

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ФАН ВА ТАРАККИЁТ»**

---

---

На правах рукописи  
УДК 678.046.2:046.3

**АБДУЛЛАЕВ АКБАР ХИКМАТОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИИ  
ПОЛУЧЕНИЯ БИТУМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ  
ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

02.00.16 – Химия и технология композиционных материалов

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ташкент – 2010

Работа выполнена в Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» при Ташкентском государственном техническом университете имени Абу Райхана Беруни

**Научный руководитель** кандидат технических наук  
**Собиров Боходир Бойпулатович**

**Научный консультант** академик АН РУз, доктор  
технических наук, профессор  
**Негматов Сойибжон Содикович**

**Официальные оппоненты:** академик АН РУз, доктор  
химических наук, профессор  
**Аскарлов Мирхожи Аскарлович**

доктор технических наук  
**Норкулов Абдукодир Абдурахманович**

**Ведущая организация** Ташкентский химико-технологический  
институт

Защита состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г. в \_\_ часов на заседании специализированного совета Д067.50.01 при Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» при Ташкентском государственном техническом университете им. Абу Райхана Беруни по адресу: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а, зал заседаний

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт» при ТашГТУ. Тел: (3712)2463928, 2460549, факс (3712)2271273.

Адрес электронной почты: [polycomft2005@rambler.ru](mailto:polycomft2005@rambler.ru)

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.

Отзыв в 2-х экземплярах, заверенный гербовой печатью, просим направлять по адресу: 100174, г. Ташкент, Мирзо Голиба, 7а, ГУП «Фан ва тараккиёт» при ТашГТУ, ученому секретарю

Ученый секретарь  
специализированного совета  
к.х.н., с.н.с.

Бабаханова М.Г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

**Актуальность работы.** В Узбекистане большое государственное, стратегическое и экономическое значение имеет техническое состояние транспортной сети.

В книге Президента нашей республики Ислама Абдуганиевича Каримова «Мировой финансовый экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана» отмечено, что большое место отводится расширению программы локализации производства, объем которого предусмотрено увеличить в 3-4 раза, особое значение придается также развитию транспортной инфраструктуры, в первую очередь автомобильных и железных дорог. Реализация Программы развития автомобильных дорог общего пользования на 2007-2010 годы уже сегодня обеспечивает круглогодичную надежную транспортную связь между всеми регионами республики, создает условия для бесперебойной, не пересекая территории сопредельных стран, транспортировке грузов и перевозке пассажиров, значительно увеличивает транзит грузов по нашей территории.

В настоящее время в дорожном, гражданском и промышленном строительстве широко применяются различные марки битумов и с каждым годом возрастает потребность строительных организаций к этому типу материалов. Потребность республики только в дорожном битуме составляет порядка 250 тыс.т. в год. Ферганский нефтеперерабатывающий завод производит 120 тыс.т., Джаркурганский нефтеперерабатывающий завод – 80 тыс. т. дорожного битума в год. Следовательно, потребность дорожно-строительных организаций полностью не удовлетворяются с одной стороны, а полученные битумы с другой стороны имеют низкие теплостойкие и эксплуатационные свойства, приводящие к значительному снижению работоспособности и долговечности покрытий автомобильных дорог.

С учетом этого нами предпринята попытка разработать технологию получения битумных композиций, позволяющих в определенной степени компенсировать дефицит битумов за счет других ингредиентов, таких, как госсиполовая смола, вторичный полиэтилен, поливинилхлорид и другие, и одновременно повысить их физико-механические свойства.

В связи с этим проведение исследований по разработке и получению эффективных и теплостойких битумных композиционных материалов на основе химически модифицированных ингредиентов из местного сырья и техногенных отходов органического и минерального происхождения для дорожного, гражданского и промышленного строительства представляет определённый научно-практический интерес, поэтому решение указанной проблемы являются **актуальным**.

**Степень изученности проблемы.** Ознакомление с существующей информацией по данной тематике свидетельствует о том, что проблема создания эффективных битумных композиций в принципе далеко не разрешена до конца, особенно для Республики Узбекистан, которая

нуждается в большом количестве качественных битумных материалов. Битумы, выпускаемые нефтеперерабатывающими заводами Узбекистана, не соответствуют тем требованиям, которые предъявляются со стороны потребителей, как в дорожном, так и в гражданском строительстве. Они имеют низкую температуру размягчения, невысокие прочностные свойства, кроме того их состав высоко парафинирован. В силу этого, как следствие, их эксплуатационные свойства также очень низкие. Проблема заключается в том, чтобы тем или иным путем повысить их температуру размягчения, увеличить степень адгезии и сцепления с теми материалами, с которыми они контактируют при разработке и получении битумных композиций.

**Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом Государственных научно-технических программ ГНТП–7-19 (2003-2005 гг.); А-5–107 (2006-2008 гг.) и ИД 5-003 (2009-2010 гг.).

**Целью исследования** является разработка составов и технологии получения эффективных битумных композиций с высокими физико-механическими свойствами с использованием органических и неорганических ингредиентов на основе местного сырья и техногенных отходов, предназначенных для дорожного, гражданского и промышленного строительства.

**Задачи исследования.** Для выполнения диссертационной работы предусмотрено решение следующих научно-технических задач:

- исследование физико-химических свойств выбранных объектов из местного сырья и техногенных отходов органического и неорганического происхождения и их модификация;

- исследование возможности использования модифицированных ингредиентов органического и минерального происхождения в создании и получении эффективных битумных композиционных материалов;

- исследование и выявление закономерностей изменения физико-механических свойств битумных композиций в зависимости от вида и содержания органических и неорганических ингредиентов с установлением корреляционной зависимости, «состав-свойства»;

- разработка оптимальных составов и технологии получения эффективных битумных композиций на основе местного сырья и техногенных отходов, обеспечивающих их высокие физико-механические и эксплуатационные свойства;

- выпуск опытно-промышленных партий разработанных составов битумных композиционных материалов и проведение их опытно-промышленных испытаний. Разработка нормативно-технической документации и выдача практических рекомендаций по освоению их производства и применения, определение технико-экономической эффективности освоения технологии производства разработанных композиционных материалов.

**Объекты исследования.** Объектами исследования являются битумы марок БН-90/10 (БНИ-V), БН-70/30 (БНИ-IV), госсиполовая смола,

гидролизный лигнин, уротропин, гашеная известь, резиновая крошка, вторичный полиэтилен и поливинилхлорид, базальтовое волокно и волластонит.

**Предметами исследования** являются физико-химические свойства потенциальных ингредиентов из местного сырья и техногенных отходов органического и неорганического происхождения для разработки рецептуры и технологии получения эффективных битумных композиций на основе выявленных закономерностей их взаимодействия для применения в дорожном, гражданском и промышленном строительстве.

**Методы исследований.** Определение температуры размягчения, растяжимости при 25<sup>0</sup>С, глубины проникания иглы - пенитрация, прочности сцепления с бетоном, водопоглощения и других физико-химических, физико-механических свойств битумных композиционных материалов произведено согласно соответствующих ГОСТов.

**Гипотеза исследования** заключается в научном обосновании выбора ингредиентов, которые могут взаимодействовать как с битумом, так и между собой, что способствует созданию эффективных битумных композиций, в результате чего улучшаются их физико-механические характеристики и они становятся материалами полифункционального назначения. При физико-химическом взаимодействии таких компонентов, как битум, госсиполовая смола, гашёная известь, уротропин, гидролизный лигнин, вторичные полиэтилен и поливинилхлорид, резиновая крошка, увеличивается общая молекулярная масса композиции, следовательно, улучшаются их комплексные свойства.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- выявленные закономерности изменения свойств в зависимости от состава и физико-химических свойств различных ингредиентов и их модификаций для применения в битумных композициях;
- полученные закономерности изменения свойств госсиполовой смолы и битумов в результате их модификаций различными ингредиентами из местных сырьевых и техногенных отходов;
- разработанные оптимальные составы рецептур битумных композиций, способные эксплуатироваться в климатических условиях Узбекистана и в целом Центрально -Азиатского региона;
- разработанная технология получения эффективных теплостойких битумных композиций;
- результаты опытно-промышленных испытаний по выпуску и применению битумных композиций;
- технико-экономические расчеты и соответствующие нормативно-технические документации для промышленного освоения разработанной технологии получения эффективных битумных композиций с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

#### **Научная новизна:**

- предложен новый подход к созданию битумной композиции с улучшенными свойствами путем целенаправленной модификации

госсиполовой смолы и битумов ингредиентами органического и неорганического происхождения;

- установлены особенности физико-химических процессов, протекающих между ингредиентами и битумами с выявлением роли ингредиентов в формировании битумной композиции полифункционального назначения;

- предложены новые составы битумных композиций, позволяющие получать композиционные материалы с высокими физико-механическими свойствами, способные эксплуатироваться при высоких температурах (100-120<sup>0</sup>С), обладающие повышенной работоспособностью, долговечностью, что обусловлено образованием физико-химических связей при взаимодействии входящих в композицию ингредиентов органического и минерального происхождения между собой и матрицей;

- на основе выявленных закономерностей впервые разработаны научно-методические и технологические принципы создания и получения эффективных битумных композиций с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, предназначенные для дорожного, гражданского и промышленного строительства.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Впервые научно обоснована возможность получения эффективных композиций путем целенаправленной модификации битума такими ингредиентами, как госсиполовая смола, гашёная известь, гексаметилентетрамин, гидролизный лигнин, вторичные полиэтилен и поливинилхлорид, резиновая крошка, волокнистые и порошкообразные ингредиенты минерального происхождения - базальтовые волокна и волластонит. Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что они дают возможность восполнить дефицит битума в республике, доходящий до 50 тыс.т. в год, не наращивая при этом существующих мощностей по производству битумов.

**Реализация результатов** осуществлена путем выпуска опытно-промышленных партий битумных композиций в количестве 25 т. на предприятии по ремонту и эксплуатации дорожного хозяйства Узбекистанского района Ферганской области «Фаргонаавтоул» ГАК «Узавтоул». Проведены комплексные испытания их физико-механических и дорожно-эксплуатационных свойств. Установлено, что свойства опытно-промышленных партий битумных композиций по всем показателям соответствуют техническим требованиям и в течении года сохраняют свои первоначальные эксплуатационные характеристики.

На основании проведенных комплексных исследований и полученных результатов разработаны технологический регламент на промышленное производство разработанных битумных композиций и технические условия с учетом климатических условий нашей республики и Центрально-Азиатского региона в целом.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований доложены и обсуждены на: Международной научно-технической конференции: «Choice of the modifier for stabilization of composite materials» (Belgium –2008 in press); «Degradation of the phenomenon in composite polymeric materials» (Belgium – 2008 in press); IV Международной конференции «Improvement of physico-mechanical properties of thermoreactive and thermoplastic polymeric coverings by physical methods of modification». IV international conference on times of polymers (TOP) and composites ischia, Italy (Италия-2008); Республиканской научно-технической конференции. Композиционные материалы: структура, свойства и применение (Ташкент, 27-28 июня, 2008 г.); Международной научной конференции «Центру стратегических инноваций и информатизации 20 лет» (Ташкент, 23-25 октября, 2008 г.); «Кимёнинг долзарб муаммолари» Республика илмий-амалий конференцияси (г. Самарканд, 2009 г.); Республиканской научно-технической конференции (ТХТИ, Ташкент, 22-23 октября, 2009 г.); Республиканской межвузовской научно-технической конференции молодых ученых (г. Ташкент, 16-17 апрель 2009г); Республиканской научно-технической конференции «Технология переработки местного сырья и продуктов» (ТХТИ, Ташкент, 22 - 23 октября, 2009 г.); Научный семинар при специализированном совете Д 067.50.01 ( ГУП «Фан ва тараккиёт», Ташкент, 23 апреля 2010г.).

**Опубликованность результатов.** По результатам выполненных исследований опубликовано 12 научных работ, в том числе 4 научных статей, 8 материалов и тезисов докладов в сборниках международных и республиканских научно-практических конференциях.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 112 страницах, состоит из введения и 5 глав, списка использованной литературы и приложений, включает 15 рисунков и 15 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 109 наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснована актуальность темы, определены цели и задачи проводимых исследований, гипотеза исследования, научная новизна и практическая значимость работы.

**В первой главе** представлены сведения о современном состоянии битумов и технологии их производства, их использования в различных отраслях промышленности и о возможных путях улучшения эксплуатационных свойств.

**Вторая глава** посвящена выбору объектов, а также методик исследования физико-химических и прочностных свойств с целью разработки составов и технологии получения эффективных битумных композиций полифункционального назначения.

**В третьей главе** приведены результаты исследований физико-химических свойств органических и минеральных ингредиентов из местного сырья и техногенных отходов и их модификаций.

**Четвёртая глава** включает данные проведённых комплексных исследований и разработанных эффективных составов битумных композиций полифункционального назначения, способных эксплуатироваться при температурных условиях от минус 30 до плюс 120<sup>0</sup>С, и технологию их получения.

**Пятая глава** посвящена организации опытно-промышленного выпуска композиций, определению их физико-механических и эксплуатационных свойств, а также расчёту технико-экономической эффективности разработанных битумных композиций.

**В приложении** приведены акты испытаний, технические условия и технологический регламент.

### **Исследование физико-химических свойств органических и минеральных ингредиентов на основе местного сырья и техногенных отходов и их модификация**

При разработке эффективных битумных композиционных материалов для дорожного, гражданского и промышленного строительства нами были использованы битумы Ферганского нефтеперерабатывающего завода и Ханабадского окислительного предприятия «Ташгорстроя» марок БНД 60/90, БНД 40/60, БН-70/30 (БНИ IV) и БН-90/10 (БНИ V), госсиполовая смола Андижанского, Янги-Юльского, Ургенчского, Ферганского масложировых комбинатов, гидролизный лигнин, гексометилентетрамин, гашёная известь, резиновая крошка, вторичные полиэтилен и поливинилхлорид, базальтовое волокно и волластонит.

Необходимо отметить, что разные партии битумов могут иметь различные показатели. Поэтому нами проведены контрольные исследования свойств использованных в разработке битумов.

В первую очередь нами были изучены комплексные физико-химические свойства выбранных объектов, а именно битумов и госсиполовой смолы, так как в литературе отсутствуют характеристики, дающие исчерпывающий ответ на ряд вопросов, касающихся разработке эффективных битумных композиций.

Как показали результаты исследования, использованные нами местные битумы по всем характеристикам находятся на уровне требований ГОСТов.

Однако по таким показателям, как температура размягчения (46-54<sup>0</sup>С), растяжимости (40-73 мм) при 25<sup>0</sup>С и глубина проникания иглы (50-76 мм<sup>-1</sup>) эти битумы не отвечают тем современным требованиям, которые предъявляются в связи с климатическими условиями Узбекистана к битумным композициям, применяемым при дорожном, гражданском и промышленном строительстве.

С другой стороны, эти битумы высокопарафинированы. Все указанные недостатки производимых нашими заводами битумов не позволяют получать композиционные материалы, способные эксплуатироваться в условиях жаркого климата, каким является климат Республики Узбекистан и в целом Центрально-Азиатского региона, т.е. при температуре от 30 до 120<sup>0</sup>С

Кроме того, нами, с целью выяснения поведения госсиполовой смолы в условиях получения битумных композиций, был изучен ее фракционный состав в зависимости от температуры термообработки. Результаты исследования показали, что при термообработке до 180-250<sup>0</sup>С из госсиполовой смолы улетучивается до 27% сравнительно низкомолекулярной массы, что необходимо было учитывать при составлении рецептуры битумных композиций с использованием госсиполовой смолы.

*Исследованиями установлено, что исходные компоненты, выбранные для разработки эффективных битумных композиций, имели нижеследующие характеристики:* гидролизный лигнин: влажность 65%, удельный вес – 1,3 г/см<sup>3</sup>, насыпной вес - 0,25 г/см<sup>3</sup>; гашёная известь: влажность 10%, крупность частиц от 0,3 до 1,0 мм; резиновая крошка – размеры частиц – от 0,25 до 0,8 мм, плотность – 1250-1256 кг/м<sup>3</sup>, насыпная плотность – 430-435 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент уплотнения – 1,28-1,29 отн.ед, удельная поверхность-1100-2200 см<sup>2</sup>/г, РН водной суспензии – 7-8, масляное число – 92-105 мл/100 г; вторичный полиэтилен – плотность – 920 кг/м<sup>3</sup>, показатель текучести расплава-1,3 г/10 мин, относительное удлинение при растяжении -10%, модуль упругости при растяжении-90 МПа; вторичный поливинилхлорид- плотность – 1285кг/м<sup>3</sup>, теплостойкость по Вику-120<sup>0</sup>С, предел прочности при растяжении – 10,5 МПа, относительное удлинение при разрыве - 20%, твёрдость по Бринелю при 20<sup>0</sup>С – 1,1 МПа, водопоглощение - 0,2%; базальтовое волокно: диаметр волокна – 10-15 мкм, длина волокна – от 3 до 10 см; волластонитовый концентрат: плотность – 2,6 г/см<sup>3</sup>, насыпная плотность – 1,2 г/см<sup>3</sup>, крупность частиц – от 0,1 до 0,25 мм.

Как показали исследования свойств ингредиентов органического и минерального происхождения, многие из них могут быть одним из потенциальных компонентов при разработке эффективных битумных композиций. Результаты этих исследований подробно приведены в диссертационной работе.

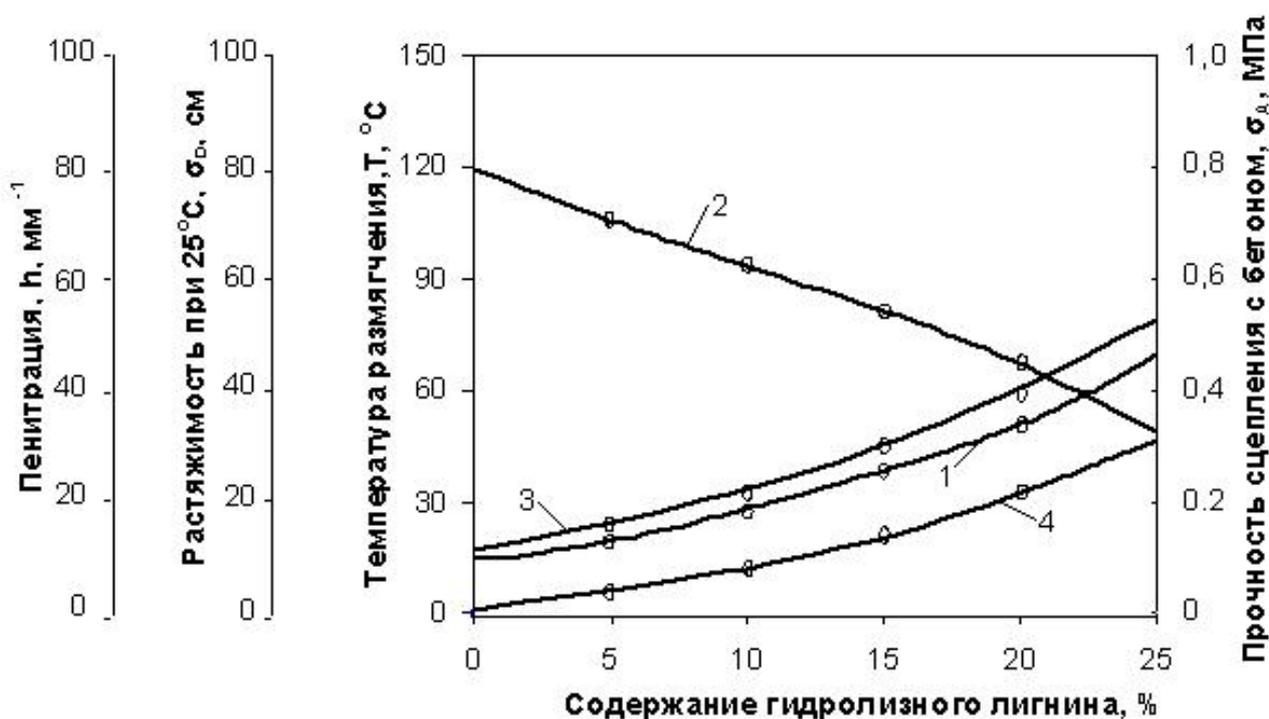
Среди этих ингредиентов наибольший интерес представляла госсиполовая смола, которая является многотоннажным отходом, способным заменить битумы до 50-60% и компенсировать их нехватку. Однако, как показали результаты наших исследований, госсиполовая смола имеет невысокую температуру размягчения (30-35<sup>0</sup>С). Из сказанного вытекала необходимость повышения температуры размягчения госсиполовой смолы до уровня требований, предъявляемых к битумным композициям, применяемым в дорожном, гражданском и промышленном строительстве.

В связи с этим, далее, в основном, рассматривается модификация госсиполовой смолы другими ингредиентами с учетом условий технологических процессов производства битумных композиционных материалов, эксплуатирующихся при температуре от -30<sup>0</sup>С до +120<sup>0</sup>С.

Из вышеизложенного вытекает необходимость улучшения эксплуатационных свойств госсиполовой смолы, в частности температуры размягчения, прочности сцепления с матрицей путём её модификации.

Для физико-химической модификации госсиполовой смолы нами были исследовано влияние гидролизного лигнина, гашёной извести, гексаметилентетрамина на физико-механические свойства и механизм их взаимодействия с госсиполовой смолой.

С целью выяснения возможности дальнейшего улучшения этих показателей, которые играют определяющую роль в композиционных материалах, предназначенных для асфальтобетонных покрытий дорог и герметизации их деформационных швов и трещин, были исследованы свойства госсиполовой смолы, модифицированной гидролизным лигнином из хлопковой шелухи.



**Рис. 1. Зависимость температуры размягчения (1), глубины проникания иглы (2), растяжимости (3) и прочности сцепления с бетоном (4) госсиполовой смолы от содержания гидролизного лигнина из хлопковой шелухи**

Модификацию проводили путем смешения гидролизного лигнина с госсиполовой смолой при температуре  $180 \pm 5^\circ\text{C}$  в течение 20-22 минут в смесителе типа СМ-3.

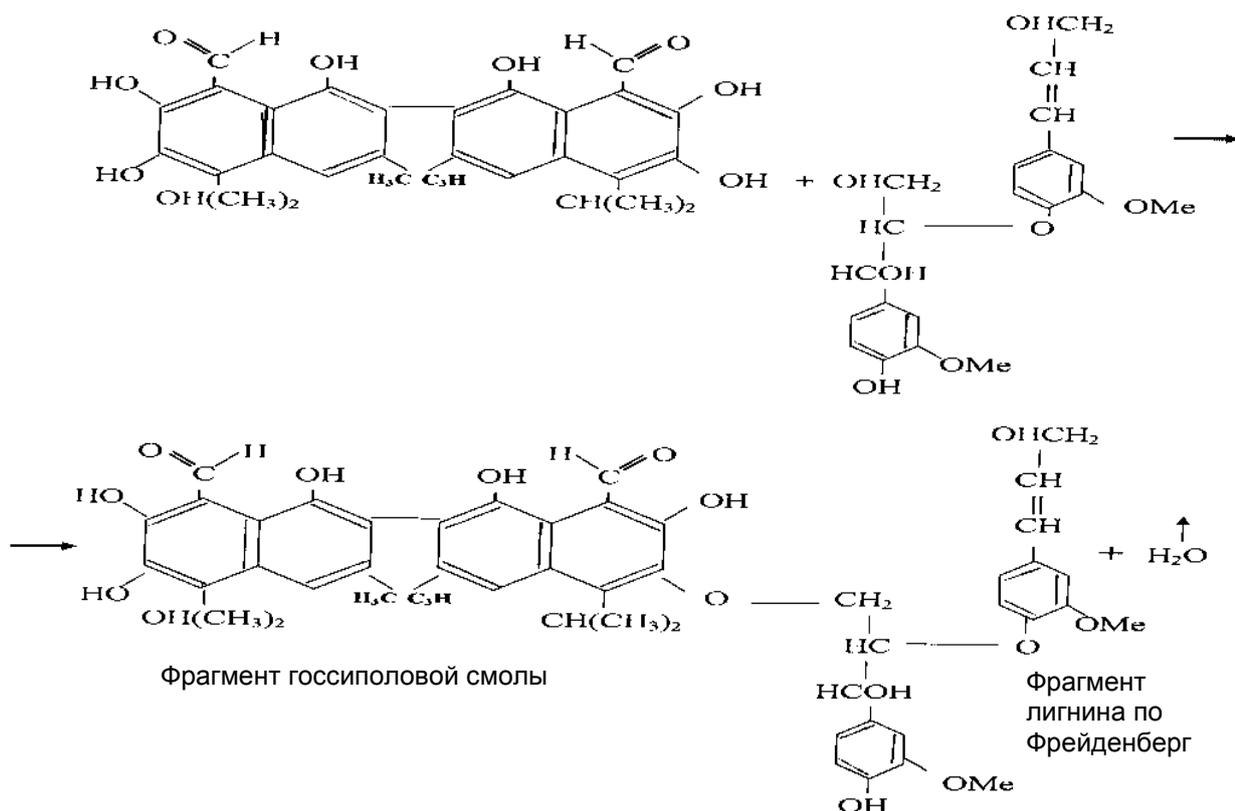
Перед смешением гидролизный лигнин был измельчен в шаровой мельнице до крупности частиц от 0,250 до 0,100 миллиметров.

На рис. 1 представлены зависимости температуры размягчения, глубины проникания иглы, растяжимости при  $25^\circ\text{C}$  и прочности сцепления с бетоном госсиполовой смолы, модифицированной в указанных условиях, от содержания гидролизного лигнина.

Закономерности хода кривых рис. 1 показывают, что гидролизный лигнин в условиях получения битумных композиций, т.е. при  $170-180^\circ\text{C}$ , способствует увеличению таких показателей, как температура размягчения,

прочность сцепления с бетоном, растяжимость при 25<sup>0</sup>С и снижению глубины проникания иглы с увеличением содержания лигнина в битумной композиции.

Такая закономерность, на наш взгляд, объясняется тем, что гидролизный лигнин, благодаря наличию в своей структуре реакционноспособных гидроксильных групп вступает во взаимодействие с гидроксильными группами госсиполовой смолы и в результате поликонденсационных процессов увеличивается средняя молекулярная масса системы гидролизный лигнин + госсиполовая смола, что можно предположительно представить в виде нижеследующей химической реакции:



Из совокупности исследований свойств модифицированной гидролизным лигнином госсиполовой смолы можно заключить, что гидролизный лигнин вступает во взаимодействие с госсиполовой смолой, что в итоге приводит к увеличению общей молекулярной массы системы, увеличению ее температуры размягчения и прочности сцепления с бетоном, которые являются основными факторами формирования эксплуатационных характеристик композиционных материалов, предназначенных для дорожного, гражданского и промышленного строительства.

При модификации госсиполовой смолы гашеной известью и гексаметилентетрамином также протекает процесс поликонденсации за счёт взаимодействия гидроксильных групп с выделением Н<sub>2</sub>О при температуре 170-180<sup>0</sup>С приводящее к увеличению общей молекулярной массы госсиполовой смолы, т.е. олигомерные составляющие переходят в полимерное состояние.

Из результатов проведенных исследований при модификации госсиполовой смолы такими ингредиентами, как гидролизный лигнин, гексаметилентетрамин, гашёная известь, необходимо принимать за оптимальное количество гидролизного лигнина 15-20%, гашёной извести 5-7%, гексаметилентетрамина 3-4%.

При этом следует отметить, что каждый из этих ингредиентов способствует в определённой степени повышению её температуры размягчения и улучшению таких характеристик как глубина проникания иглы, растяжимость, прочность сцепления с бетоном, которые приведены в табл. 1.

**Таблица 1**

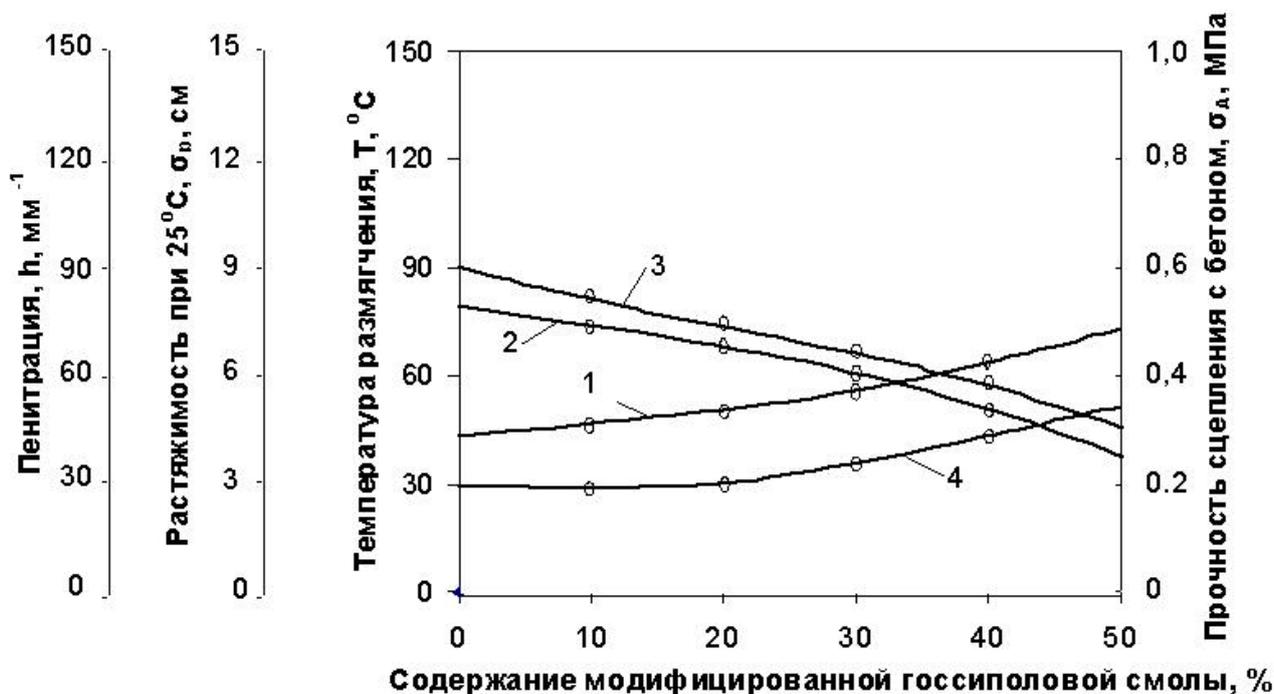
**Сравнительные характеристики модифицированной госсиполовой смолы с битумом**

Показатели	Состав материала				
	битум, 100 мас.ч.	госсипо- ловая смола 50/50 мас.ч.	госсиполов ая смола 100 мас.ч.+ гидролизн ый лигнин 15-20 мас.ч.	госсиполов ая смола 100 мас.ч. + уратрапин 3-4 мас.ч.	госсиполов ая смола 100 мас.ч.+ известь 5-7 мас.ч.
Температура размягчения, °С	43	20	65	62	45
Растяжимость при 25°С, см	73	100	47	40	58
Прочность сцепления с бетоном, МПа	0,02	0,01	0,28	0,3	0,12
Глубина про- никания иглы при 25°С, мм <sup>-1</sup>	70	90	30	25	50

### **Модификация битумов органическими и минеральными ингредиентами и исследование их физико-механических свойств**

Из полученных выше результатов появляется необходимость изучения влияния количественного содержания модифицированной госсиполовой смолы, а также резиновой крошки, вторичного поливинилхлорида и полиэтилена, базальтового волокна и активированного волластонита на формирование свойств битумных композиций.

В первую очередь нами были проведены исследования модификации битумов с предварительно модифицированной госсиполовой смолой.



**Рис. 2. Зависимость температуры размягчения (1), растяжимости при 25°C (2), пенитрации (3) и прочности сцепления с бетоном (4) битума от содержания модифицированной госсиполовой смолы**

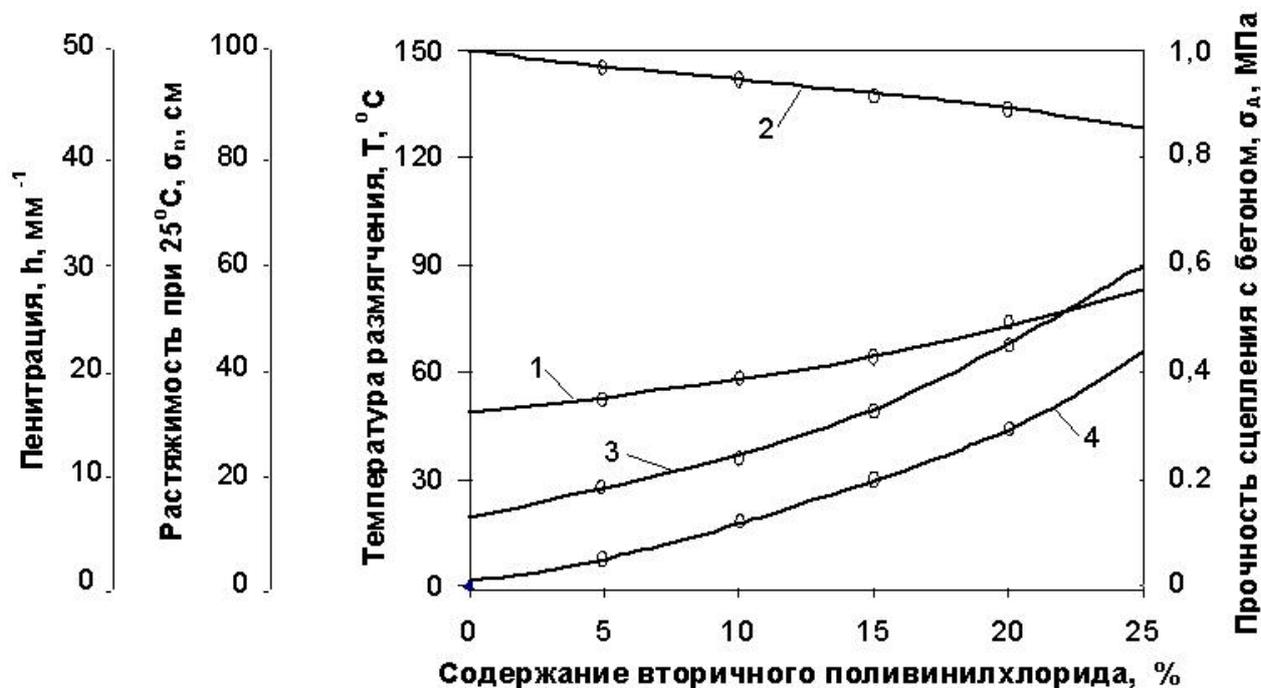
Как видно из кривых рис. 2 при введении модифицированной госсиполовой смолы в состав битума его характеристики улучшаются, т.е. температура размягчения повышается на 15-20°C, растяжимость снижается от 7,5 до 4,0 см, пенитрация снижается от 90 до 50 мм<sup>-1</sup>, прочность сцепления с бетоном возрастает с 0,02 до 0,3 МПа, что указывает на возможность замены битума при разработке битумных композиций на модифицированную госсиполовую смолу до 60% и более. На основе этого вытекает вывод о том, что модифицированную госсиполовую смолу можно использовать как один из основных ингредиентов битумной композиции. В силу того, что госсиполовая смола является отходом масложировой промышленности и в настоящее время практически не используется, это может способствовать значительному снижению себестоимости битумной композиции при освоении технологии ее промышленного производства.

Однако по таким показателям, как прочность сцепления с бетоном и температура размягчения, она не отвечает тем требованиям, которые предъявляются битумным композициям со стороны строителей дорог, гражданских и промышленных объектов.

С целью дальнейшего улучшения битумно-госсиполовой композиции до указанных требований, она была модифицирована вторичным полиэтиленом, поливинилхлоридом, резиновой крошкой, базальтовым волокном и активированным волластонитом. Для улучшения адгизионных и других характеристик битумно-госсиполовой композиции она была модифицирована вторичным поливинилхлоридом.

Модификацию битумно-госсиполовой композиции отходами из поливинилхлорида проводили путем смешения в лабораторном смесителе при 180°C в

течение 20-22 минут до образования однородной массы. После этого масса выгружалась на поддоны для охлаждения. После охлаждения и вылежки около 16 часов готовили образцы для определения их физико-механических характеристик. Полученные результаты отражены на рис. 3.



**Рис. 3. Зависимость температуры размягчения (1), глубины проникания иглы (2), растяжимости при  $25^\circ\text{C}$  (3) и прочности сцепления с бетоном (4) битумно-госсиполовой композиции от содержания вторичного поливинилхлорида**

Как видно из хода кривой 1, температура размягчения битумно-госсиполовой композиции имеет тенденцию к линейному повышению по мере увеличения количества вторичного поливинилхлорида в композиции и при содержании 25 мас.ч. достигает  $75^\circ\text{C}$ . Глубина проникания иглы (кр. 2) при этом снижается до  $45 \text{мм}^{-1}$ . Растяжимость при  $25^\circ\text{C}$  увеличивается от 1,5 до 6,0 см. Прочность сцепления с бетоном, т.е. адгезионная прочность, возрастает от 0,1 до 0,42 МПа (кр. 4).

Такую закономерность влияния вторичного поливинилхлорида на физико-механические характеристики битумно-госсиполовой композиции можно объяснить тем, что вторичный поливинилхлорид, будучи линейным полимером, в определенной степени подвергается набуханию за счет поглощения сравнительно низкомолекулярных составляющих битума и госсиполовой смолы.

По мере набухания вторичного поливинилхлорида увеличивается плотность композиции, т.е. общая вязкость. При охлаждении данная композиция переходит практически в твердое состояние благодаря наличию высокомолекулярного поливинилхлорида с линейной структурой.

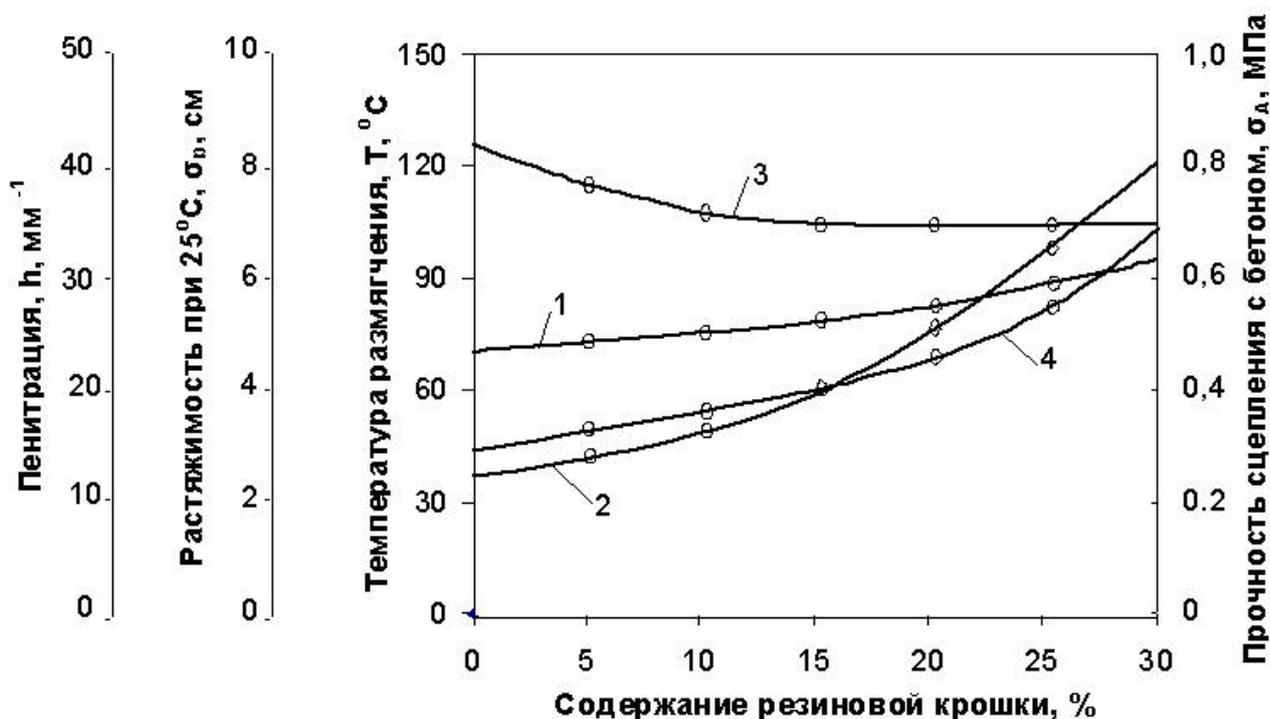
Наличие такой структуры в составе битумно-госсиполовой композиции в итоге приводит к улучшению ее комплексных характеристик, так как линейные макромолекулы поливинилхлорида играют роль армирующего компонента в исследуемой композиции на макромолекулярном уровне.

С другой стороны, наличие ионов хлора в макромолекуле поливинилхлорида создает благоприятные условия для взаимодействия поливинилхлорида с госсиполовой смолой, которая имеет в большом количестве гидроксильные группы способные вступать в реакцию с ионами хлора, при которой образуется  $HCl$ , т.е. соляная кислота.

Образовавшаяся соляная кислота может играть роль катализатора поликонденсационных процессов между олигомерными составляющими госсиполовой смолы с последующим превращением их в высокомолекулярные смолы с соответствующими физико-механическими свойствами.

Значительное увеличение прочности сцепления битумно-госсиполовой композиции, модифицированной вторичным поливинилхлоридом, также можно объяснить наличием ионов хлора, которые имеют отрицательный потенциал и склонны к образованию водородных связей, что, в итоге, приводит к усилению прочности сцепления композиционных материалов с бетоном.

Далее было исследовано влияние количества резиновой крошки на свойства битумных композиций (рис. 4).



**Рис. 4. Зависимость температуры размягчения (1), растяжимости при  $25^\circ C$  (2), пенитрации (3) и прочности сцепления с бетоном (4) битумно-госсиполовой композиции от содержания резиновой крошки**

Как видно из кривых рис. 4, резиновая крошка оказывает существенное влияние на формирование свойств битумных композиций. В частности, температура размягчения увеличивается от 70 до 95<sup>0</sup>С (кр. 1) по мере увеличения содержания резиновой крошки в рецептуре от 5 до 30%.

Растяжимость при температуре 25<sup>0</sup>С достигает более 8 см. Показатель пенитрации, т.е. глубина проникания иглы, при температуре 25<sup>0</sup>С уменьшается и доходит до 35 мм<sup>-1</sup> (кр. 3), а прочность сцепления с бетоном прямолинейно повышается и достигает 0,7 МПа при содержании резиновой крошки 30% (кр. 4).

Наблюдаемую закономерность зависимости свойств битумно-госсполовой композиции от количества резиновой крошки в рецептуре можно объяснить тем, что в процессе варки определенная часть резины растворяется в битуме и госсиполовой смоле и превращается в клееподобное вещество, что способствует повышению вязкости всей системы. Не растворившаяся часть резиновой крошки играет роль эластичного наполнителя и способствует повышению твердости битумной композиции, в результате чего сокращается степень пенитрации и увеличивается прочность сцепления с бетоном. Кроме того, увеличение температуры размягчения от 50 до 90<sup>0</sup>С по мере увеличения содержания резиновой крошки объясняется тем, что резиновая крошка образует водородные связи между компонентами, входящими в композицию. С учетом приведенных суждений и исходя из хода кривых рис. 4 за оптимальное количество резиновой крошки в рецептуре битумной композиции можно принять 10-15%.

Если учесть, что *температура размягчения полиэтилена низкой плотности находится* в пределах 100-120<sup>0</sup>С, а температура расплавления и текучести находится на уровне 150-170<sup>0</sup>С, в условиях производства битумной композиции можно ожидать получения однородной расплавленной массы, которая будет играть роль комбинированного полимерного связующего и определять теплостойкость и долговечность получаемых композиций.

С учетом отмеченного *мы исследовали влияние различного количества вторичного полиэтилена на температуру размягчения битумно-госсполовой композиции.*

Как показали результаты исследований, по мере увеличения содержания вторичного полиэтилена температура размягчения, как и в случае модификации битумов поливинилхлоридом, имеет тенденцию к некоторому повышению.

*Проведённые исследования по выявлению влияния таких ингредиентов, как вторичный полиэтилен, поливинилхлорид и резиновая крошка, на физико-механические свойства битумных композиций* показали, что все они в определенной степени способствуют улучшению свойств разрабатываемых битумных композиций. В частности, введение вторичного полиэтилена в композицию до 25% повышает температуру размягчения от 50 до 65<sup>0</sup>С, а введение вторичного поливинилхлорида до 25% способствует также увеличению температуры размягчения от 50 до 70<sup>0</sup>С и увеличению прочности

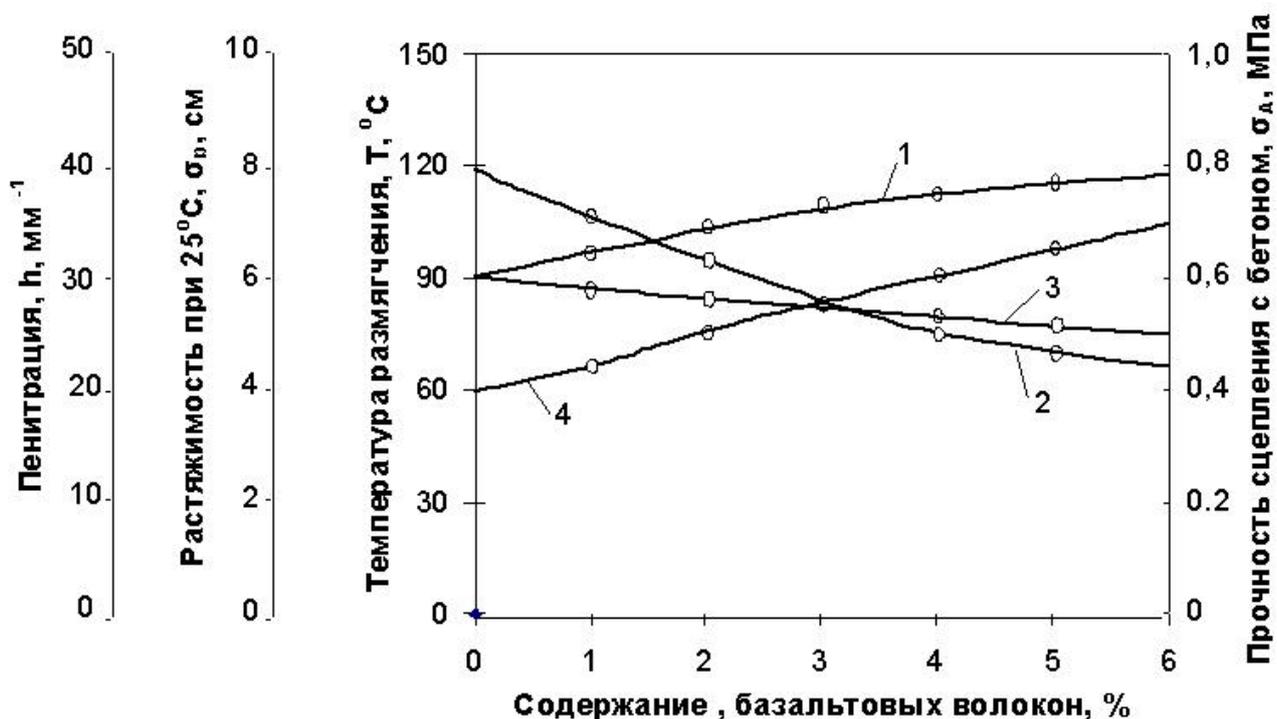
сцепления с бетоном от 0,01 до 0,4 МПа. Введение резиновой крошки до 25% приводит к увеличению температуры размягчения от 50 до 75-80<sup>0</sup>С, при этом прочность сцепления с бетоном увеличивается от 0,04 до 0,7 МПа, а другие показатели как растяжимость возрастают от 3 до 7 см а глубина проникания иглы, т.е. пенитрация снижается от 40 до 35 мм<sup>-1</sup> соответственно.

Как видно из приведённого, свойства битумных композиций содержащих вышеназванные ингредиенты по своим характеристикам приближаются к предъявляемым требованиям.

Однако по показателю температуры размягчения, и пенитрации не в полной мере отвечают этим требованиям.

С целью доведения их свойств до уровня требований предъявляемых условиями эксплуатации нашей Республики к битумным композициям были исследованы влияние наполнителей минерального происхождения как базальтовое волокно и активированный воластонит на их эксплуатационные свойства.

На рис. 5 приведены результаты исследований влияния количества базальтовых волокон на свойства разрабатываемых битумных композиций. При этом количество остальных компонентов сохранено на ранее принятом уровне.



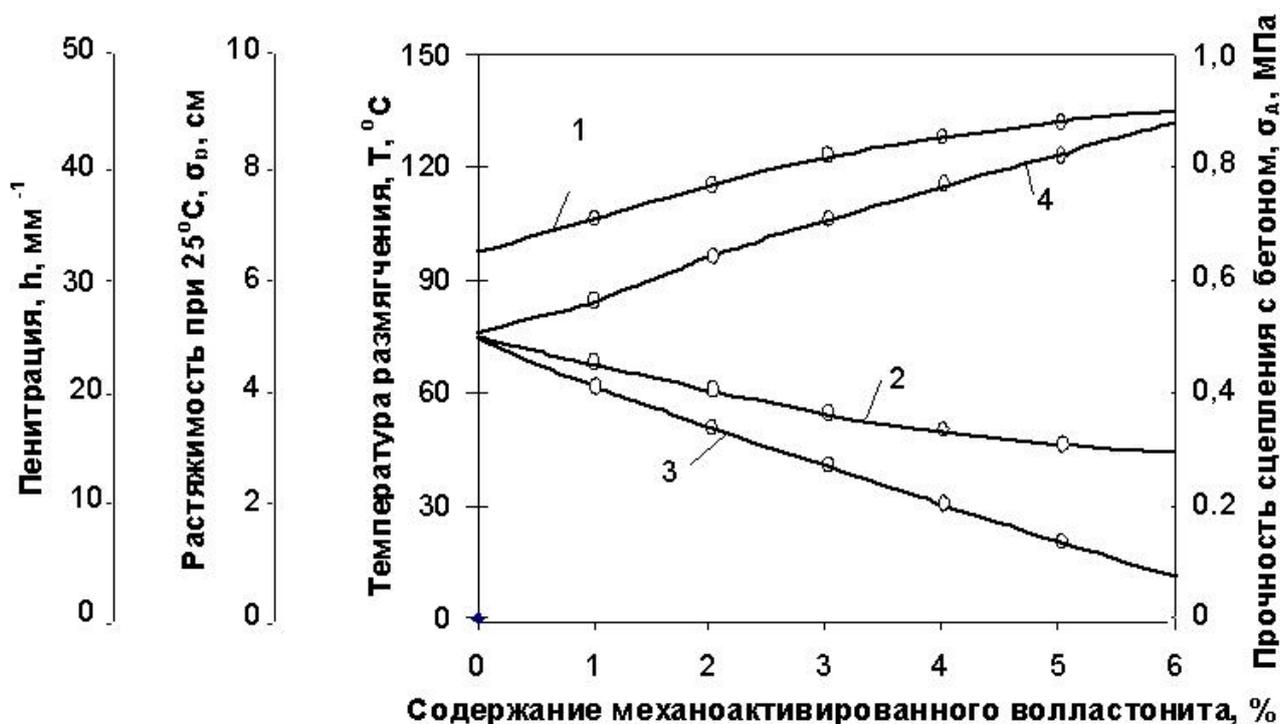
**Рис. 5. Зависимость температуры размягчения (1), растяжимости при 25°C (2), пенитрации (3) и прочности сцепления с бетоном (4) битумных композиций от содержания базальтовых волокон**

Как показывает ход кривых рис. 5, базальтовые волокна способствуют некоторому улучшению прочности сцепления с бетоном и повышению температуры размягчения. Показатель пенитрации уменьшается с 40 до 25 мм<sup>-1</sup>.

Характер кривых объясняется волокнистой структурой базальтовых волокон, которые играют роль армирующего наполнителя в композиции, что вполне согласуется с увеличением твердости и температуры размягчения битумных композиций. Показатели растяжимости и пенитрации падают по мере увеличения количества базальтовых волокон в композиции, что также подтверждает армирующую роль данного компонента.

Из хода кривых рис. 5. видно, что введение определенного количества базальтовых волокон способствует в некоторой степени улучшению ряда показателей битумных композиции без ухудшения показателей растяжимости и пенитрации. В силу этого, оптимальным количеством базальтовых волокон при варке битумных композиций можно принять 2-4%.

С целью выяснения возможности дальнейшего улучшения качества разрабатываемых битумных композиций нами было исследовано влияние количества механоактивированного волластонита на комплекс свойств битумных композиций (рис. 6).



**Рис. 6. Зависимость физико-механических свойств битумно-госсиполовой композиции от содержания механоактивированного волластонита: 1- температура размягчения; 2-растяжимость при 25°C; 3-пенитрация; 4- прочность сцепления с бетоном**

Как видно из рис. 6, механоактивированный волластонит способствует существенному улучшению комплекса свойств. Это видно из того, что при увеличении количества механоактивированного волластонита от 1 до 6% температура размягчения увеличивается от 95 до 125°C. Прочность сцепления с

бетоном возрастает от 0,5 до 1,1 МПа. Показатели пенитрации и растяжимости при 25°С сохраняются на уровне требований республиканских технических условий.

Исходя из хода кривых рис. 6, можно сделать вывод, что механоактивированный волластонит в определенной степени играет роль модификатора госсиполовой смолы и битумов. Это подтверждается улучшенными показателями разработанных битумных композиции по сравнению с существующими и применяющимися в дорожном, гражданском и промышленном строительстве.

Исследование влияния таких наполнителей, как базальтовое волокно и волластонит, показали, что они приводят к существенному улучшению разрабатываемых битумных композиции, т.е. при увеличении количества базальтового волокна от 1 до 6% температура размягчения увеличивается от 70 до 95°С, прочность сцепления с бетоном возрастает от 0,6 до 0,7 МПа, растяжимость и степень пенитрации сокращаются от 5 до 3 см и от 25 до 4 мм<sup>1</sup> соответственно. При добавлении от 1 до 6% активированного волластонита в битумные композиции температура размягчения увеличивается от 95 до 125°С, прочность сцепления с бетоном увеличивается от 0,5 до 1,1 МПа показатели пенитрации и растяжимости при 25°С сохраняются на уровне требований республиканских технических условий.

Таким образом можно заключить, что базальтовые волокна и активированный волластонит могут быть одними из эффективных наполнителей в разрабатываемые битумные композиции.

### **Разработка эффективных составов битумных композиций с использованием ингредиентов на основе местного сырья и техногенных отходов**

Совокупность проведенных исследований по модификации госсиполовой смолы и битумов научно обоснованно выбранными ингредиентами, такими как гидролизный лигнин, гегсаметилентетрамин, гашеная известь, резиновая крошка, вторичный полиэтилен и поливинилхлорид, механоактивированные базальтовые волокна, волластонит, дают возможность получения эффективных битумных композиционных материалов с высокими физико-механическими свойствами, которые полностью отвечают требованиям, предъявляемым к ним со стороны строителей дорог, гражданских и промышленных объектов, вытекающих из климатических условий нашей республики и в целом Центрально-Азиатского региона.

Необходимо отметить, что вышеизложенное и полученные результаты подтверждают правомерность выдвинутой нами гипотезы о возможности получения эффективных битумных композиций путём научнообоснованного выбора таких ингредиентов, позволяющих модифицировать госсиполовую смолу и битумы, благодаря их способности к физико-химическому взаимодействию и образовывать битумные композиции с высокими физико-механическими свойствами.

Таблица 2

**Физико-механические свойства разработанных битумных композиций на основе местного сырья и  
техногенных отходов**

Наименование показателей	БК-80/1	БК-80/2	БК-80/3	БК-90/1	БК-90/2	БК-90/3	БК-100/1	БК-100/2	БК-100/3	БК-110/1	БК-110/2	БК-110/3	БК-120/1	БК-120/2	БК-120/3	БК-130/1	БК-130/2	БК-130/3
Температура размягчения, °С, не ниже (ГОСТ 11505-66)	82	79	81	91	90	92	98	101	100	114	116	112	118	120	123	126	128	131
Температура хрупкости по Фраусу, °С, (ГОСТ 11507-65)	-20	-22	-20	-21	-22	-23	-22	-24	-24	-21	-23	-22	-24	-26	-25	-26	-28	-29
Растяжимость при 25 °С, см, не ниже (ГОСТ 11505-65)	4,2	4,1	4,0	3,8	3,6	3,9	3,4	3,6	3,5	3,1	3,3	3,2	3,0	3,2	3,3	2,8	2,7	2,9
Прочность сцепления с бетоном, МПа (ГОСТ 11508-65)	0,29	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35	0,39	0,42	0,40	0,51	0,48	0,50	0,65	0,71	0,73	0,82	0,84	0,91
Глубина проникания иглы при 25 °С, мм <sup>-1</sup> (ГОСТ 11501-65)	30,0	28,0	32,0	26,0	28,0	29,0	26,0	27,0	28,30	22,0	24,0	23,0	18,0	16,0	17,0	16,0	14,0	15,0
Водопоглощение за 24 часа, %	0,18	0,20	0,21	0,16	0,17	0,15	0,14	0,16	0,13	0,13	0,15	0,16	0,13	0,12	0,14	0,12	0,13	0,12

На основании комплекса анализов полученных результатов и выявленных закономерностей влияния количества различных ингредиентов и их структурных особенностей на свойства битумных композиций и технологических факторов их получения разработаны ряд рецептур, позволяющие получать битумные композиции с заранее заданными технологическими и физико-механическими свойствами, предназначенные для получения эффективных битумных композиционных материалов для дорожного, гражданского и промышленного строительства.

Проведены комплексные исследования физико-механических свойств битумных композиций, полученных по разработанным рецептурам и с соблюдением оптимальных технологических режимов, т.е. температура смешения  $185 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , время смешения 3,5-4 часа.

С учётом специфики производственных условий и наличия тех или иных компонентов, были разработаны упрощенные рецептуры битумных композиций. При этом были учтены их взаимозаменяемость без ухудшения основных физико-механических характеристик битумных композиций.

В таблице 2 приведены результаты исследований физико-механических свойств упрощенных вариантов разработанных битумных композиций. Как видно из таблицы 2, физико-механические свойства битумных композиций, содержащих 5-6 компонентов в различных соотношениях, близки друг-другу и отвечают требованиям, предъявляемым к битумным композициям, и определяемые климатическими условиями нашей республики.

### **Технология получения эффективных битумных композиций с использованием ингредиентов на основе местного сырья и техногенных отходов**

Результаты исследований проведенных в лабораторных условиях, легли в основу разработки технологии получения битумных композиций для использования в дорожном, гражданском и промышленном строительстве на основе местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов.

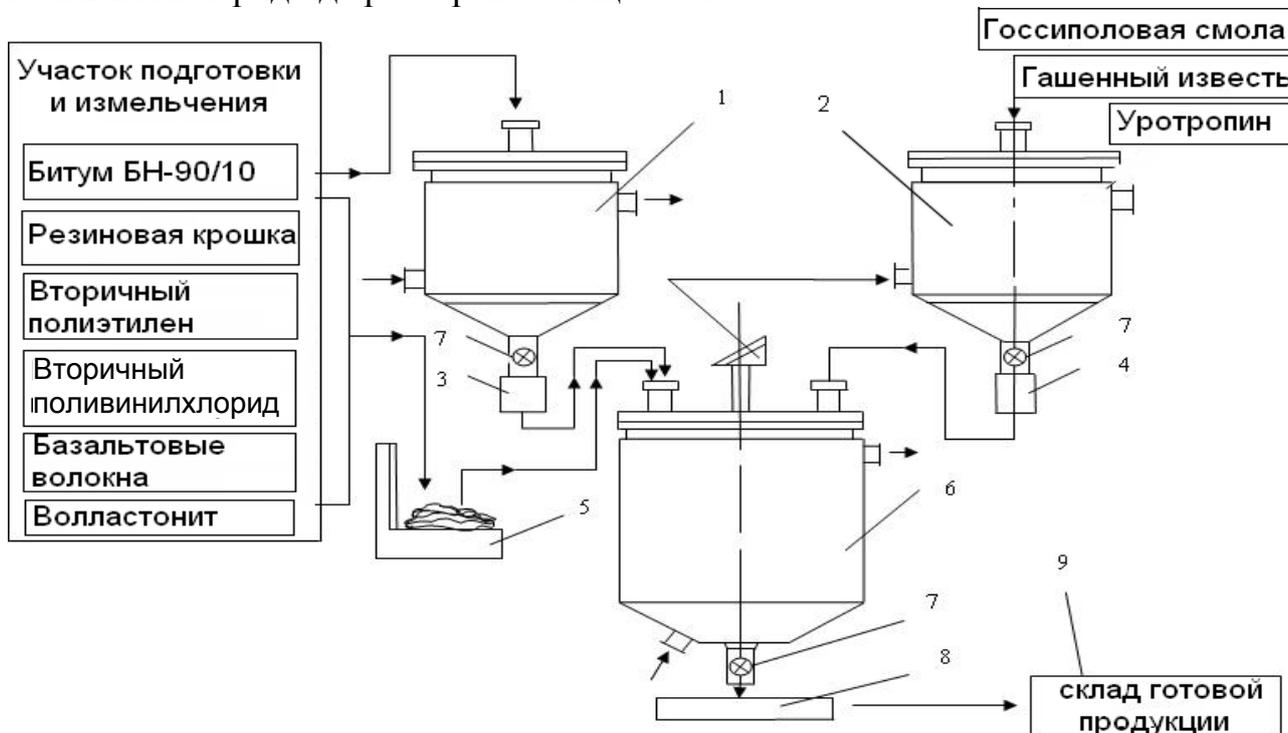
На рис. 7 приведена схема разработанной нами опытно-производственной технологической линии, позволяющей вырабатывать порядка 5-6 т. битумных композиций в сутки.

Технологический процесс получения битумных композиций состоит из следующих стадий: подготовка сыпучих ингредиентов (очистка от нежелательных примесей, тонкое измельчение, мехноактивация); подготовка битума; модификация госсиполовой смолы и подача для смешивания; дозировка ингредиентов и подача для их смешения; смешение ингредиентов для получения битумных композиций; выгрузка битумных композиций на поддоны, охлаждение и передача в склад готовой продукции.

Полный технологический процесс включает в себя следующие вспомогательные и основные операции: подготовка сыпучих ингредиентов осуществляется на подготовительном участке, где осуществляется измельчение таких ингредиентов, как отработанная резина, гидролизный

лигнин, вторичный полиэтилен и поливинилхлорид, до порошкообразного состояния, а базальтовые волокна, гашеная известь и волластонит, кроме их измельчения, механоактивируются.

Минеральные ингредиенты и гидролизный лигнин измельчаются до размеров частиц не более 0,2 мм, а вторичный полиэтилен вторичный поливинилхлорид - до размеров частиц 5-7 мм.



1- реактор расплавления битума; 2- реактор для модификации госсиполовой смолы; 3, 4 – расходомеры; 5- весы; 6- реактор получения эффективной битумной композиции; 7- вентили; 8- поддон; 9- склад готовой продукции

**Рис. 7. Технологическая схема получения эффективных битумных композиций**

Битум марки БН-90/10 в участок поступает в виде рулона, обёрнутого в крафт-бумагу. Сначала он освобождается от бумаги и измельчается до небольших размеров. Затем взвешивается согласно рецептурной карты и загружается в реактор 1, снабженный регулируемым паровым или электрическим обогревом, позволяющим поддерживать температуру в пределах 110-120<sup>0</sup>С.

Госсиполовая смола и модифицирующие добавки поступают и загружаются в реактор 2, который изготовлен аналогично реактору 1 с обогреваемой рубашкой до температуры 170-180<sup>0</sup>С, где госсиполовая смола модифицируется.

Из реакторов 1 и 2 расплавленный до текучего состояния битум БН-90/10 и модифицированная госсиполовая смола через дозаторы 3 и 4 поступают в реактор 6 для смешения с остальными ингредиентами. В свою очередь ингредиенты взвешиваются на весах 5 по рецептуре, также одновременно загружаются в реактор 6.

Смешение загруженных в реактор компонентов продолжается в течение 2,5 часов при температуре 180±10<sup>0</sup>С.

Затем готовая битумная композиция, открывая вентеля 7, выгружается на поддоны 8 размерами 70×50×5 см и охлаждается до комнатной температуры на стеллажах и передается на склад готовой продукции 9.

### **Практические и экономические аспекты разработанных битумных композиций с использованием ингредиентов на основе местного сырья и техногенных отходов**

**Организация выпуска опытно-промышленных партий разработанных битумных композиций, определение их физико-механических свойств и проведение дорожно-эксплуатационных испытаний.** Опытные партии разработанных битумных композиций на основе местного сырья и техногенных отходов были выпущены на опытной базе ГП по РЭДХ Узбекистанского района Ферганской области ГАК «УЗАВТОЙУЛ». Подготовку необходимых ингредиентов осуществляли на производственном участке NTTS «КОМПОЗИТ» и НТК «Фан ва тараккиёт». Были выпущены 25 тонн битумных композиций по разным рецептурам, отличающиеся соотношением ингредиентов, затем были испытаны их физико-механические и эксплуатационные свойства.

Как показали результаты исследований, физико-механические свойства выпущенных опытно-промышленных партии битумных композиций находятся на уровне требований разработанных нами технических условий.

Дорожно-эксплуатационные испытания опытно-промышленных партий битумных композиций в количестве 25 тонн были проведены путем заполнения деформационных швов бетонного и трещин асфальтобетонного покрытия на автомобильной дороге М-39 «Алматы-Бишкек-Ташкент-Самарканд-Термез-Душанбе».

**Технико-экономический эффект от применения разработанных битумных композиций** в качестве герметизирующих материалов деформационных швов и трещин бетонных и асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог рассчитали по следующей формуле:

$$\mathcal{E} = [ (C_{\text{Б}} - C_{\text{БК}}) \cdot Q_{\text{ВБК}} ] K_{\text{ДВ}}$$

где:  $C_{\text{Б}}$  – цена выпускаемого заводами республики;

$C_{\text{БК}}$  – цена битумной композиции;

$Q_{\text{ВБК}}$  – количество битумной композиции;

$K_{\text{ДВ}}$  – коэффициент долговечности разработанной битумной композиции.

Необходимо отметить, что проведенные дорожно-эксплуатационные испытания опытно-промышленных партий выпущенных битумных композиций показали, что их срок службы в 2-2,5 раза больше в условиях нашей республики по сравнению с отечественными выпускаемыми битумами. В силу этого коэффициент долговечности разработанных битумных композиций принят равным 2, т.е.  $K_{\text{ДВ}} = 2$ . При этом реальный экономический эффект от использования разработанных битумных композиций в количестве 25 тонн с учетом их долговечности составил 15 млн.сум.

При производстве 1000 тонн разработанной композиции, при цене 1 тонны битумной композиции 350 тысяч сум и использовании её только для герметизации деформационных швов бетонных и трещин асфальтобетонных покрытий дорог, ожидаемый экономический эффект при цене 1 тонны отечественного битума 650 тысяч сум, за счет дешевизны битумной композиции и повышенного срока её эксплуатации в два раза, составляет 600 млн. сум.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Впервые научно обоснована возможность получения эффективных битумных композиций путём модификации их при температуре от 120 до 180<sup>0</sup>С полифункциональными соединениями и структурообразователями как органического, так и неорганического происхождения (модифицированная госсиполовая смола, гидролизный лигнин, гашёная известь, гексаметилентетрамин, резиновая крошка, вторичные полиэтилен и поливинилхлорид, базальтовое волокно и механоактивированный волластонит) в количестве обеспечивающим создание полиструктурных звеньев в битумной композиции, благоприятно сказывающееся на возрастание температуры размягчения, тепло- и морозостойкости битумных композиций.

2. Установлена, корреляционная зависимость «состав - свойство», выявлены закономерности формирования физико-механических свойств битумных композиций в зависимости от вида и содержания органических и неорганических ингредиентов. Отмечено, что с увеличением содержания органических ингредиентов от 5 до 30 мас.ч. минеральных ингредиентов от 1 до 6 мас.ч. наблюдается тенденция улучшения комплексных свойств битумной композиции, которое обеспечивается за счёт химического взаимодействия между матрицей и ингредиентами, т.е. за счет поликонденсационных процессов, протекающих между гидроксильными группами госсиполовой смолы, гидролизного лигнина, гашёной извести, гексаметилентетрамина с образованием эфирных химических связей, приводящих к увеличению общей молекулярной массы с образованием олигомерных и полимерных соединений, а наполнители минерального происхождения, такие как базальтовое волокно и механоактивированный волластонит способствуют образованию водородных связей между компонентами, входящими в состав битумных композиций.

3. Разработаны оптимальные составы битумных композиций с учетом взаимозаменяемости используемых ингредиентов без ухудшения их технологических, физико-механических и эксплуатационных характеристик и обладающие повышенной работоспособностью и долговечностью, за счет взаимодействия компонентов между собой и образования физико-химических связей на межфазной границе, приводящих к улучшению комплекса физико-механических свойств получаемых битумных композиций.

4. На основе выявленных закономерностей разработаны научно-технологические принципы создания и получения эффективных битумных

композиций с заранее заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

5. Разработана технологическая схема производства битумных композиций. Данная технология налажена на опытной базе ГП и РЭДХ Узбекистанского района Ферганской области ГАК «Узавтойул» и выпущены 5 опытно-промышленных партий разработанных битумных композиций в количестве 25 тонн, проведены их дорожно-эксплуатационные испытания путем герметизации деформационных швов бетонных и трещин асфальтобетонных дорог.

6. На основании проведенных комплексных исследований и полученных результатов разработаны технологический регламент ТР-БК-2009 на промышленное производство разработанных битумных композиций и технические условия TSh14-22:2009. Технико-экономическими расчетами установлено, что реальный экономический эффект от использования выпущенных опытных партий разработанных битумных композиций в количестве 25 тонн составил 15 млн. сум, а при производстве 1000 тонн разработанной битумной композиции достигается экономический эффект в размере 600 млн. сум за счет снижения себестоимости и повышения срока их эксплуатации 2-2,5 раза.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

1. Собиров Б.Б., Абдуллаев А.Х., Негматов С.С., Юлдашов Д.Я., Салимсаков Ю.А., Кабулов Н.С. Исследование физико-химических свойств технического гидролизного лигнина и продуктов его модификации // Журнал «Композиционные материалы». –Ташкент, 2007. -№4.- С.91-92.

2. Абдуллаев А.Х., Собиров Б.Б., Негматов С.С., Салимсаков Ю.А., Кабулов Н.С. Модификация дорожно-строительных битумов гидролизным лигнином из хлопковой шелухи и исследование их свойств // Журнал «Композиционные материалы». –Ташкент, 2008. -№1.- С.30-31.

3. Абдуллаев А.Х., Собиров Б.Б., Негматов С.С. Исследование свойств госсиполовой смолы, модифицированной известью и гексаметилентетрамином // Журнал «Композиционные материалы». –Ташкент, 2008. -№2.- С.86-87.

4. Абдуллаев А.Х., Собиров Б.Б., Негматов С.С.. Исследование свойств битумов модифицированных различными ингредиентами // Материалы Республиканской научно-технической конференции. – Ташкент: Композиционные материалы: структура, свойства и применение, 2008. -С.98-99.

5. Негматов С.С., Собиров Б.Б., Абдуллаев А.Х., Салимсаков Ю.А., Рахмонов Б.Ш Негматова К.С., Эргашев Э., Жонузаков А.А. Повышение долговечности высоконаполненных композиционных полимерных материалов предназначенных для покрытия автомобильных дорог // Материалы IV Международной научно-технической конференции. – Италия: Полимеры и композиционные материалы, 2008. - С. 150-151.

6. Собиров Б.Б., Негматов С.С., Абдуллаев А.Х., Салимсаков Ю.А., Иноятов К.М. Повышение эксплуатационной долговечности

высоконаполненных композиционных полимерных материалов, предназначенных для покрытия автомобильных дорог. // Сб. науч. трудов Ташкентского государственного технического университета «Инновация - 2008». – Ташкент, 2008. - С. 134-135.

7. Негматов С.С., Собиров Б.Б., Абдуллаев А.Х., Солиев В.Х., Махкамов Д.И. Улучшение экологического состояния республики путем утилизации техногенных отходов химической и горно-металлургической промышленности. // Кимёнинг долзарб муаммолари: Тез. докл. Респ. илмий-амалий конф. - Самарканд, 2009. - С. 64-65.

8. Абдуллаев Д.И., Собиров Б.Б., Негматов С.С., Абдуллаев А.Х., Салимсаков Ю.А., Солиев Р.Х., Махкамов Д.И., Рахимов Х.Ю., Гулямов Г.Г. Тепло-износостойкие композиционные материалы для ремонта и герметизации швов асфальтобетонных дорог // Журнал «Композиционные материалы». – Ташкент, 2009. -№ 1. - С. 74-75.

9. Абдуллаев А.Х. Модификация битумно-госсиполовой композиции вторичным поливинилхлоридом для применения в асфальтобетонных покрытиях дорог и герметизации их деформационных швов // Материалы Республиканской межвузовской научно-технической конференции молодых ученых. –Ташкент: 2009. - С. 43-44.

10. Собиров Б.Б., Абдуллаев А.Х., Махкамов Д., Солиев Р., Иноятов К. Исследование физико-химических свойств битумных композиций, от содержания активированных наполнителей минерального происхождения. // Материалы республиканской научно-технической конференции. – Ташкент: Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение, 2010. - С. 70-71.

11. Абдуллаев А.Х. Битумные композиции для дорожного строительства. // Материалы республиканской научно-технической конференции. – Ташкент: Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение, 2010. - С. 215-216.

12. Абдуллаев А.Х. Технология получения эффективных битумных композиций с использованием ингредиентов на основе местного и вторичного сырья // Материалы Международной научно-технической конференции. – Навоий: Современная техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития, 2010. - С. 299-401.

**Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Абдуллаев Акбар Хикматовичнинг 02.00.16 – “Композицион материаллар кимёси ва технологияси” ихтисослиги бўйича “Кўп функционалли битум композицияларнинг самарали таркибларини ва уларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш” мавзусидаги диссертациясининг РЕЗЮМЕСИ**

**Таянч (энг мухим) сўзлар:** битум, композиция, тайёрлаш усули, иккиламчи полиэтилен, поливинилхлорид, госсипол катрони, гидролизли лигнин, сўндирилган оҳак, базальт толаси, тўлдиргич, технология, ҳарорат,

мустаҳкамлик, чўзилувчанлик, пенитрация, деформация чоклари, дарзлар, копламалар.

**Тадқиқот объектлари:** БН-90/10 (БНИ-V) ва БН-70/30 (БНИ-IV) русумли битумлар, госсипол катрони, гидролизли лигнин, уротропин, сўндирилган оҳак, резина майдаси, иккиламчи полиэтилен, поливинилхлорид, базальт толаси ва волластанит.

**Ишнинг мақсади** бўлиб маҳаллий хом ашё ва кўп вазифаларга мўлжалланган техноген чиқиндилар асосида органик ва ноорганик таркибий қисмлардан фойдаланган ҳолда юқори физикавий-механик хусусиятларга эга самарали битум композициялар таркибини ва уларни олиш технологияларини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

**Тадқиқот методлари:** юмшатиш ҳароратини, 25<sup>0</sup>С чўзилувчанлигини, пенетрация-игнасининг ботиш чуқурлигини, бетон билан улашиш мустаҳкамлигини, сув ютувчанлиги ва битум композициявий материалларининг бошқа физик-кимёвий ва физикавий-механик хусусиятларини аниқлаш тегишли ГОСТларга мувофиқ бажарилди.

**Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги:** илк бор композицияларни 120<sup>0</sup>С дан 180<sup>0</sup>С гача ҳароратда уларнинг кўп вазифаларга мўлжалланган бирикмалари ва тузилма шакллантирувчиларини ҳам органик, ҳам ноорганик (модификацияланган госсипол катрони, гидролизли лигнин, сўндирилган оҳак, уротропин, резина майдаси, иккиламчи полиэтилен, поливинилхлорид, базальт толаси ва механик фаоллашган волластонит) таркибий қисмлар билан, уларнинг битум композицияларнинг юмшатиш ҳароратини ошиб боришига ва уларнинг иссиқлик ва совуқбордошлигига ижобий таъсир кўрсатувчи табиати, тури ва таркибига қараб, модификациялаш йўли билан самарали битум композицияларни олиш имконияти илмий нуқтаи назардан асослаб берилди.

“Таркиб - хусусият” корреляцион ўзаро боғлиқлик аниқланди, битум композицияларнинг физикавий-механик хусусиятларини шаклланиш қонуниятари очиб берилди.

Очиб берилган қонуниятар асосида илк бор юқори физикавий-механик ва фойдаланиш хусусиятларга эга ҳамда йўл, фуқаролик ва саноат қурилиши учун мўлжалланган самарали битум композицияларни яратиш ва олишнинг илмий-услубий ва технологик тамойиллари ишлаб чиқилди.

Юқори физикавий-механик хусусиятларга эга, юқори ҳароратларда (100-120<sup>0</sup>С) фойдаланиш имкониятини берувчи, композицияга юқорида кўрсатилган органик ва минерал хом ашёлар билан ўзаро таъсирга кирганда физик-кимёвий боғланишлар пайдо бўлиши ҳисобига салмоқли ишлаш қобилиятига эга ва узок муддатга чидамли битум композицияларнинг энг мақбул таркиблари ишлаб чиқилди.

**Амалий аҳамияти:** республикада етишмайдиган 50 минг тонна битумни ўрнини қўшимча битум чиқармай туриб қоплашдир.

**Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги:** олинган натижаларни рўёбга чиқариш “Ўзавтойўл” ДАК Фарғона вилояти Ўзбекистон

туманинг “Фарғонаавтоўл” йўл хўжалигини таъмирлаш ва фойдаланиш корхонасида битум композицияларнинг тажриба-саноат партиясининг 25 тоннасини ишлаб чиқариш йўли орқали амалга оширилди. Мажмуавий синовларни ўтказиш, улар бир йил давомида ўзларининг дастлабки фойдаланиш хусусиятларини сақлаб қолишларини кўрсатди. Бунда ҳақиқатдаги иқтисодий самара 15 млн. сўмни ташкил қилди. Ишлаб чиқилган битум композициясининг 1000 тоннасини ишлаб чиқарилганда, кутилаётган иқтисодий самарадорлик 600 млн. сўмни ташкил қилади.

**Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси:** ишлаб чиқилган самарали битум композицияларидан йўл, фуқаролик ва саноат қурилишида фойдаланилади.

## РЕЗЮМЕ

**диссертации Абдуллаева Акбара Хикматовича на тему: «Разработка эффективных составов и технологии получения битумных композиций полифункционального назначения» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.16 – «Химия и технология композиционных материалов»**

**Ключевые слова:** битум, композиция, рецептура, вторичный полиэтилен, поливинилхлорид, госсиполивая смола, гидролизный лигнин, гашеная известь, базальтовое волокно, наполнитель, технология, температура, прочность, растяжимость, пенитрация, деформационные швы, трещины, покрытия

**Объекты исследования:** битумы марок БН-90/10 (БНИ-V), БН-70/30 (БНИ-IV), госсиполовая смола, гидролизный лигнин, уротропин, гашенная известь, резиновая крошка, вторичный полиэтилен, поливинилхлорид, базальтовое волокно и волластонит.

**Целью работы** является разработка составов и технологии получения эффективных битумных композиций с высокими физико-механическими свойствами с использованием органических и неорганических ингредиентов на основе местного сырья и техногенных отходов полифункционального назначения.

**Методы исследования:** определение температуры размягчения, растяжимости при 25<sup>0</sup>С, глубины проникания иглы-пенетрация, прочности сцепления с бетоном, водопоглощение и других физико-химических, физико-механических свойств битумных композиционных материалов производили согласно соответствующих ГОСТов.

**Полученные результаты и их новизна:** впервые научно обоснована возможность получения эффективных битумных композиций путём модификации их полифункциональными соединениями и структурообразователями при температуре от 120<sup>0</sup>С до 180<sup>0</sup>С ингредиентами как органического, так и неорганического происхождения (модифицированная госсиполовая смола, гидролизный лигнин, гашёная известь, уротропин, резиновая крошка, вторичный полиэтилен, поливинилхлорид, базальтовое волокно и механоактивированный волластонит) в зависимости от их природы,

вида и содержания, обеспечивающие создание полиструктурных звеньев в битумной композиции, благоприятно сказывающиеся на возрастании температуры размягчения, тепло - и морозостойкость битумных композитов.

Установлена, корреляционная зависимость «состав - свойство», выявлены закономерности формирования физико-механических свойств битумных композиций.

На основе выявленных закономерностей впервые разработаны научно-методические и технологические принципы создания и получения эффективных битумных композиций с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, предназначенных для дорожного, гражданского и промышленного строительства.

Разработаны оптимальные составы битумных композиций, позволяющие получать композиты с высокими физико-механическими свойствами, способные эксплуатироваться при высоких температурах (100-120<sup>0</sup>С), обладающие повышенной работоспособностью, долговечностью за счет образования физико-химических связей при взаимодействии входящих в композицию выше указанных ингредиентов органического и минерального происхождения.

**Практическая значимость** результатов исследований заключается в том, что они дают возможность компенсировать нехватку битума в республике, доходящей до 50 тыс.т. в год, не наращивая мощностей по производству битумов.

**Степень внедрения и экономическая эффективность:** реализация результатов осуществлена путем выпуска 25 тонн опытно-промышленных партий битумных композиций на предприятии по ремонту и эксплуатации дорожного хозяйства Узбекистанского района Ферганской области «Фаргонавтоуул» ГАК «Узавтойул». Проведение комплексных испытания показали, что они в течении года сохраняют свои первоначальные эксплуатационные характеристики. При этом реальный экономический эффект составил 15 млн. сум. При производстве 1000 тонн разработанной битумной композиции ожидаемый экономический эффект составляет 600 млн.сум.

**Область применения:** разработанные эффективные битумные композиции будут использованы в дорожном, гражданском и промышленном строительстве.

## RESUME

**Thesis of Abdullayev Akbar Hikmatovich on the scientific degree competition of the candidate of sciences in techniques on specialty 02.00.16. - Chemistry and technology of composite materials, subject: “Development of effective formulations and processes of production of multi-functional bitumen compositions”**

**Key words :** bitumen, composition, formulation, recycled PE, PVC, gossypol tar, hydrolized lignin, slaked lime, basalt fiber, aggregate, process, temperature, strength, stretchability, penetration, contraction joints, cracks, surfacings

**Subjects of research:** bitumen, grades: БН-90/10 (БНИ-V), БН-70/30 (БНИ-IV), gossypol tar, hydrolized lignin, urotropin, slaked lime, резиновая крошка, recycled PE, PVC, basalt fiber and wollastanite.

**Purpose of work:** is development of formulations and process of production of multi-functional bitumen compositions with high physical and mechanical properties using organic and inorganic ingredients from local materials and industrial wastes.

**Methods of research:** testing for softening temperature, stretchability at 250°C, penetration needle, strength of adhesion to concrete, water absorption and other physical/chemical and physical/mechanical properties of bitumen composite materials as per relevant GOST standards.

**The results obtained and their novelty:** for the first time, the possibility of production of effective bitumen compositions has been scientifically substantiated by way of their modification with multi-functional compositions and structure-forming agents at 120°C to 180°C with ingredients of both organic and inorganic origin (modified gossypol tar, hydrolized lignin, slaked lime, urotropin, rubber crumb, recycled PE, PVC, basalt fiber and mechanically activated wollastanite) depending on their nature, type and content, providing for creation of multi-structural links in bitumen composition favorably affecting growth of the softening temperature, heat – and frost-resistance of bitumen composites.

Composition to property correlation dependence has been determined, continuity of development of mechanical properties of bitumen compositions revealed.

Based on the revealed continuities, the scientific/methodology and process principles have been for the first time developed for creation and production of effective bitumen compositions with high physical/mechanical and performance properties intended for road, civil and industrial construction.

Optimal bitumen composition formulations have been developed which allow to produce composites with high physical/mechanical properties that can be used at high temperatures (100-120<sup>0</sup>C), having high performance indicators, long life due to formation of physical/chemical bonds under interaction of the mentioned ingredients of organic and mineral origin.

**Practical value:** the result of the studies is concluded in that that they enable to compensate the lack of the bitumen in republic, getting to 50 tys.t. per annum, not increasing powers on production bitumen.

**Degree of embed and economic effectivity:** the results have been used in practice by way of production of 25 tons of pilot batch of the bitumen compositions at Ferganaavtoyol road operation and maintenance enterprise of Uzbekistan District, Fergana Region, Uzavtoyol SJSC. The overall tests showed that they preserve their initial performance features during a year. Whereas, the actual economic effect made at UZS 15 mln. In case of production of the developed bitumen composition, the economic effect will make at UZS 600 mln.

**Field of application:** the developed efficient bitumen compositions will be used in road, civil and industrial construction.

**Соискатель**

---

Подписано к печати 18.05.2010 г. Формат 60x84 1/16.  
Объем 1 п.л. Тираж 100 экз. Заказ №71

---

Отпечатано в типографии «NTTS КОМПОЗИТ» 100174,  
г. Ташкент, ул. Мирза-Голиб, 7<sup>а</sup>

