

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА, ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ
им. Н. ИСАНОВА**

**КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Б.Н.ЕЛЬЦИНА**

ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ Д 05.17.553

На правах рукописи
УДК 625.023(575.2)(043.3)

ОСМОНОВА БАКТЫГУЛ ЖАПАРСАДЫКОВНА

**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ
ЗОЛЫ-УНОСА ТЭЦ Г.БИШКЕК ПРИ УСТРОЙСТВЕ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

Специальность 05.23.11 – проектирование и строительство дорог,
метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Бишкек - 2018

Работа выполнена на кафедре «Автомобильные и железные дороги, мосты и тоннели» Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Маданбеков Нуржан Жоломанович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
Киялбаев Абды Киялбаевич

кандидат технических наук, доцент
Каримов Эркинбек Машанович

Ведущая организация: Государственный институт сейсмостойкого
строительства и инженерного
проектирования при ГААС и ЖКХ КР
по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Чокана
Валиханова, 2.

Защита состоится «29» июня 2018 г. в 16-00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.17.553 при Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева 34-б., ауд.1/101, www.ksucta.kg.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева 34-б.

Автореферат разослан «__» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 05.17.553,
к.т.н., доцент

Р.А. Жумабаев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Одной из приоритетных задач в Кыргызской Республике является развитие транспортной инфраструктуры. Эксплуатация асфальтобетонных покрытий в условиях агрессивного воздействия внешних факторов и непрерывного роста количества транспортных средств приводит к образованию различных дефектов и как следствие, к преждевременным деформациям и разрушению автомобильных дорог. Первоначально построенные и запроектированные с учетом значительно меньших нагрузок не превышающих разрешительного стандарта дорожные одежды, в современных условиях эксплуатации стремительно снижают такие качества дороги как, прочность, ровность и долговечность, перестают удовлетворять требованиям комфортного и безопасного движения. Немалую роль в снижении сроков службы дорожных покрытий играют невысокое качество и низкие эксплуатационные показатели дорожно-строительных материалов, несоответствие структуры и свойств асфальтобетона условиям его работы в покрытии.

Для обеспечения прочности и надежной эксплуатации автомобильной дороги необходимым условием является введение в асфальтобетонную смесь минерального порошка, свойства которого должны благотворно влиять на взаимодействие битумом.

В связи с отсутствием сырьевой базы дефицитного и дорогостоящего известнякового минерального порошка дорожные организации вынуждены искать альтернативное сырье в виде вторичных продуктов и отходов промышленного производства.

В Кыргызской Республике имеются отходы производства, накопившиеся в отвалах и загрязняющие окружающую среду. Одним из таких отходов является зола-уноса (ЗУ) ТЭЦ г. Бишкек объемом более 450 тыс. тонн, которая может служить активным микронаполнителем в производстве асфальтобетона.

Поэтому задача расширения номенклатуры минерального порошка для асфальтобетона за счет использования недорогих отходов – ЗУ ТЭЦ, способствующей высокой работоспособности дорожного покрытия в конкретных дорожно-климатических условиях, подчеркивает актуальность данного направления исследований.

Связь темы диссертации с государственными и научными программами. Работа является инициативной.

Цель исследования - разработка технологии применения минерального порошка из вторичных продуктов производства для устройства асфальтобетонных покрытий.

Задачи исследования:

- изучение состава и свойств золы-уноса с целью их использования в качестве минерального порошка для асфальтобетонной смеси;

- теоретическое обоснование возможности применения золы-уноса в качестве минерального порошка в составе асфальтобетонной смеси;
- разработка и подбор составов асфальтобетонных смесей с использованием золы-уноса с последующим изучением физико-механических характеристик асфальтобетонных покрытий;
- разработка методики математического планирования эксперимента при оптимизации состава асфальтобетонных смесей.

Научная новизна полученных результатов состоит:

- в экспериментально-теоретическом обосновании и подтверждении возможности использования золы-уноса в качестве минерального порошка для приготовления асфальтобетонных смесей;
- в установлении зависимости изменения физико-механических показателей асфальтобетона от количества применяемых материалов, заключающийся в повышении качества композита при использовании рационального содержания исследуемого наполнителя и органического вяжущего;
- в установлении оптимального состава асфальтобетона с применением золы-уноса в количестве 3%, способствующее повышению прочностных характеристик асфальтобетона;
- в разработке методики математического планирования эксперимента при оптимизации состава асфальтобетонных смесей.

Практическая значимость полученных результатов:

На основании теоретических и экспериментальных исследований разработаны оптимальные составы и технология приготовления горячих асфальтобетонных смесей на плотном заполнителе минеральном порошке из золы-уноса с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, что позволило расширить сырьевую базу минеральных порошков.

Выявлено, что асфальтобетон на основе исследуемого минерального порошка обладает более высокой релаксационной способностью при перепадах температур, что позволит снизить вероятность накопления остаточных деформаций, а, следовательно, увеличить срок службы покрытия автомобильных дорог.

Установлено, что с использованием золы-уноса, являющегося отходом местного производства, решается немаловажный вопрос – защита окружающей среды от загрязнения данного вида отхода.

Экономическая значимость полученных результатов.

Расчетный экономический эффект от снижения себестоимости укладки асфальтобетонного материала с применением золы-уноса за 1 км дороги составляет 68400 сом.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- результаты теоретических и экспериментальных исследований технологии применения золы-уноса ТЭЦ в качестве минерального порошка при производстве асфальтобетона;
- зависимости показателей от количества применяемых материалов при подборе состава асфальтобетонных смесей с использованием золы-уноса;
- рациональный состав асфальтобетона с применением золы-уноса в качестве структурирующих добавок, и технология его приготовления;
- методика математического планирования эксперимента оптимизации состава;
- технико-экономическое обоснование эффективности использования золы-уноса в качестве минерального порошка для асфальтобетона.

Личный вклад автора:

Личный вклад автора состоит в разработке оптимального состава и технологии приготовления асфальтобетона по системе «зола–уноса–битум–минеральные материалы», взятых в определенных соотношениях. Автор является организатором и соисполнителем работ, связанных с обработкой и отбором проб и подготовкой их к анализам.

Обработка полученных данных, выявление закономерностей, подготовка документации для практической реализации полученных результатов, разработка основных положений, выводов и рекомендаций по научным исследованиям выполнены непосредственно автором.

Реализация работы. На АБЗ «ПЛУАД №1» г.Токмок была выпущена опытно-промышленная партия дорожной горячей асфальтобетонной смеси на битуме марки БНД 60/90 с наполнителем из золы-уноса (содержание золы-уноса в наполнителе – 3% по объему).

Опытно-промышленная партия горячей асфальтобетонной смеси с применением золы-уноса была использована на автомобильной дороге с протяженностью более 150 м. по улице Московской в селе Новопокровка Чуйской области. С момента укладки на протяжении 3 лет эксплуатации покрытия находятся в хорошем состоянии, на них отсутствует колейность и разрушения, не смотря с достаточной высокой интенсивностью движения.

Результаты работы используются в учебном процессе при изучении разделов по технологии строительства автомобильных покрытий.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на научно-практических конференциях и получили одобрение: на научно-практических конференциях Кыргызского горно-металлургического института им. академика У.Асаналиева (2000-2006г.г.); на международной научно-практической конференции Кыргызского государственного технического университета им.И.Раззакова «Наука и инженерное образование – ключ к процветанию Кыргызстана» (2007 г.), на международной конференции Инженерной академии Кыргызской Республики «Наука, техника и новая технология» (2010г.); на международной научно-практической конференции Кыргызского государственного

университета строительства, транспорта и архитектуры им.Н.Исанова «Инновации в области строительства транспортных сооружений: становление, проблемы, перспективы» (2016 г.).

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. По материалам диссертации опубликовано 17 научных работ, из них 9 статей опубликованы в научных изданиях РИНЦ, в том числе 2 в зарубежных журналах. Получен патент №2003 КР от 30.11.2017 г.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, четырех глав основного текста с изложением результатов исследований, основных выводов, приложений. Объем диссертации составляет 150 страниц, в том числе 52 таблиц и 27 иллюстраций, библиография содержит 158 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации дано обоснование актуальности темы, сформулированы цели и задачи исследований, характеризуется научная новизна и практическая ценность полученных результатов, приведены данные о структуре и объеме диссертации.

Первая глава посвящена обзору и анализу существующих теоретических и экспериментальных исследований по использованию минеральных порошков в структурообразовании асфальтобетона и битумоминеральных смесей, опыта применения золошлаковых материалов в дорожном строительстве, а также характеристикам золы-уноса с учетом их воздействия на окружающую среду.

Опыт строительства и эксплуатации дорожных покрытий подтвердили, что основными требованиями, предъявляемыми к покрытиям из асфальтобетона, являются плотность, прочность, а также износостойкость. Эти характеристики необходимо учитывать для объективной оценки стойкости и долговечности асфальтобетона, повышения качества и продления срока службы покрытий в различных эксплуатационных условиях, в частности в условиях, резко континентального климата Кыргызской Республики.

Исследование новых видов минеральных порошков имеет большое теоретическое и практическое значение, так как свойство этих материалов придают новые особенности органоминеральному композиту. Решением данной проблемы является использование некондиционного материала, предполагая возможность частичной или полной замены традиционных составляющих асфальтобетонной смеси, путем применения вторичных продуктов и отходов промышленности.

Исследованиями Н.В.Михайлова, П.А.Ребиндера, И.А.Рыбьева, М.И.Волкова, И.М.Борща, Н.В.Горелышева, В.М.Смирнова и В.А.Золотарева установлено, что при определенном соотношении битум – минеральный порошок достигается наивысшая прочность структурированной дисперсной системы, образуемой этими материалами.

В практике дорожного строительства известно проведение ряда исследований по изучению возможности применения золошлаковых отходов в

качестве минерального порошка в составе асфальтобетонной смеси. Научные основы практического использования топливных зол и шлаков внесли исследования крупных советских ученых, как В.В.Суровцев, М.А.Бахмутова, С.А.Бернштейн и Д.И. Латыш, Л.С.Коган, Ю.М.Бутт, Г.М.Рушук, Е.Г. Егерев, Л.Я.Гольдштейн, В.Н.Манцутова, Г.М. Сиверцев, П.П.Будников, Н.В. Юнг, А.В.Волженский и др. Также значительный вклад в решении рассматриваемого вопроса внесли отечественные ученые как Джороев Т.Дж., Ильин А.Н., Караханиди С.Г., Абеков Т.У., Сартбаев М.К., Сыдыков Т.С., что остаются до сих пор актуальными и не до конца изученными.

Так, как с точки зрения доступности, экономичности и эффективности наиболее перспективным является золы-уноса ТЭЦ, систематизация которых по составу, дисперсности, состоянию поверхности и активности по отношению к битуму позволяет разработать рациональные составы для асфальтобетона.

В связи с этим необходимо изучить физико-механические свойства минерального порошка из золы-уноса ТЭЦ и разработать рациональный состав асфальтобетона с учетом изучения прочностных и сдвигоустойчивых характеристик получаемого органоминерального материала в целом.

Во второй главе приведены результаты теоретической обоснованности применения минерального порошка из техногенного сырья, методика проведения экспериментальных исследований и физико-механические характеристики применяемых материалов для приготовления асфальтобетонной смеси с применением золы-уноса.

Благодаря высокоразвитой поверхности, адсорбирующей значительную часть битума, минеральный порошок является составной частью асфальтового вяжущего и оказывает большое влияние на реологические особенности асфальтобетона.

Известно что, понятие о вязкоупругом материале на основе битума появился достаточно давно. Теорию о вязкоупругом материале впервые ввел великий физик Дж.К.Максвелл, сущность которого заключается в том, что битум при кратковременном приложении нагрузки ведет себя как упругое тело, а при длительной постоянной нагрузке – как вязкая жидкость.

Исследование этих свойств асфальтобетона относятся к группе колебательных измерений, которое дает возможность прогнозировать устойчивости асфальтобетона к колееобразованию, противостоящую к усталости повторным транспортным нагрузкам. Измерения деформации дорожного полотна зависит от напряжения сдвига, т.е. времени гармонических колебаний синусоидальной формы (рис.1).

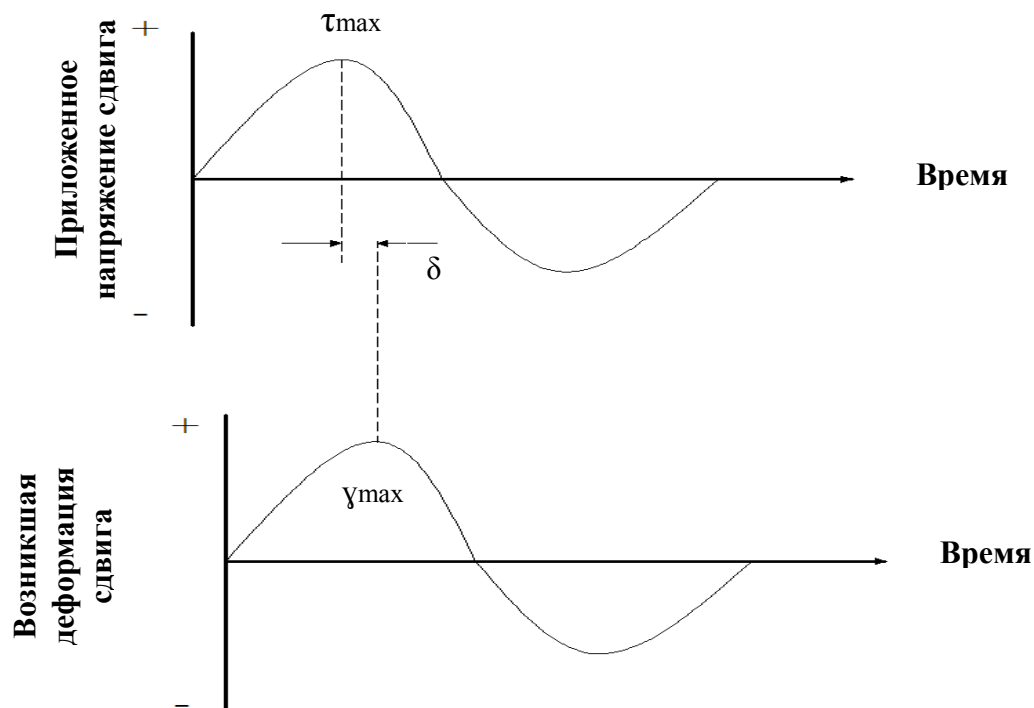


Рис.1. Кривые приложенных напряжений сдвига и возникающих деформаций

Основными величинами измерения для оценки вязкоупругих свойств, являются деформация - γ круговая частота измерений - ω , амплитуда напряжений сдвига - τ и угол сдвига - δ между деформацией и напряжением сдвига.

Параметры асфальтобетона рассчитываются на основании полученной кривой (рис.2.):

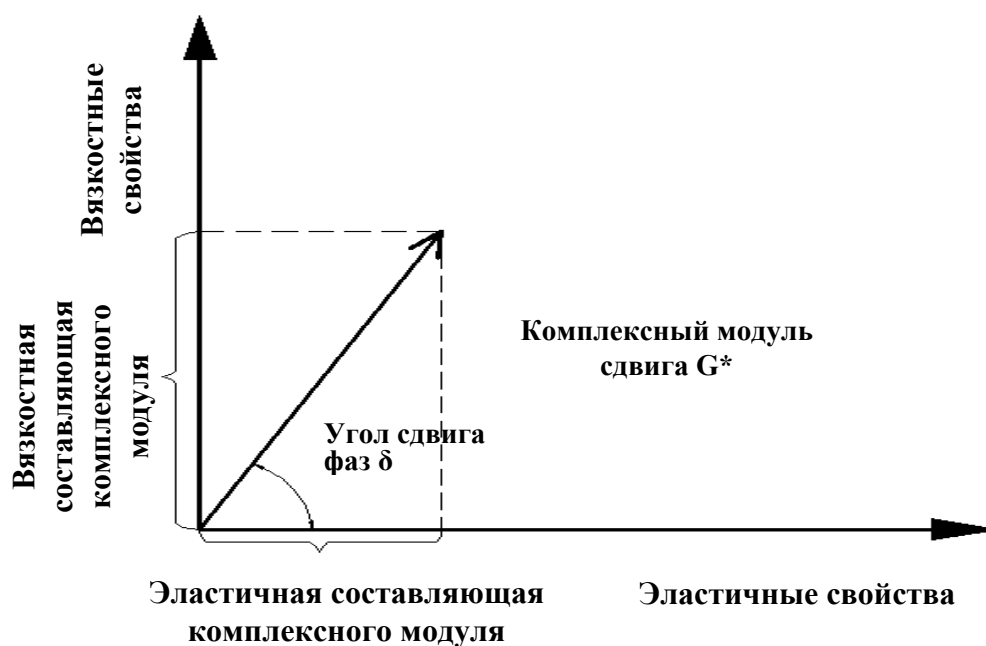


Рис.2. Схема-интерпретация комплексного модуля сдвига

- комплексный модуль, G^* (параметр колееобразования) $G^* = \frac{\tau_{max}}{\gamma_{max}}$;
- модуль накопления – эластичная составляющая комплексного модуля G' :

$$G' = G^* \times \cos \delta;$$
- модуль потерь – вязкостная составляющая комплексного модуля G'' :

$$G'' = G^* \times \sin \delta;$$
- комплексная вязкость, η^* :

$$\eta^* = \frac{G^*}{\omega};$$
- действительная часть вязкости (деформационная вязкость), η' :

$$\eta' = \eta^* \times \sin \delta;$$
- мнимая часть вязкости (остаточная вязкость) η'' :

$$\eta'' = \eta^* \times \cos \delta.$$

Вязкость материала определяется от угла сдвига фаз. Чем больше угол сдвига фаз (δ), тем более вязким считается материал. Предельные значения чисто упругого материала $\delta = 0^\circ$, чисто вязкого материала $\delta = 90^\circ$.

Таким образом, изучение реологического свойства битума с использованием техногенного сырья в виде золы-уноса с требуемой концентрацией в составе смеси позволяет сделать вывод о том, что зола-уноса является эффективной добавкой способствующее сохранению упруго-вязко-пластических свойств битума в асфальтобетоне, моделируя условия работы покрытия в летний период времени.

В данной работе для приготовления требуемых асфальтобетонных смесей применялись стандартные минеральные материалы и органические вяжущие, широко используемые в дорожном строительстве.

В качестве объекта исследования как минерального порошка в составе асфальтобетона вступала зола-уноса ТЭЦ г. Бишкек. Физико-механические характеристики золы-уноса определено в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52129–2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей». Для сравнительного анализа исследуемого отхода топливно-энергетической промышленности использовался пыль от дробления минерального материала Токмоковского АБЗ.

Зола-уноса является одним из многотоннажных продуктов ТЭЦ, образующийся при сжигании топлива, который выносится дымовыми газами из топки котла и улавливается золоуловителями. Она представляет собой тонкодисперсный материал из частиц размером 3-315 мкм., порошок серого, темно-серого цвета, с бурым оттенком близкий к цвету цемента, объемный вес которого колеблется в пределах 0,7-1,2 г/см³.

Химический состав золы-уноса ТЭЦ г. Бишкек, определенный методом рентгено-спектрального микроанализа в центральной лаборатории Министерства природных ресурсов КР представлен следующими элементами (табл. 1).

Таблица 1 – Рентгено-спектральный анализ золы-уноса Бишкекской ТЭЦ, %

Содержание окислов в процентах												
SiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	п.п.п	SO ₃	P ₂ O ₅
45,00	1,08	4,80	1,30	0,20	28,80	3,80	0,90	0,90	0,80	9,00	0,25	0,65

Из таблицы видно, что зола-уноса в основном состоит из SiO₂ и Al₂O₃ присутствующее главным образом в виде двухвалентного и трехвалентного оксида, содержание CaO не превышает 5 %. Отечественная и зарубежная практика отдает предпочтение использованию низкокальциевых зол, образующихся при сжигании на ТЭЦ каменного угля.

Эти золы менее гидравлически активны, чем высококальциевые, они имеют относительно более стабильный и однородный химический и зерновой состав и не оказывают отрицательного влияния на равномерность изменения объема смешанного вяжущего вещества. На рис. 3. представлены микроскопические фотографии угля (а) и золошлаковых отходов (б) Бишкекской ТЭЦ.

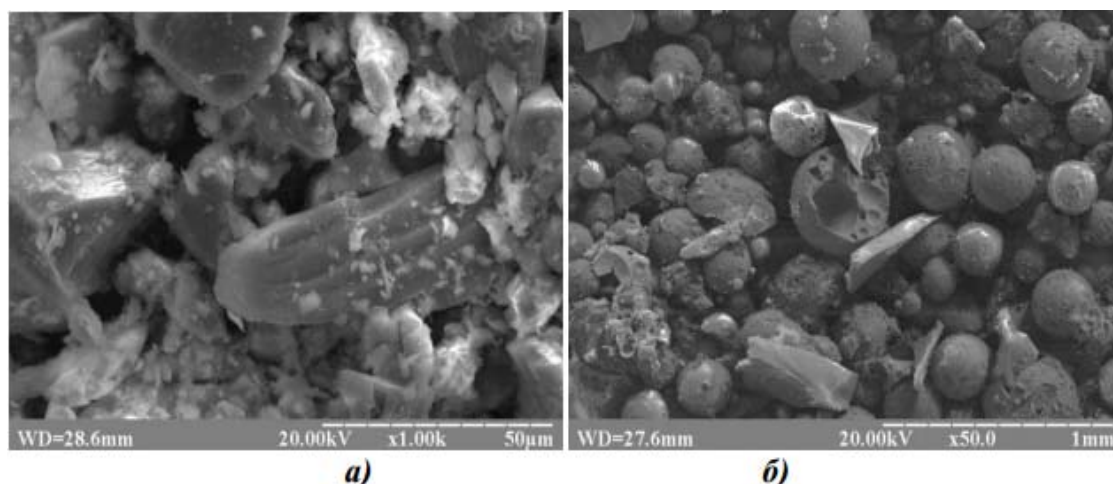


Рис. 3. Микроскопические фотографии угля (а) и золошлаковых отходов (б) Бишкекской ТЭЦ

Как показывает рисунок, частички золы под электронным микроскопом представляют собой шарообразные агрегаты (рис.1.б), содержит хорошую сферическую форму, имеющую развитую поверхность, содержанием углерода в составе, а также высокой пористостью. Поверхность шероховатая, по окружности имеются многочисленные выступы и впадины, благодаря которым частицы иногда слипаются в довольно компактные агрегаты. Элементный состав таких частиц характеризуется высоким содержанием углерода, и представляют несгоревшую часть органического топлива.

Присутствие в исследуемом материале частиц с высоким содержанием углерода лишь положительно повлияет на взаимодействие битума с золами-уноса. Это явление происходит: во-первых - из-за значительного содержания родственного битуму углерода, позволяющего образовать прочные связи в

структуре золобитумного вяжущего; во-вторых, позволяет интенсифицировать адсорбционные процессы битума, структурируя его в большей степени.

Лабораторные исследования свойств асфальтобетонных смесей с применением золы-уноса проведены в испытательной лаборатории Проектного института «Кыргыздортранспроект». Проверка соответствия показателей физико-механических свойств минерального наполнителя стандартным требованиям осуществлялась по методике AASHTO (Американская ассоциация руководителей дорожных и транспортных служб штатов).

Проведенные в лабораторных условиях анализы гранулометрического состава золы-уноса и минеральных материалов показаны в табл. 2 и 3.

Таблица 2 – Гранулометрический состав золы-уноса

Номер пробы	Дата отбора пробы	Место отбора	Гранулометрический состав, процент прохождения										Удельный вес, г/см3	Объемный вес, г/см3
			размер сит в мм											
			14	10	6,3	4	2,0	1,0	0,425	0,300	0,150	0.075		
1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4-1	27.11.2013г	ТЭЦ г.Бишкек	100	100	100	100	100	100	100	99,7	91,6	76,1		
4-2	27.11.2013г	ТЭЦ г.Бишкек	100	100	100	100	100	100	100	99,5	90,7	70,0		
4-3	27.11.2013г	ТЭЦ г.Бишкек	100	100	100	100	100	100	100	100	92,7	77,1		
Ср.			100	100	100	100	100	100	100	99,7	91,7	74,4	2,172	2,172

Таблица 3 – Смешанный гранулометрический состав минеральных материалов

Размер диаметра сита (мм)	12 %		33 %		52 %		3 %	
	Щебень 20-10мм	Проц. сод-е	Щебень 10-5мм	Проц. сод-е	Пыль от дробл. 5-0мм	Проц. сод-е	Наполнитель	Проц. сод-е
28,0	100,0	12,0	100,0	33,0	100,0	52,0	100,0	3,0
20,0	98,7	11,8	100,0	33,0	100,0	52,0	100,0	3,0
14,0	26,6	3,2	100,0	33,0	100,0	52,0	100,0	3,0
10,0	1,1	0,1	76,1	25,1	100,0	52,0	100,0	3,0
6,3	0,1	0,0	22,4	7,4	99,1	51,5	100,0	3,0
4,0	0,1	0,0	2,0	0,7	97,5	50,7	100,0	3,0
2,0	0,1	0,0	0,7	0,2	71,5	37,2	100,0	3,0
1,0	0,1	0,0	0,7	0,2	55,9	29,1	100,0	3,0
0,425	0,1	0,0	0,7	0,2	29,7	15,4	99,6	3,0
0,300	0,1	0,0	0,7	0,2	24,5	12,7	99,1	3,0
0,150	0,1	0,0	0,7	0,2	14,7	7,6	91,8	2,8
0,075	0,1	0,0	0,4	0,1	11,6	6,0	75,0	2,3
дно	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Размер диаметра сита (мм)	Среднее	Мин. предел	Макс. предел	% Микс дизайна
	Спецификация			
28,0	100,0	100	100	100,0
20,0	100,0	100	100	99,8
14,0	95,0	90	100	91,2
10,0	80,0	70	90	80,2
6,3	65,0	55	75	61,9
4,0	52,5	42	63	54,4
2,0	38,0	33	43	40,4
1,0	30,5	23	38	32,3
0,425	19,5	14	25	18,7
0,300	17,0	12	22	16,0
0,150	12,0	8	16	10,6
0,075	7,5	5	10	8,4
дно				

В таблицах видно, что применяемые материалы отвечают требованиям: зола-уноса по гранулометрическому составу соответствует требованиям спецификаций (подпункт 5.5.1.1. ААSНТО), щебень относится к 1-классу прочности и пригоден для приготовления асфальтобетонных смесей Типа Б, применяемых для устройства верхнего слоя покрытия автомобильных дорог I, II, III технической категорий.

В качестве вяжущего материала применялся битум нефтяной дорожный Токмоковского асфальтобетонного завода марки БНД 60/90, соответствующий требованиям ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие».

В результате проведения испытаний получены данные, с использованием которых построены диаграммы (рис.4) и проанализированы характер изменения кривых в зависимости от температуры изменения концентрации золы-уноса в составе асфальтобетонной смеси.

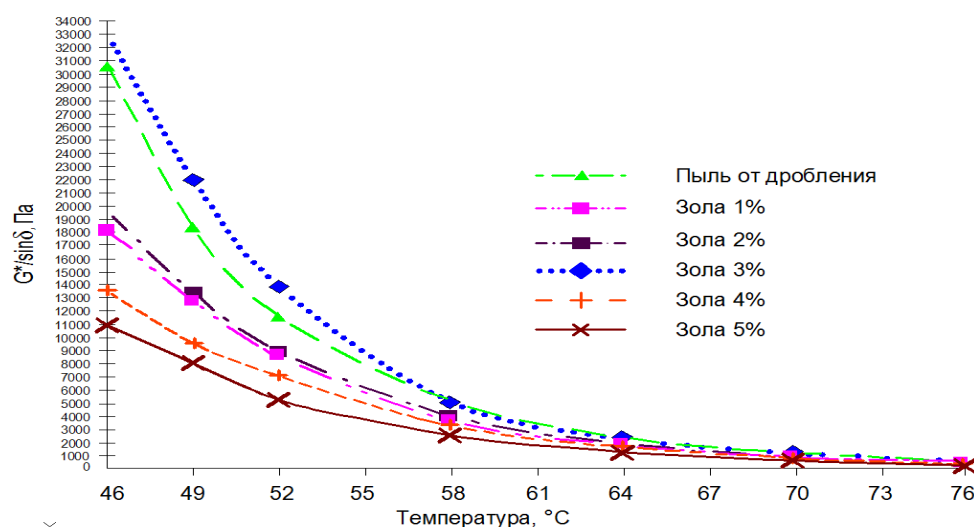


Рис. 4. Диаграмма показателей устойчивости асфальтобетона к колееобразованию с применением минерального порошка из золы-уноса

В общем виде кривые имеют следующий характер: с повышением температуры снижается способность вяжущего сопротивляться напряжению сдвига. Однако состав и свойства, используемого золы-уноса в качестве минерального порошка оказывает влияние на величину параметра устойчивости покрытия к колееобразованию при разных температурах.

При этом зола-уноса в количестве 3 % имеет высокие показатели по сравнению с остальными концентрациями, что соответствует спецификациям AASHTO п.5.6, табл. 5.6.2.1/2 и ГОСТ 9128-2009.

Приготовленный по требованию состав асфальтобетонной смеси для верхнего слоя покрытия с золой-уноса представлен следующими соотношениями:

- щебень фракций 20-10 мм – **12%**;
- щебень фракций 10-5 мм – **33%**;
- пыль от дробления 5-0 мм – **52%**;
- зола-уноса ТЭЦ – **3%**;
- битум марки БНД 60/90, равном – **5,7%**.

В работе подбор состава минеральной части асфальтобетонной смеси определен по предельным кривым зерновых составов. Смесь щебня, с пылью от дробления и минерального порошка подбирались таким образом, чтобы кривая зернового состава расположилась в зоне, ограниченной предельными кривыми, и была по возможности плавной, без резких переломов. Фракционный состав минеральной смеси рассчитывался в зависимости от содержания выбранных компонентов и их зерновых составов. Кривая данного гранулометрического состава входит в пределы рекомендуемого гранулометрического состава. Кривые построенные по методике AASHTO представлены на рис.5.

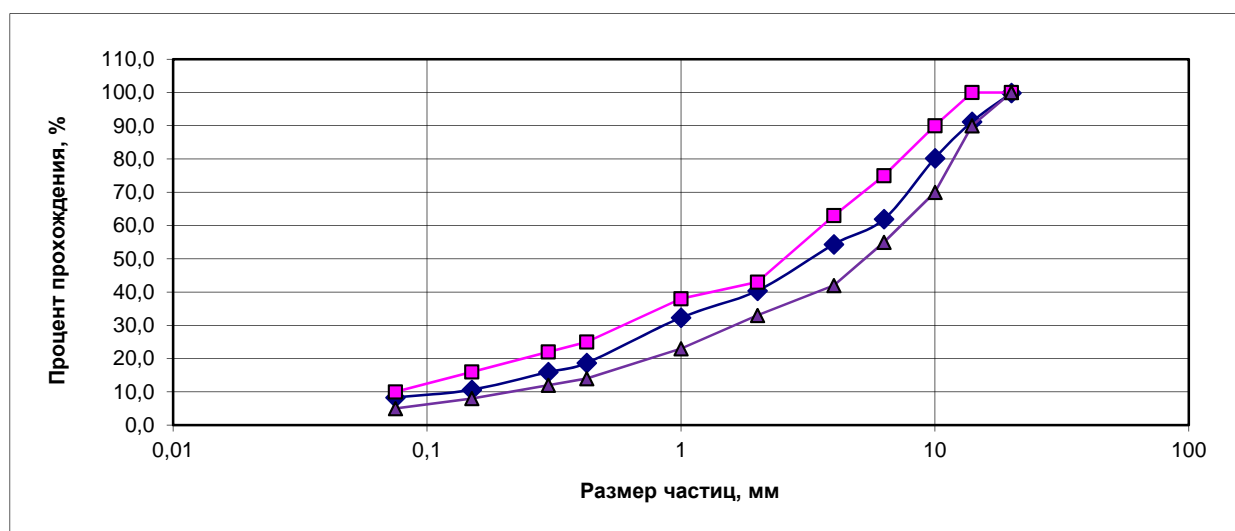


Рис.5. Предельная кривая зерновых составов:

- - верхний предел;
- ◆ - получаемая смесь;
- ▲ - нижний предел.

Сравнительные лабораторные показатели испытания на устойчивость Маршалла проекта асфальтобетонной смеси с минеральными порошками пылью от дробления и с золой-уноса приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Сравнительные результаты основных показателей асфальтобетонной смеси для верхнего слоя покрытия

Описание	Спецификации	Проект смеси	
		с пылью от дробления	с золой-уноса
Плотность по Маршаллу (г/см ³)		2,331	2,450
Прочность (Н)	9000 (мин)	9719	10120
Текучесть (мм)	2-4мм	3,6	2,8
Воздушные поры (%)	3-5 %	4,1	4,0
Объем пор в минеральном агрегате(%)	13 (мин)	13,2	15,0
Объем пор заполненных битумом (%)	65-75 (мин)	70	73
Содержание битума (%)		5.7*	5.7*
Пропорции смещения минеральных агрегатов	10-20 мм	12 %	12 %
	5-10 мм	33 %	33 %
	0-5мм наполнители	52 %	52 %
		3 %	3 %

Примечание: * С учетом допусков технических спецификаций предельные колебания содержания битума в асфальтобетонной смеси при выпуске с АБЗ могут колебаться в пределах 5.5-5.9% ($5,7 \pm 0,2$)

Как видно из приведенных в таблице данных, асфальтобетонная смесь с применением золы-уноса характеризуется высокими прочностными показателями во всем температурном диапазоне, пониженной температурной чувствительностью, устойчивостью к сдвиговым деформациям, повышенной длительной водостойкостью.

На основании анализа результатов представленных в таблице 4 установлено, что сравнительные результаты Проекта асфальтобетонной смеси с пылью от дробления и с золой-уноса соответствуют требованиям спецификации для смесей Тип I, верхний слой, фракции 0-14 мм. На основании результатов лабораторных испытаний (табл.4), построены кривые (рис.6: а,б).

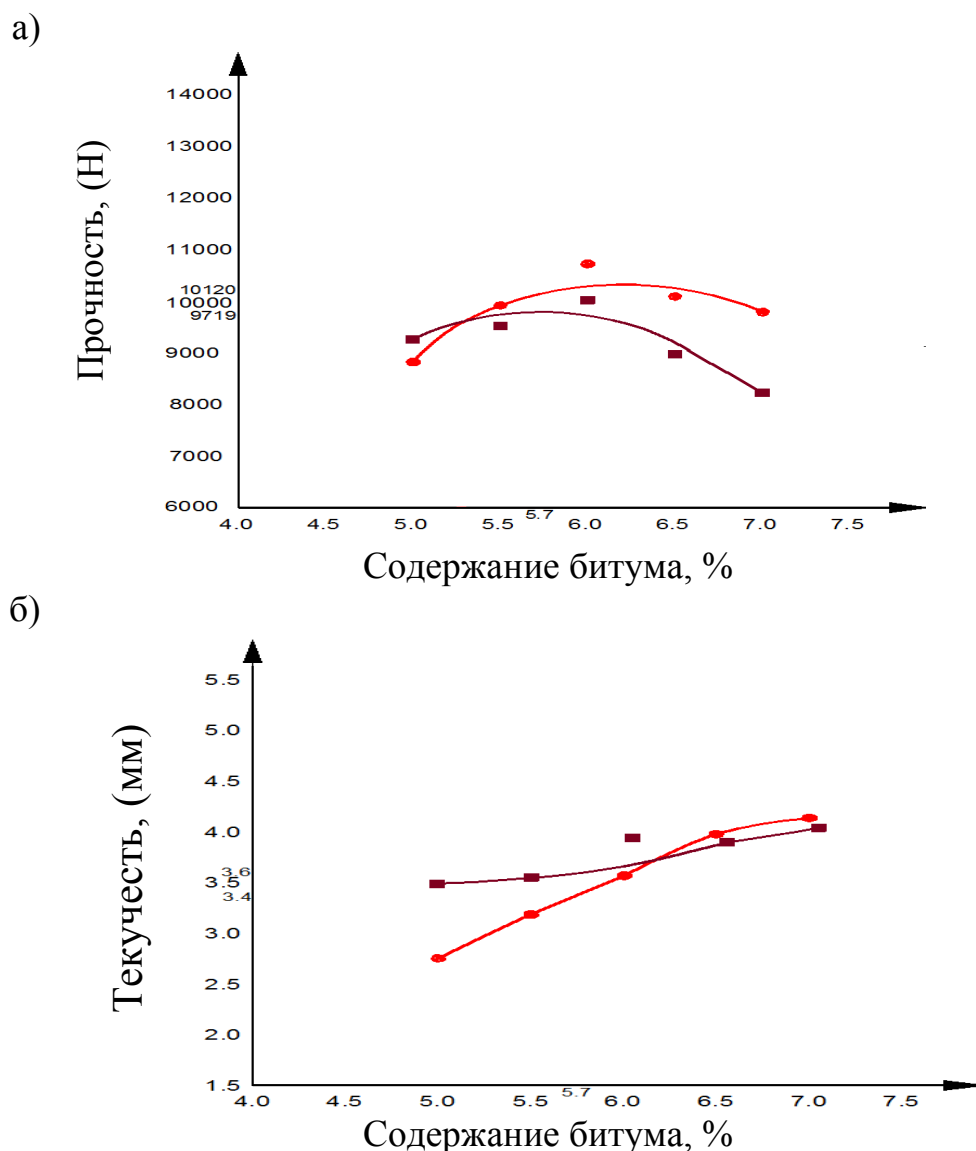


Рис.6.Кривые результатов испытаний образцов уплотненных горячих асфальтобетонных смесей по методу Маршалла:

■ - проектная смесь с пылью от дробления;

● - проектная смесь золой-уноса.

На рисунках видно, что из пяти различных содержаниях битума в асфальтобетоне (а) прочность и (б) текучесть составы асфальтобетона с пылью от дробления и золой-уноса дали положительные результаты, что соответствует спецификациям. Зола-уноса в качестве минерального порошка не снижает прочностных показателей по сравнению с традиционным минеральным порошком. При этом установлено, что оптимальное содержание битума в асфальтобетонной смеси колеблется в пределах 5,5-5,9 % где наблюдаются высокие прочностные показатели. Следует отметить, что при добавлении золы-уноса в состав асфальтобетона прочность повысился. Это говорит о том, что частицы золы-уноса заполнили пустоты между зернами щебня, благодаря чему уменьшилась толщина пленок битума, повысился плотность и прочность асфальтобетонной смеси.

Третья глава посвящена технологии строительства асфальтобетонной смеси из золы-уноса и производственной проверке результатов.

С целью проверки результатов экспериментальных исследований и отработки технологических процессов применения золы-уносов условиях производства, было проведено опытное строительство асфальтобетонного покрытия и контроль качества асфальтобетона из покрытия (проверка кернов на соответствие).

Приготовление асфальтобетонной смеси осуществлялось на Токмокском асфальтобетонном заводе по рецептуре составленной испытательной лабораторией Проектного института «Кыргыздортранспроект», совместно с соискателем.

В 2014 г. на АБЗ «ПЛУАД №1», расположенном в г. Токмок Чуйской области, была выпущена опытная партия мелкозернистой асфальтобетонной смеси Тип I, с использованием минерального порошка из золы-уноса. Количество выпущенной асфальтобетонной смеси составило 109 т. Площадь устроенного участка 900 м².

Приготовленная асфальтобетонная смесь внешне выглядела однородной, все минеральные зерна были полностью покрыты вяжущим. Асфальтобетонная смесь приготавливалась в смесительной установке АБЗ и транспортировалась к месту укладки автосамосвалами. Укладка асфальтобетонной смеси производилась асфальтоукладчиком, уплотнение - легкими, средними и тяжелыми катками по общепринятой технологии.

На рис.7. представлена технологическая схема асфальтобетонного завода.

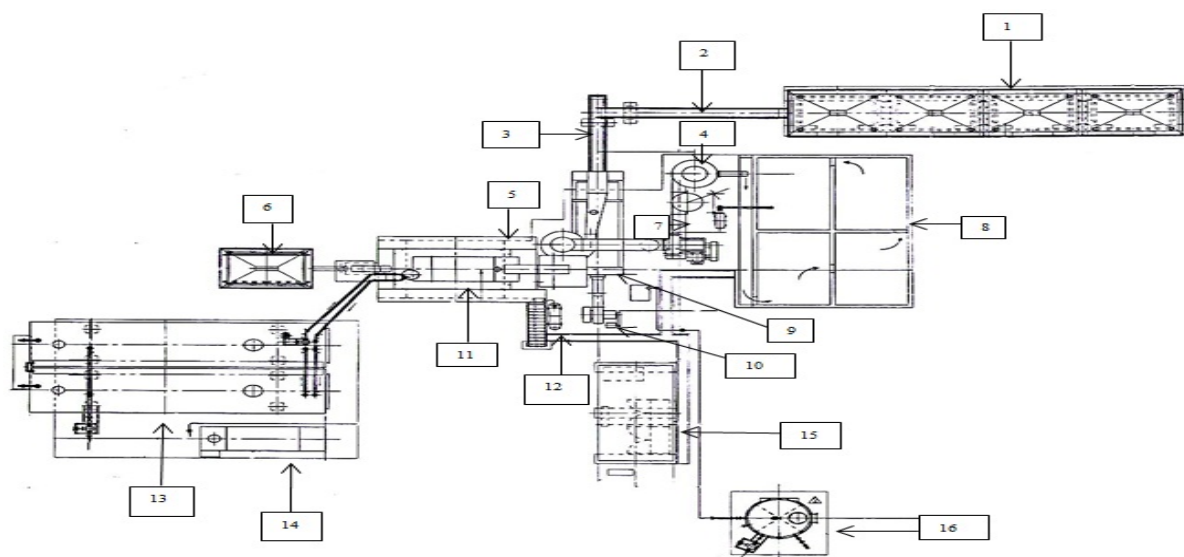


Рис. 7. Технологическая схема завода для приготовления асфальтобетона с применением золы-уноса: 1-предварительные дозаторы минеральных материалов; 2-ленточный конвейер; 3-конвейер для агрегатов; 4-пылесборник; 5-сортировочно-смесительный агрегат; 6 - бункер для минерального порошка; 7-вытяжной вентилятор; 8-бассейн для выбросов; 9-горячий элеватор; 10-сушильный барабан; 11-миксер; 12-воздушный компрессор; 13 – цистерна для битума; 14-масляная грелка для битума; 15-кабина управления установкой; 16-дизельный генератор.

Технологический процесс производства позволяет применять минеральный порошок из техногенного сырья, без дополнительных заводских требований, особенностью технологической системы производства асфальтобетона с минеральным порошком из техногенного сырья является сохранение заводской системы приготовления асфальтобетона.

С целью определения контроля качества асфальтобетона из покрытия отобраны керны и испытаны в переформованном состоянии, для установления степени уплотнения покрытия, а также для соответствия свойств асфальтобетона нормативным требованиям. Испытания проведены по ГОСТ 12801-98 п.23.3; AASHTO 164; AASHTOT245 T166.

Керны отобраны на км: км 0+020 слева, 0+070 на оси, 0+120 справа, два керна в каждой точке. Образцы, уложенные в асфальтобетонное покрытие смеси тестировались в испытательной лаборатории ПИ «Кыргыздортранспроект»:

- на толщину покрытия и плотность асфальтобетона по кернам;
- на гранулометрический состав и содержание битума в смеси;
- на прочность на сжатие по Маршаллу и деформируемость (текучесть, мм).

Кривая гранулометрического состава кернов входит в пределы рекомендуемого гранулометрического состава.

Сравнительные результаты испытаний физико-механических свойств асфальтобетонной смеси с пылью от дробления, золой-уноса и кернов представлены в табл.5.

Таблица 5 – Сравнительные результаты физико-механических свойств асфальтобетонной смеси (наполнители: пыль от дробления, зола-уноса) и кернов

По спецификациям AASHTO T245				
Описание	Спецификации	Проект смеси с пылью от дробления	Проект смеси с золой-уноса	Керн
Плотность по Маршаллу (г/см ³)		2,331	2,450	2,308
Прочность (Н)	9000 (мин)	9719	10120	13670
Текучесть (мм)	2-4 мм	3,6	2,8	2,43

По таблице видно, что лабораторная плотность асфальтобетонной смеси с золой-уноса составляет 2,450 г/см³. Коэффициент уплотнения асфальтобетонной смеси колеблется от 0,92 до 1,0 в среднем 0,96, результаты испытания кернов на плотность составляет 2,308 г/см³.

На основании экспериментальных исследований по испытанию кернов можно отметить нижеследующие результаты:

- Рекомендуемый гранулометрический состав асфальтобетонной смеси соответствует требованиям спецификаций для смесей Тип I, верхний слой, фракции 0-14 мм.

- Прочность асфальтобетона на сжатие по Маршаллу в образцах (кернax) колеблется от 9613 до 18638 N, в среднем 13670 N, что соответствует проектной 10120 N и требованиям спецификаций – не ниже 9000 N.

- Текучесть или деформируемость, характеризующая пластичную деформацию кернов до момента их разрушения, в среднем составила 2,43 мм, что соответствует нормируемым пределам (2-4 мм).

Прочностные показатели асфальтобетона в составе золы-уноса в качестве минерального порошка не отличаются от состава с традиционным минеральным порошком. На основе экспериментальных исследований установлена целесообразность использования золы-уноса ТЭЦ г.Бишкек в составе асфальтобетона, что позволяет создать реальные условия для экономии таких дефицитных материалов, как минеральный порошок. Можно отметить, что структурирующая роль минерального порошка из золы-уноса заключается в интенсификации процессов хемосорбции в результате взаимодействия компонентов битума с поверхностью модификатора из техногенного сырья за счет особенностей его химико-минералогического состава и физической адсорбции, обусловленной микроструктурными особенностями. Эти совокупности применяемого минерального порошка из золы-уноса позволили повысить физико-механические и вязкоупругие свойства битума.

С момента устройства конструктивного слоя асфальтобетонного покрытия с применением золы-уноса, за экспериментальными участками велись систематические наблюдения на протяжении 3-х лет. В настоящее время покрытия находятся в хорошем состоянии, на них отсутствует колейность и разрушения, особых нарушений не выявлено.

В работе проведен математический анализ планирования эксперимента при оптимизации состава асфальтобетонных смесей с использованием золы-уноса. Математические модели от исходных данных эксперимента были построены с применением математических методов, методом наименьших квадратов.

$$\tilde{y} = ax^2 + bx + c, \quad (1)$$

Используя полученные данные табл. 6 имеем следующую систему:

Таблица 6 – Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов

x^0	x	x^2	x^3	x^4	y	xy	x^2y
1	5	25	125	625	8819	44095	220475
1	5,5	30,25	166,375	915,0625	9904	54472	299596
1	6	36	216	1296	10694	64164	384984
1	6,5	42,25	274,625	1785,0625	10078	65507	425795,5
1	7	49	343	2401	9774	68418	478926
5	30	182,5	1125	7022,125	49269	296656	1809776,5
$\sum_{i=1}^5 x_i^0$	$\sum_{i=1}^5 x_i$	$\sum_{i=1}^5 x_i^2$	$\sum_{i=1}^5 x_i^3$	$\sum_{i=1}^5 x_i^4$	$\sum_{i=1}^5 y_i$	$\sum_{i=1}^5 x_i y_i$	$\sum_{i=1}^5 x_i^2 y_i$

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i + cn = \sum_{i=1}^n y_i; \\ a \sum_{i=1}^n x_i^3 + b \sum_{i=1}^n x_i^2 + c \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i; \\ a \sum_{i=1}^n x_i^4 + b \sum_{i=1}^n x_i^3 + c \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i. \end{cases} \quad (2)$$

Решая систему (2) методом Гаусса (метод исключения неизвестных), находим искомые неизвестные.

Тогда, искомая математическая модель (приближенная формула) запишется так:

$$\tilde{y} = -1195,42857x^2 + 14761,9428x - 35084,714 \quad (3)$$

Подставляя значения лабораторных данных для прочности асфальтобетона с золой-уноса имеем табл. 7, которая показывает согласованность полученной эмпирической формулы с опытными данными.

Таблица 7 – Оценка точности эмпирической формулы

i	x	y	\tilde{y} , вычисления	Уклонение $\varepsilon = \tilde{y} - y$
1	5	8819	8839,2857	+20,2857
2	5,5	9904	9944,2552	+40,2552
3	6	10694	10451,5143	-242,4857
4	6,5	10078	10361,0571	283,0571
5	7	9774	9672,887	-101,113

Таким образом, находили искомую математическую модель в виде уравнений для описания и прогнозирования прочности асфальтобетона с применением золы-уноса, в которой исходные лабораторные данные асфальтобетона не имеет особых отклонений от результатов математических данных.

Полученная методика построения математической модели может использоваться для всех характеристик асфальтобетона.

Четвертая глава посвящена технико-экономической эффективности и экологической целесообразности применения минерального порошка из золы-уноса при производстве асфальтобетона. Экономическая эффективность применения техногенного сырья, обеспечивается в результате применения доступного сырья, повышающие технико-эксплуатационные показатели дорожно-строительных материалов.

Расчетный экономический эффект от снижения себестоимости укладки асфальтобетонного материала с применением золы-уноса за 1 км дороги составляет 68400 сом.

Экологическая целесообразность применения минерального порошка из техногенного сырья являющегося отходом местного производства, заключается в решении немаловажной задачи– защита окружающей среды от загрязнения данного вида отхода.

ВЫВОДЫ

На основании вышеизложенных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Проведен анализ состава и свойств золы-уноса с последующим теоретическим обоснованием и экспериментальным подтверждением возможности применения в качестве минерального порошка для асфальтобетонной смеси.

2. Установлен рациональный состав асфальтобетона с применением золы-уноса в количестве 3%, способствующее повышению плотности на 5,1%, прочности на 4%, а текучесть на 0,8 мм ниже, т.е. асфальтобетон с применением золы-уноса показывает результаты не ниже асфальтобетона с обычным минеральным порошком.

3. Выявлено, что асфальтобетон на основе исследуемого минерального порошка обладает высокой релаксационной способностью при перепадах температур, что позволит снизить вероятность накопления остаточных деформаций, а, следовательно, увеличить срок службы покрытия автомобильных дорог.

4. Обоснована, что при добавлении золы-уноса ТЭЦ в асфальтобетонную смесь увеличивается плотность материала на 5,1 %, это снижает водопроницаемость покрытия, что повышает коэффициент сцепления между колесом и покрытием. Это обстоятельство сокращает тормозной путь автомобилей, что значительно сократит возможность аварийных ситуаций.

5. Для практической реализации результатов работы разработана технологическая схема производства асфальтобетона с применением золы-уноса, процесс производства которого позволяет применять минеральный порошок из техногенного сырья без дополнительных технологических требований.

6. Разработана методика математического планирования эксперимента при оптимизации состава асфальтобетонных смесей, позволяющий создать условия для расчета лабораторных данных.

7. Выявлено, что стоимость асфальтобетона с использованием минерального порошка из золы-уноса ниже стоимости от традиционного минерального порошка и расчетный экономический эффект за 1 км дороги составляет 68400 сом.

8. Применение разработанного материала позволит решить экологическую проблему за счет использования отхода ТЭЦ. Использование 1 тонны золы-уноса экономит от 50 до 77 м³ воды от гидроудаления, 30-40 кВт ч электроэнергии, а также снизит затраты на хранение вышеуказанного материала, освобождая занятые плодородные земли под хозяйственные нужды.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Осмонова Б.Ж. Влияние деятельности угольных предприятий на окружающую среду [Текст] / Б.Ж.Осмонова // Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Известия», Том III, КГТУ им. И.Раззакова – Бишкек, 2006.–Вып. № 9.– С.65–69.
2. Осмонова Б.Ж. Об использовании вторичных отходов ТЭЦ г.Бишкек [Текст] / Б.Ж.Осмонова // Известия ВУЗов. Бишкек, 2006. Вып.–№ 3-4. – С.168–170.
3. Осмонова Б.Ж. Исследование гидроудаленной золы ТЭЦ г. Бишкек[Текст]/ Б.Ж.Осмонова // Наука и новые технологии, Бишкек, 2009. Вып.– №4. – С.49–52.
4. Осмонова Б.Ж. Влияние выбросов ТЭЦ г.Бишкек на экологическую обстановку города[Текст] / Б.Ж.Осмонова // Международный научный журнал «Научный мир Казахстана», Республика Казахстан, 2009. Вып. №4 (26). – С.209-215.
5. Осмонова Б.Ж. Исследование возможности комплексного использования углей Кыргызстана [Текст] / Б.Ж.Осмонова // Международный научный журнал «Научный мир Казахстана», Республика Казахстан, 2010. Вып. №4(32). – С.334-337.
6. Осмонова Б.Ж. Состав, качество золошлаков Бишкекской ТЭЦ и их использование для строительных целей [Текст] / Н.Ж.Маданбеков, Б.Ж.Осмонова // Международный научный журнал «Научный мир Казахстана», Республика Казахстан, 2009. №6 (28) – С.199-204.
7. Осмонова Б.Ж. Изучение возможности использования вторичных продуктов углей и нефтепереработки в Кыргызской Республике [Текст] / Б.Ж.Осмонова // Вестник КГУСТА им.Н.Исанова, Бишкек, 2010. Вып.№1 (27). – С.159–163.
8. Осмонова Б.Ж.Состояние и проблемы охраны окружающей среды от воздействия ТЭЦ г.Бишкек [Текст] / Б.Ж.Осмонова, К.О.Осмонбетов // Научно-образовательный и производственный журнал «Инженер» Инженерная академия КР., Бишкек, 2010. Вып.№1.– С.255-258.
9. Маданбеков Н.Ж. Минеральные порошки из вторичных продуктов ТЭЦ г.Бишкек в составе асфальтобетонных покрытий [Текст] / Н.Ж.Маданбеков, Б.Ж.Осмонова // Известия НАН КР, Бишкек, 2012. Вып. №4.– С.64-66.
10. Маданбеков Н.Ж. Проектирование состава асфальтобетона с применением золы-уноса ТЭЦ г.Бишкек [Текст] / Н.Ж.Маданбеков, Б.Ж.Осмонова // Вестник КГУСТА им.Н.Исанова, Бишкек, 2014. Вып.№4 (46)Т2.– С.5-10.
11. Маданбеков Н.Ж. Приготовление и укладка асфальтобетона с использованием золы уноса ТЭЦ г.Бишкек [Текст] / Н.Ж.Маданбеков, Б.Ж.Осмонова // Известия НАН КР, Бишкек, 2015. Вып.№1.– С.111-115.

12. Осмонова Б.Ж. Экспериментальные исследования асфальтобетонного покрытия с использованием золы-уноса в качестве минерального порошка [Текст] / Б.Ж.Осмонова // Известия НАН КР, Бишкек, 2015. Вып.№2.– С.102-105.
13. Осмонова Б.Ж. Повышение эффективности использования дорожного асфальтобетона путем применения золы-уноса в качестве минерального порошка [Текст] / Б.Ж.Осмонова, Н.Ж.Маданбеков // Международный научный журнал «Инновационная наука», Уфа, 2015. Вып.№ 12, Часть 2, ISSN 2410-6070 – С.121-126.
14. Осмонова Б.Ж. Исследование экологических свойств асфальтобетонных смесей, изготовленных из старых асфальтобетонных покрытий [Текст] / Б.Ж.Осмонова, А.Ж.Осмонова // Известия НАН КР, Бишкек, 2016. Вып.№2.– С.53-56.
15. Маданбеков Н.Ж. Применение в асфальтобетонных смесях минерального порошка из золы уноса [Текст] / Н.Ж.Маданбеков, Б.Ж.Осмонова // Вестник КГУСТА им.Н.Исанова, Бишкек, 2016. Вып.№1(51). – С.99-103.
16. Осмонова Б.Ж. Эколого-экономическая эффективность применения золы-уноса в дорожном строительстве [Текст] / Б.Ж.Осмонова // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. Россия г.Москва, 2016. № 7 (28).
17. Патент Кыргызской Республики №2003 от 30.11.2017 г.

Осмонова Бактыгул Жапарсадыковнанын “ Асфальт-бетон жабууларын курууда Бишкек шаарынын ЖЭБнин күл калдыктарын пайдалануунун технологиясын иштеп чыгуу жана негиздөө” деген темада 05.23.11 – жолдорду, метрополитендерди, аэродромдорду, көпүрөлөрдү жана транспорттук тоннелдерди куруу жана долбоордоо адистиги боюнча техникалык илимдердин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясына

КОРУТУНДУ

Негизги сөздөр: асфальт-бетон, асфальт-бетон аралашмасы, асфальттык-жабышкак зат, минералдык күкүм, минералдык түзүүчү, күл, микс-дизайн, битум, асфальттык жабышкак, деформациялануучу, бекемдик, агып кетүүчүлүк (туруксуздук), Маршалл боюнча таптоо (кысуу), AASHTO методикасы, ликвидация, керндерди сыноо.

Изилдөө объектиси: Изилдөөнүн объектиси болуп, минералдык порошок катары күл пайдаланылган асфальт-бетон эсептелет.

Изилдөөнүн максаты: асфальт-бетон аралашмасы үчүн өндүрүштүн кайра иштелип чыгарган продуктыларынан минералдык порошокту алуунун курчап турган чөйрөгө терс экологиялык таасирин азайтууга көмөкчү болуучу ыкмасын иштеп чыгуу.

Изилдөөнүн методдору жана аппаратура: эксперименталдык изилдөөлөр жалпыга белгилүү болуп эсептелген стандарттык ASHTOO методикасы боюнча ишке ашырылды. Маршалла аппараты, Маршалл боюнча асфальт-бетонду сыноо үчүн үлгүлөрдү топтоочу. Математикалык пландоо методикасы.

Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңылыгы.

Асфальт-бетон аралашмаларын даярдоодо күлдү минералдык күкүм катары пайдалануу мүмкүнчүлүгүн теориялык негиздөө жана эксперименталдык ырастоо. Изилденип жаткан толтуруучу менен органикалык уюткучтун рационалдык курамын колдонуу аркылуу композиттин сапатын көтөрүүгө негизделген асфальт-бетондун физика-механикалык көрсөткүчтөрү колдонулуучу материалдардын санынан көз карандылыгын аныктоо. Бекемдик касиеттерин жогорулатууда күлдү 3 % өлчөмдө пайдалануу аркылуу асфальт-бетондун оптималдуу курамын негиздөө. Асфальт-бетон аралашмаларынын курамын жакшыртууда эксперименттин математикалык пландоо ыкмасын иштеп чыгуу.

Изилдөөнүн жыйынтыктарын колдонуу даражасы. Иштелип чыккан материалдар Чүй облусунун Новопокровка айылындагы Москва көчөсүнүн 150 метрден ашуун аралыктагы жолдун үстүнкү катмарын төшөөдө пайдаланылган.

Колдонуу чөйрөсү. Жол каптамдарынын курулушу.

РЕЗЮМЕ

диссертации Осмоновой Бактыгул Жапарсадыковны на тему: «Обоснование и разработка технологии применения золы-уноса ТЭЦ г.Бишкек при устройстве асфальтобетонных покрытий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 – проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Ключевые слова: асфальтобетон, асфальтобетонная смесь, асфальтовяжущее вещество, минеральный порошок, минеральное составляющее, зола-уноса, микс-дизайн, битум, асфальтовое вяжущее, деформируемость, прочность, текучесть, сжатие по Маршаллу, методика AASHTO, ликвидация, испытания кернов.

Объект исследования: Объектом исследования является асфальтобетон с использованием минерального порошка из золы-уноса.

Цель исследования: Разработка технологии применения минерального порошка из вторичных продуктов производства для устройства асфальтобетонных покрытий.

Методы исследования и аппаратура: Экспериментальные исследования проведены по общеизвестной стандартной методике ASHTOO, ГОСТ 9128-2009. Аппарат Маршалла, уплотнитель образцов для испытания асфальтобетона по Маршаллу. Математические методы планирования.

Полученные результаты и новизна.

Экспериментально-теоретическое обоснование и подтверждение возможности использования золы-уноса в качестве минерального порошка для приготовления асфальтобетонных смесей. Установление зависимости изменения физико-механических показателей асфальтобетона от количества применяемых материалов, заключающийся в повышении качества композита при использовании рационального содержания исследуемого наполнителя и органического вяжущего. Установление оптимального состава асфальтобетона с применением золы-уноса в количестве 3 %, способствующее повышению прочностных характеристик асфальтобетона. Разработка методики математического планирования эксперимента при оптимизации состава асфальтобетонных смесей.

Степень использования результатов исследований. Разработанные материалы были применены при устройстве верхнего слоя покрытия с протяженностью более 150 м. по улице Московской, в селе Новопокровка Чуйской области.

Область применения. Строительство дорожных покрытий.

SUMMARY

Osmonova Baktygul Zhaparsadykovna dissertation on the topic of "Justification and development of technology for the application of fly ash from the Bishkek thermal power plant in the construction of asphalt concrete pavements", thesis submitted for the scholarly degree of Candidate of technical sciences by specialty 05.23.11 - design and construction of roads, subways, airfields, bridges and transport tunnels.

Key words: asphaltic concrete, asphalt concrete mixture, asphalt, mineral powder, mineral component, fly ash, mix design, bitumen, asphalt binder, deformability, strength, fluidity, Marshall compression, AASHTO technique, liquidation, core tests.

Object of research: The object of the research is asphalt concrete using mineral powder from fly ash.

The purpose of the research: the development of technology for the use of mineral powder from secondary products for the production of asphalt concrete coatings.

Methods of research and equipment: Experimental studies were carried out according to the well-known standard methodology ASHTOO, GOST 9128-2009. The Marshall apparatus, a sealant for samples for testing asphalt concrete by Marshall. Technique of mathematical experiment planning for optimizing the composition of asphalt-concrete mixtures.

The obtained results and the novelty.

Experimental-theoretical justification and confirmation of the possibility of using fly ash as a mineral powder for the preparation of asphalt-concrete mixtures. Determination of the dependence of the change in physical and mechanical properties of asphaltic concrete on the number of materials used, consisting in improving the quality of the composite using the rational content of the test filler and the organic binder. Establishment of the optimal composition of asphalt concrete with the use of fly ash in an amount of 3%, contributing to the increase of strength characteristics of asphalt concrete. Development of methods for mathematical planning of experiments in optimizing the composition of asphalt-concrete mixtures.

Degree of using the research results. The developed materials were applied at the device of the upper layer of coating with a length of more than 150 m along the Moskovskaya street, in Novopokrovka village, Chui oblast.

Application area. Construction of road surfaces.

Осмонова Бактыгул Жапарсадыковна

**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ
ЗОЛЫ-УНОСА ТЭЦ Г.БИШКЕК ПРИ УСТРОЙСТВЕ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 25.05.2018.
Формат бумаги 60x84 1/16. Объем 1,25 п.л.
Тираж 100 экз. Заказ № 520

Кыргызский государственный университет строительства,
транспорта и архитектуры им. Н. Исанова
г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, Б