meter of asphalt concrete mixture and to expand the raw material base of mineral powders for the production of asphalt concrete mixtures by involving in the economic circulation of municipal waste water treatment.

Asphalt concrete mixtures containing in their composition an organic and mineral powder from SS in the amount of 110 tons were introduced during the reconstruction of the city street Malyutina in the city of Antratsit, Lugansk region. The economic effect from the introduction of 1 ton of asphalt concrete mixture amounted to 2084,55 rubles. The results of the work are used in the training of specialists at the Lugansk National University named V. Dalya and the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture in the direction 08.03.01 "Construction" along the "Roads" profile in the disciplines "Building Materials . Special course "and" Physic-chemical mechanics of building materials "in the sections" Asphalt-polymer concrete with modified micro-, meso- and macrostructure", and "Fundamentals of physical and chemical mechanics of asphalt concrete ".

Key words: sediment of sewages, utilization, mineral powder, manufacturing raw material, asphalt concrete astringent, asphalt concrete.

АНОТАЦІЯ

Бізірка Ірина Іванівна. Органомінеральний порошок з осадів стічних вод для виробництва дорожніх асфальтобетонних сумішей. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби. Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Макіївка, 2018 р.

Дисертацію присвячено теоретичному і експериментальному обґрунтуванню отримання з осадів стічних вод мінерального порошку для виробництва асфальтобетонної суміші на основі виявлення і вивчення закономірностей формування структури і властивостей асфальтобетону з використанням органіномінерального порошку.

Висушений і диспергований осад стічних вод є органіномінеральним порошком. Мінеральна частина порошку є складним комплексом алюмосилікатів, міцно пов'язаних з гуміновими речовинами катіонними містками з важких ме-

талів. Дослідженнями встановлено, що при заміні традиційного мінерального порошку на органомінеральний порошок асфальтобетон при рівних значеннях міцності показників володіє підвищеною зсувостійкістю при високих експлуатаційних температурах і тріщиностійкістю в області низьких негативних температур, а також має низькі показники набухання і водопоглинання.

Застосування органомінерального порошку з осадів стічних вод в асфальтобетоні дозволяє утилізувати до 200 кг відходу в 1 кубічному метрі асфальтобетонної суміші. Розширює сировинну базу мінеральних порошків для виробництва асфальтобетонних сумішей шляхом залучення до господарського обороту комунальних відходів водоочистки.

Асфальтобетонні суміші, що містять в своєму складі органомінеральний порошок з ОСВ у кількості 110 тонн, впроваджені при реконструкції міської вулиці Малютіна у місті Антрацит Луганської області. Економічний ефект від впровадження 1 тонни асфальтобетонної суміші склав 2084,55 рос. руб. Результати роботи використовуються при підготовці фахівців в ДОУ ВПО ЛНР «Луганський національний університет імені В. Даля» і ДОУ ВПО ДНР «Донбаська національна академія будівництва і архітектури» за напрямом 08.03.01 «Будівництво» за профілем «Автомобільні дороги» в дисциплінах «Будівельні матеріали. Спецкурс» і «Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів» в розділах «Асфальтополімербетони з модифікованою мікро-, мезо- і макроструктурою» і «Основи фізико-хімічної механіки асфальтобетонів».

Ключові слова: осад стічних вод, утилізація, мінеральний порошок, техногенна сировина, асфальтов'язуча речовина, асфальтобетон.