

## АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии PhD по специальности 6D072100 – Химическая технология органических веществ

**Агабековой Актолкын Бекарысовны**

«Разработка технологии получения лакокрасочных материалов на основе модифицированных битумов»

**Актуальность работы.** Повышение качества и долговечности, эксплуатирующихся в атмосферных условиях битумных материалов приобретает особую актуальность в современных условиях, характеризующихся увеличением энергетических, материальных и трудовых затрат особенно при строительстве и эксплуатации нефтегазопроводов и объектов промышленного и гражданского назначения.

Важнейшей из задач современного промышленного и гражданского строительства, жилищно-коммунального хозяйства является использование надежных антикоррозионных материалов отечественного производства с максимальным импортозамещением. В этой связи актуальность приобретает применимость отечественных битумов в создании на их основе современной технологии производства композиционных битумных материалов (КБМ), которая должна решать экологические и экономические аспекты промышленности.

Битумные лакокрасочные материалы обладают очень хорошей водостойкостью, но недостаточно противостоят атмосферным воздействиям и особенно солнечной радиации. Для повышения атмосферостойкости в их состав вводят масла и смолы, которые, однако, снижают их водостойкость.

Факторами, сдерживающими широкое использование битумных лакокрасочных материалов являются низкие показатели твердости, адгезии и прочности, в значительной степени, зависящие как от технологических условий процесса получения битумов- температуры, расхода воздуха и продолжительности процесса, так и от группового химического состава исходного сырья. Следует отметить, что у битумных красок хорошая перспектива, так как их свойства могут быть заметно улучшены введением поверхностно-активных веществ, ингибиторов коррозии, некоторых полимеров и олигомеров. Все это позволяет снизить потребность в масле и сделать эти краски более битумными, следовательно, более доступными и дешевыми.

. Следовательно, появляются дополнительные возможности повысить качество битумных лакокрасочных материалов и организовать разработку технологии получения новых ЛКМ с высокими эксплуатационными свойствами.

Поэтому разработка технологии получения лакокрасочных материалов на основе модифицированных нефтяных битумов является актуальной задачей. Обзор литературных источников и анализ уровня развития технологий свидетельствуют о высокой актуальности выбранной тематики

для проведения диссертационного исследования, направленного на разработку технологии получения лакокрасочных материалов на основе модифицированных битумов.

**Связь с научно-исследовательскими работами и государственными программами:** Работа выполнялась в рамках программы фундаментальных исследований: ГБ--16-03-05 «Разработка технологии получения комбинированных покрытий для антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов НПЗ» (2015-2020 гг.)

**Объект исследования.** Отечественные нефтяные битумы марки БНД 70/100, производства Шымкентского битумного завода ТОО «Газпромнефть-Битум Казахстан» и битумные лаки на их основе.

**Предмет исследования.** Процесс получения лакокрасочных материалов на основе модифицированных битумов, составление рецептур битумных лакокрасочных материалов, изучение физико-механических характеристик композиционных лакокрасочных материалов на основе отечественных битумов.

**Цель и задачи исследования** заключается в

- разработке способа получения лакокрасочных материалов на основе модифицированных битумов;

- изучении влияния модификатора-кулантауского вермикулита на реологические и физико-механические свойства битумных лакокрасочных материалов (БЛМ);

- разработке рецептур и технологий получения модифицированных БЛМ;

- разработке принципиальной технологической схемы производства битумных лакокрасочных материалов.

Установление результирующего эффекта модифицирования, определяемого качественно-количественными закономерностями, рядом сопутствующих процессов при участии других индивидуальных составляющих определило необходимость проведения соответствующих исследований.

**Научная новизна исследования** заключается в том, что наиболее существенными являются следующие результаты:

- создание новых лакокрасочных материалов на основе модифицированных отечественных битумов и разработка рецептур битумных лакокрасочных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами;

- определены закономерности влияния модифицирующих добавок различной природы на эксплуатационные свойства битумных лакокрасочных материалов и найдены их оптимальные концентрации для обеспечения пространственной дисперсной структуры необходимого качества;

- разработка способов подготовки сырья различной природы с целью производства качественных битумных лакокрасочных материалов;

- установлено наличие характерных для битумов интенсивных полос в области  $3000-2800\text{ см}^{-1}$  (валентные колебания  $\nu(\text{CH})$  и  $\text{CH}_2$  групп),  $1470\text{ см}^{-1}$  (деформационные колебания  $\delta(\text{CH}_2)$ ) и  $1377\text{ см}^{-1}$  (деформационные

колебания  $5(\text{CH}_3)$ ), а при взаимодействии битума с вермикулитом в спектрах компонентов четко видна полоса пропускания при  $722\text{см}^{-1}$  и характеристический триплет  $740, 722, \text{ и } 820\text{ см}^{-1}$  являющийся признаком наличия ароматических структур, где концентрируются свободные радикалы ароматических структур. Это приводит к межмолекулярному взаимодействию, способствующему образованию надмолекулярных структур.

- обоснован выбор параметров получения и рецептура битумного лакокрасочного материала с улучшенными физико-химическими и эксплуатационными характеристиками на основе модифицированных битумов. Получен патент на полезную модель РК «Битумная композиция с минеральным наполнителем». №4530 от 03.06.2019г.

### **Практическая значимость работы.**

-использование исходного сырья- отечественных нефтяных битумов- для получения битумных лакокрасочных материалов;  
- обоснование выбора параметров технологии производства и создание рецептур битумных лакокрасочных материалов модифицированием составляющих их компонентов;

-анализ современных научно-технологических достижений и результаты разработок, учитывающих механизм действия различных добавок к битумным материалам, позволили создать оригинальную классификацию добавок и компонентов, позволяющих эффективно регулировать качество сырья, материалов и продукции на каждой из технологических стадий производственно-технологического комплекса битумного производства;

Использование кулантауского вермикулита в составе антикоррозионного битумного лака обеспечивает стабильную адгезию в широком диапазоне температур, сохранение высокой пластичности и защитных свойств при длительной эксплуатации, не требует высокой степени подготовки поверхности металла перед нанесением.

- разработаны рецептуры битумных лакокрасочных материалов с улучшенными физико-химическими и эксплуатационными характеристиками на основе модифицирования их свойств добавками, сочетающими структурирующие и пластифицирующие свойства -особенности технологических схем производства битумных лаков.

-разработана технология получения антикоррозионных битумных лакокрасочных материалов с высокими эксплуатационными свойствами, которые могут быть использованы для защиты от коррозии наружных поверхностей магистральных и нефте-, газопроводов и трубопроводов различного назначения и резервуаров.

- Проведены промышленные испытания антикоррозионного битумного лака, которые показали, что разработанный состав долговечен, повышает эксплуатационные свойства за счет улучшения защитных свойств, увеличения адгезии к металлу, может быть использован для защиты от

коррозии наружных металлических поверхностей различного назначения и резервуаров.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- систематизация современных представлений о структуре нефтяных битумов и регулировании физико-механических свойств битумов модифицирующими добавками

- исследование тенденции современного состояния производства лакокрасочных материалов в Республике Казахстан;

- изучение физико-химических особенностей получения композиционных битумных материалов на основе битума БНД70/100 и минеральных наполнителей

Изучение физико-механических и защитных свойств битумных лакокрасочных материалов

разработка технологической схемы получения ЛКМ на основе модифицированного нефтяного битума.

В аналитическом обзоре рассмотрены современные представления о структуре нефтяных битумов и регулирование физико-механических свойств битумов модифицирующими добавками, модифицированные битумы и лакокрасочные материалы на их основе.

Нефтяные битумы благодаря ряду ценных эксплуатационных свойств и увеличивающимся масштабам производства являются одними из наиболее широко используемых продуктов нефтепереработки. Несмотря на возрастающие объемы производства и расширение ассортимента, спрос на битумы полностью не удовлетворяется, также возрос уровень требований потребителя к качеству нефтяных битумов.

Как известно, битумы представляют собой сложную смесь высокомолекулярных углеводородов нефтяного происхождения, а также их производных, содержащих кислород, серу, азот и комплексные соединения металлов. Битумы получают в результате переработки тяжелых нефтяных остатков – гудронов, мазутов, асфальтов деасфальтизации, крекинг-остатков, экстрактов селективной очистки масляных фракций.

Битумы, являясь высокомолекулярными соединениями нефти, имеют сложный химический состав, который обусловлен природой нефтяного сырья, технологией переработки нефти и производства битумов нефтяных битумов приведены в таблице 1.

Таблица 1- Свойства нефтяных битумов

Свойства нефтяных битумов			
Показатель	Полутвёрдые	Твёрдые	Жидкие
T размягчения, °C	25-50	60-90	—
Пенетрация (25°C), мм	4-20	0-5	—
Растяжимость (25°C), см	40-60	1-5	60
T вспышки, °C	180-200	>230	65-120

В соответствии с теорией высокомолекулярных соединений в зависимости от внешних условий битумы могут находиться в различных термодинамических состояниях, проходя последовательно все стадии от истинных растворов (при высоких технологических температурах) к коллоидным растворам надмолекулярных структур (ассоциатов) асфальтенов и смол до пластичных, а затем твердых тел. Важное значение в образовании и упрочнении асфальтеновых ассоциатов имеет наличие в них парамагнитных свободнорадикальных частиц.

На основе комплексного анализа ИК-, ПМР-, УФ-, ЭПР-спектроскопии, рентгеноструктурного и электронно-дифракционного методов, масс-спектроскопии, газовой хроматографии и определения структурно-групповых параметров., Посадовым И.А. и Поконовой Ю.В. разработана методика построения гипотетической структуры молекулы асфальтенов (рис.1), которая находится в соответствии со значениями структурно-групповых характеристик асфальтенов.

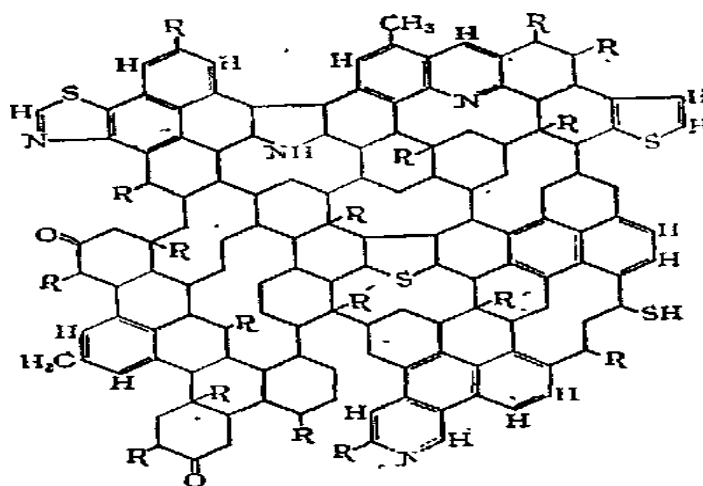


Рис.1 - Модель гипотетической структуры молекулы асфальтенов

Такая модель дает представление о том, как формируются ассоциаты в надмолекулярных образованиях асфальтенов и как размещаются ионы металлов в виде порфириноподобных комплексов.

Перспективным направлением улучшения качества битумов является создание технологии производства битумов, основанной на научном подходе к выбору и применению смесового сырья и активирующих, модифицирующих и интенсифицирующих добавок к окисляемому сырью. Подготовка сырья является эффективным способом повышения стабильности фракционного, группового химического и элементного состава сырья битумного производства. Однако в настоящее время на некоторых НПЗ подход к подготовке сырья компаундированием связан, главным образом, с необходимостью утилизации отходов производств, а не на обеспечении оптимального состава сырья битумного производства, что приводит к получению нефтяных битумов, не удовлетворяющих требованиям действующего ГОСТ 22245-90 по одному или нескольким показателям.

Свойства битумов, как показали авторы, зависят от их компонентного состава. Оптимального состава, определяющего физико-химические и эксплуатационные свойства битумов, достигают при определенном соотношении асфальтенов, смол и масел с необходимым содержанием ароматических компонентов и при отсутствии в значительных количествах твердых парафиновых соединений. Следовательно, свойства битумов можно регулировать подбором рецептуры исходного сырья, параметров технологического процесса их производства, активированием (модифицированием) сырья и модифицированием свойств товарной продукции.

На сегодняшний день качество вырабатываемых битумов и объемы их производства не полностью соответствуют требованиям рынка. Потребность в качественных битумах для ремонта и устройства новых покрытий удовлетворена только на 40-65 %.

В Казахстане начато производство модифицированного битума - компонента асфальтобетона, который придает дорожному покрытию устойчивость к динамическим и температурным нагрузкам, эластичность, предупреждает деформацию при движении автомобилей,

Запуск установки по производству модифицированного битума мощностью 120 тыс. тонн в год и выпуск первой опытно-промышленной партии продукта состоялись на Актауском битумном заводе «ТОО «СП «CASPI BITUM», продукция которого используется на объектах строительства международной автомагистрали «Западная Европа - Западный Китай», участков автодорог республиканского значения.

Модифицированный битум получают путем введения в состав нефтяного дорожного битума полимерного компонента (модификатора) SBS. Присутствие полимера повышает диапазон рабочих температур дорожного полотна до 100°C, что существенно выше, чем у обычного, и увеличивает его износостойкость.

Казахстан в рамках инновационно-индустриальной политики охватывает широкий спектр развития нефтехимии, предусматривающий комплекс задач, что позволит быстрыми темпами наращивать глубокую переработку продукции для сопутствующих отраслей нефти и газа, и эта процедура несомненно ускорит форсированное развитие экономики РК в перспективе, что определено в Стратегии развития РК-2050.

Битум в Казахстане и за рубежом является самым многотоннажным видом нефтепродуктов. Ужесточение требований к качеству битума и увеличение потребления битума приводит к необходимости совершенствовать и увеличивать мощности технологических процессов получения окисленных битумов. Спектр применения битума широк, его применяют для строительства и ремонта дорог, аэродромов, в гражданском, и промышленном строительстве (изготавливают кровельные материалы, для изоляции трубопроводов от грунтовой коррозии, лакокрасочные материалы)..Значительные объемы металлозатрат и жесткие условия

эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования делают проблему увеличения долговечности работы оборудования одной из центральных проблем, определяющих темпы роста и технико-экономическую эффективность добычи и транспортировки нефти и газа.

Одним из перспективных направлений по повышению надежности и эффективности работы нефтяного оборудования является изоляция поверхностей оборудования лакокрасочными материалами (ЛКМ). В изделиях с ЛКМ удачно сочетаются прочность и жесткость, присущие металлам с химической стойкостью, износостойкостью и рядом других специальных свойств, характерных для полимеров.

Лакокрасочная промышленность выпускает обширный ассортимент лакокрасочных материалов (лаки, эмали, краски, грунтовки, шпатлевки, различные вспомогательные материалы), которые находят широкое применение в различных отраслях промышленности, в строительстве, на транспорте, в быту. Их применяют для антикоррозионной защиты различных изделий и оборудования, автомобилей, сельскохозяйственных машин и механизмов, для увеличения атмосферостойкости, для придания изделиям декоративного вида и для многих других целей. Привлечение для производства лакокрасочных материалов новых полимеров, а также модификация обычно применяемых пленкообразующих способствуют созданию лакокрасочных материалов улучшенного качества, а также со специфическими свойствами.

Объем и структура потребления медленно, но неуклонно растут. На рисунке 2 приведены темпы роста основных показателей рынка лакокрасочных материалов в РК за 2015-2019 гг по данным МФ РК, МНЭ РК, Tebiz Group по таким - как производство, импорт, экспорт и объемы рынка.

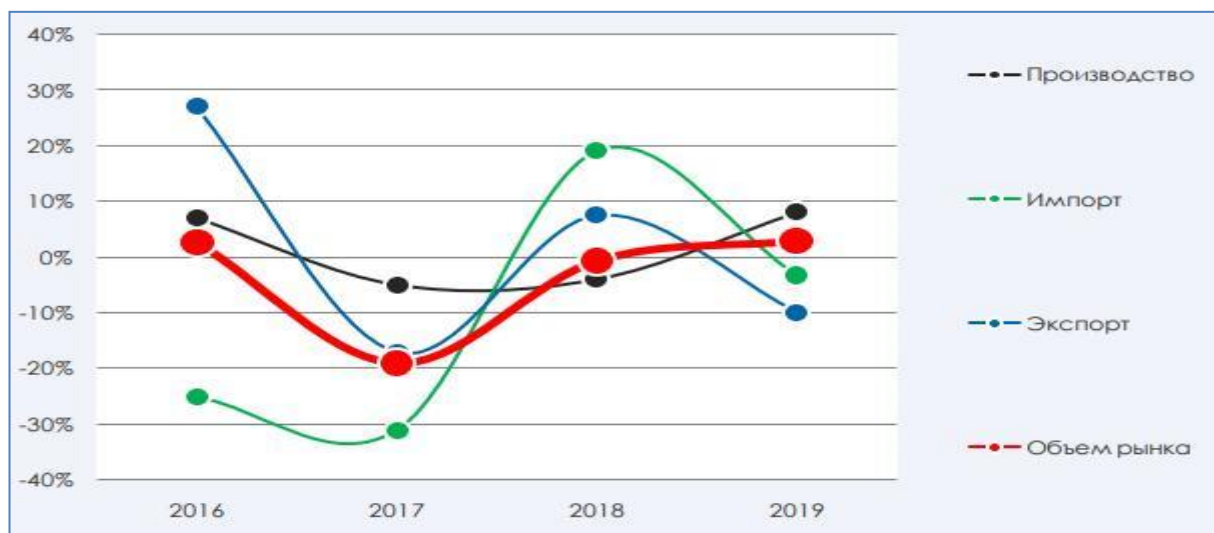


Рисунок 2 - Темпы роста основных показателей рынка лакокрасочных материалов в РК за 2015-2019 г.г.

Максимальным спросом пользуются ЛКМ строительного назначения, составляющие в весовом исчислении, по различным оценкам, от 60 до 70%.

Наибольший спрос у интерьерных красок (45–50%), приблизительно 25% от объема потребления составляют фасадные краски, третью позицию (15–20%) занимают лаки для дерева (паркетные, мебельные), а различные вспомогательные материалы (грунтовки, шпатлевки, мастики и т.д.) составляют около 10%.

. Однако в последние годы объемы отечественного производства этого вида красок стали расти, и в настоящее время доля ЛКМ, ввозимых из-за рубежа, составляет менее половины в общем объеме потребления. Наиболее интересна классификация по признакам «стоимость» и «качество» .

Аналитики отмечают, что пока еще наш потребитель предпочитает дешевые и не очень высокого качества лакокрасочные продукты (в своем большинстве отечественного производства), которые составляют приблизительно 50% потребленного объема. К этой категории следует отнести масляные краски, алкидные и водорастворимые ЛКМ ряда отечественных изготовителей. В то же время отмечается неуклонный рост объемов среднего ценового (и качественного) сегмента.

Объем строительных работ в РК с каждым годом растет. Это даст толчок увеличению спроса на лакокрасочные материалы. Больше всего организаций по производству лакокрасочных материалов сконцентрировано в следующих областях: (рис.3).

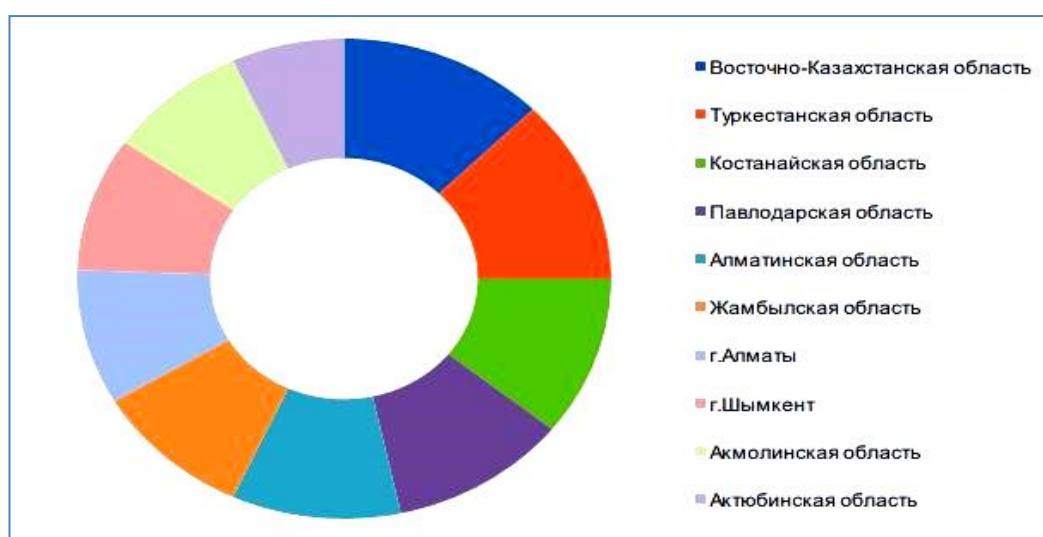


Рисунок 3-Структура распределения производителей по областям Казахстана.

Объем производства красок и лаков в Казахстане в 2016 году увеличился по сравнению с 2015 годом на 15 037 т. Повышение за три последних года составило 55,7%. объемы импорта ЛКМ в Казахстан продолжили сокращаться. В Казахстане производство красок и лаков имеет тенденцию к повышению. Об этом свидетельствует рисунок, составленный на основе данных Агентства РК по статистике(рис.4).



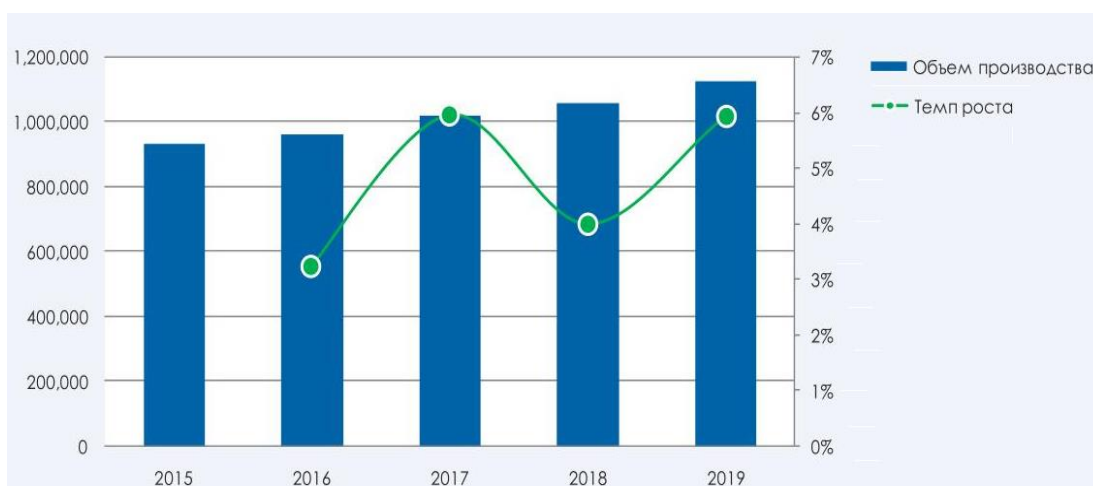


Рис. 4 Годовые темпы роста производства красок и лаков в РК, %.

Таким образом, по рисунку видно, что объем производства красок и лаков в Казахстане в 2019 году увеличился по сравнению с 2015 годом на 44%. Повышение за пять последних лет составило 50%. Отсюда можно сделать следующий вывод: производство лакокрасочных материалов было и остается одним из перспективных и выгодных капиталовложений. Лаки и краски – это самые распространенные и одни из самых доступных отделочных материалов. Несмотря на то, что отечественная промышленность достаточно активно развивается в этом сегменте, тем не менее конкуренция пока еще не столь высока и новый бизнес имеет все шансы на успех.

- Сегодня основными поставщиками ЛКМ для Казахстана являются такие страны, как Россия, Германия, Финляндия и Дания. Одной из основных проблем отрасли остается нехватка лакокрасочных материалов отечественного производства

Анализ литературных источников показал, что битумные лакокрасочные материалы обладают очень хорошей водостойкостью, но недостаточно противостоят атмосферным воздействиям и особенно солнечной радиации. Для повышения атмосферостойкости в их состав вводят масла и смолы, которые, однако, снижают их водостойкость.

- Факторами, сдерживающими широкое использование битумных лакокрасочных материалов являются низкие показатели твердости, адгезии и прочности, в значительной степени, зависящие как от технологических условий процесса получения битумов- температуры, расхода воздуха и продолжительности процесса, так и от группового химического состава исходного сырья.

- Следует отметить, что у битумных красок хорошая перспектива, так как их свойства могут быть заметно улучшены введением поверхностно-активных веществ, ингибиторов коррозии, некоторых полимеров и олигомеров. Все это позволяет снизить потребность в масле и сделать эти краски более битумными, следовательно, более доступными и дешевыми. Кроме того, есть возможность повысить качество самого битума при его

синтезе. Следовательно, появляются дополнительные возможности повысить качество битумных лакокрасочных материалов.

Битумный лак – это специальный раствор из полимерных смол и различных битумов, которые улучшают эксплуатационные и физико – химические свойства. Наносить его можно на такие материалы как: бетон, черные металлы, дерево, кирпич.

Связующим компонентом, лежащим в основе битумного лака, является натуральный нефтяной битум. Мы знаем битум как твердое вещество, которое имеет черный цвет или один из его оттенков(рис.5). Твердое или текучее состояние природный битум может иметь в зависимости от температуры окружающей среды.



Рисунок 5- Внешний вид битума

При температуре свыше  $100^{\circ}\text{C}$  битум плавится и переходит в жидкое состояние. Таким путем происходит производство асфальтобетонных смесей.



Рисунок 6 а - Деревянные конструкции, покрытые битумным лаком.



Рисунок 6 б -Металлические изделия с битумным покрытием

Обладая прекрасными водоотталкивающими свойствами битумные лаки нашли применение при строительномонтажных работах фундаментной

части зданий и сооружений. После застывания битумного лака образуется водоотталкивающая глянцевая пленка, обычно черного цвета(рис.6а,6б).

Основные технические характеристики: это условная вязкость по вискозиметру ВЗ-4 при 20 °С, содержание нелетучих веществ, время высыхания слоя при определенной температуре приведены в (табл.2).

Таблица 2 -Марки и технические характеристики битумного лака

Марка лака	Вязкость по ВЗ – 4 при 20 °С, с, не менее	Содержание нелетучих веществ, %, не менее	Температура, °С	Время высыхания
БТ-99	39-60	42-47	20±224	15 мин
БТ-123	30-70	38-42	200±10	50 мин
БТ-142	120-180	55-58	120	2 часа
БТ-566	—	38-44	90	1 часа
БТ-569	50-90	40-50	200±3	50 мин
БТ-577	18-35	37-41	20±2	24 мин
			100-110	20 мин
БТ-783	60-100	45-55	20±2	48 часов
			100	2,5 часа
БТ-980	30-60	40	100-110	10 часов
БТ-987	30-60	40	105-110	6 часов
БТ-988	30-60	40	105-110	3 часа
БТ-5100	25-40	43-48	20±2	2 часа
			60	30 минут

В нашей стране сложилось так, что промышленность нефтепереработки в большей степени заинтересована в углублении процесса максимального отбора светлых фракций, при этом полностью отсутствует база нефтепереработки, которая специально занималась бы производством нефтяных битумов, хорошего качества. .

Таким образом, проанализированы тенденции современного состояния производства лакокрасочных материалов в Республике Казахстан. Объем и структура потребления медленно, но неуклонно растут. Аналитический обзор битумных лакокрасочных материалов, показал, что факторами, сдерживающими широкое использование битумных лакокрасочных материалов являются низкие показатели твердости, адгезии и прочности, в значительной степени, зависящие как от технологических условий процесса получения битумов.

Анализ современных научно-технологических достижений и результаты разработок, учитывающих механизм действия различных добавок к битумным материалам, позволили создать оригинальную классификацию

добавок и компонентов, позволяющих эффективно регулировать качество сырья, материалов и продукции на каждой из технологических стадий производственно-технологического комплекса битумного производства.

С увеличением энергетических, материальных и трудовых затрат особенно при строительстве и эксплуатации нефтегазопроводов и объектов промышленного и гражданского назначения особую актуальность в современных условиях приобретает использование отечественных битумов в создании на их основе современной технологии производства композиционных битумных материалов, которая должна решать экологические и экономические аспекты промышленности

В экспериментальной части диссертационной работы дана характеристика объектов исследования

Объектами научно-исследовательской работы являются:

1. Нефтяной дорожный битум марки БНД 70/100.

БНД 70/100 битум Шымкентского битумного завода ТОО «Газпромнефть-Битум Казахстан». является крупнотоннажным продуктом нефтепереработки, обладает комплексом ценных технических свойств. Производительность завода 500 тонн битума в сутки. Сырьем для производства битума является гудрон (тяжелый нефтяной остаток вакуумной перегонки), доставляемый из Омского НПЗ ТОО «Газпромнефть-Омский НПЗ». В таблице 3 представлены физико-механические свойства данного битума.

Таблица 3 – Физико-механические свойства БНД 70/100

№	Показатель	Значение
1	Глубина проникания иглы, 0,1 мм:	
	при 25 °С	75
	при 0 °С	22
2	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	48
3	Растяжимость при 25°С, см	115
4	Температура хрупкости, °С	-20
5	Температура вспышки, °С	240

Вермикулит Кулантауского месторождения.

Для исследований использовали кулантауский вермикулит. Фотография образцов вспученного кулантауского вермикулита приведена на рисунке 7.

Для вермикулитов предложены следующие кристаллохимические формулы .

По Бэршарду:  $(\text{H}_2\text{O})_x (\text{Mg}, \text{Ca})_y (\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mg}) (\text{Si}, \text{Al}, \text{Fe})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_z$  где  $y$  – варьирует от 0,22 до 0,36  $z = 3$ .

По Грюнеру:  $22\text{MgO} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 22 \text{SiO}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .



Рис 7- Вспученный вермикулит месторождения Кулантау (Туркестанская область)

Качественные характеристики вермикулита Кулантауского месторождения показаны в таблице 4 .

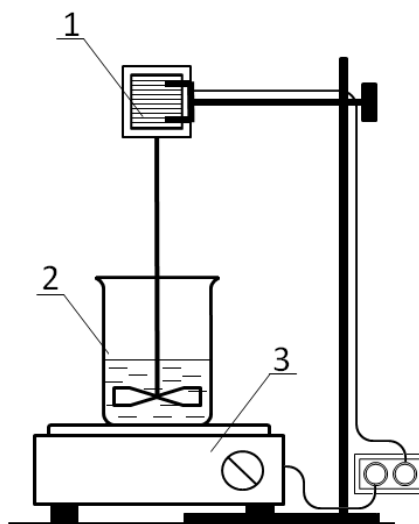
Микроскопические исследования и результаты рентгеноструктурного анализа проб вермикулита Кулантауского месторождения показали, что основной составляющей является кочубейт –  $(Mg, Fe, Al)_6(Si, Cr)_4O_{10}(OH)_8$ , продукт изменения биотита с пониженным содержанием  $K_2O$  и повышенным содержанием  $H_2O$ , представленный чешуйками бурой слюды. В качестве примесей наблюдаются: кальцит, кристаллы хлорита, кварца.

Таблица 4 - Качественные характеристики вермикулита Кулантауского месторождения

№ образца	Влажность, %	Степень гидратации, %	Объемный вес, кг/м <sup>3</sup>	Содержание вермикулита, %
1	6,2	65	178	30
2	9,0	70	200	35
3	3,7	60	130	28
4	3,1	75	140	26

#### Методика приготовления битумных лакокрасочных материалов

Для приготовления битумных лакокрасочных материалов была собрана лабораторная установка (рис. 8). Исходный битум разогревается, расплавляется при температуре 100-120°C, и загружается в количестве 300 г в предварительно подогретую до такой же температуры металлическую емкость. Когда температура достигает 140-150°C, при постоянном перемешивании добавляется вспученный кулатауский вермикулит (фракция 0,5-1 мм). Для полученной композиции определяли глубину проникания иглы 0,1 мм при 25°C, температуру размягчения, температуру хрупкости, температуру пластичности, растяжимость при 25°C.



1 – электрический смеситель; 2 – металлическая емкость;  
3 – электрообогреватель с регулятором температуры.

Рисунок 8 – Схема лабораторной смесительной установки для приготовления битумных лакокрасочных материалов.

Исследования физико-механических свойств битума и полученных битумных лакокрасочных материалов проводились в лаборатории кафедры «Нефтепереработка и нефтехимия» и ИРЛИП ЮКУ имени М.О.Ауэзова.

В экспериментальной части работы рассмотрены физико-химические особенности получения композиционных битумных материалов на основе битума БНД 70/100 и минерального наполнителя.

Далее изложен подход к разработке базовых рецептур лакокрасочных материалов на примере битумной смолы и разработка битумного лакокрасочного материала с кулантауским вермикулитом

Поставленная задача решается тем, что в качестве битума при изготовлении заявляемого лака использовали битум нефтяной БНД 70/100, в качестве минерального наполнителя – кулантауский вермикулит отечественного производства, которые позволили дополнительно улучшить эксплуатационные свойства, в частности увеличить адгезии состава к поверхности металла с течением времени при сохранении высокой пластичности и защитных свойств при длительной эксплуатации, возможность использовать антикоррозионный материал в качестве ремонтного без высокой степени подготовки поверхности металла перед нанесением. Решение поставленной задачи достигается за счет того, что битумный лак, включающий битум, минеральный компонент, растворитель, согласно изобретению в качестве битума содержит битум нефтяной с температурой по КиШ не менее 90°C, минеральный наполнитель – отечественный кулантауский вермикулит, растворитель – уайт-спирит, при следующем соотношении компонентов, мас. %: нефтяной битум БНД 70/100 – 35 % масс.

вермикулит – 5,5% масс.

сиккатив НФ-1 – 4,5 % масс.

уайт-спирит – 55 % масс.

Примеры битумных лаков приведены в таблице 5.

Таблица 5- Примеры битумных лаков с минеральным наполнителем

Компоненты	Предлагаемый состав, % масс.					Прототип
	1	2	3	4	5	
нефтяной битум БНД 70/100	35	40	45	50	55	48-68
нефтяной битум БНД 70/30	-	-	-	-	-	
нефтешлам	-	-	-	-	-	30-15
кулантауский вермикулит	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	-
Сиккатив НФ-1	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Растворитель(уайт- спирит)	55	50	45	40	35	17,5-12,5

При содержании в битумном лаке менее 40% масс. понижается адгезия получаемых покрытий, а при содержании 45 масс. % возрастает хрупкость получаемых покрытий, особенно при пониженных температурах и соответственно понижается водостойкость. Факторами, сдерживающими широкое использование битумных лакокрасочных материалов являются низкие показатели твердости, адгезии и прочности, в значительной степени, зависящие как от технологических условий процесса получения битумов-температуры, расхода воздуха и продолжительности процесса, так и от группового химического состава исходного сырья.

Физико-механические свойства приготовленного битумного лака согласно изобретению приведены в таблице 6.

Технический результат заявляемого битумного лака заключается в стабильной адгезии в широком диапазоне температур, сохранении высокой пластичности и защитных свойств при длительной эксплуатации, простоте его осуществления, который не требует специального высококвалифицированного персонала.

Таблица 6 - Сравнительные физико-механические свойства битумных лаков

Показатели	Предлагаемый состав, % масс.					Прототип
	1	2	3	4	5	
Условная вязкость по ВЗ-4 при 20 <sup>0</sup> С, сек	32	34	33	35	34	39
Время высыхания пленки до степени 3 при 20±0,5 <sup>0</sup> С, ч.	12	12	12	11	11	13
	2,0	2,2	2,3	2,4	2,2	2,0



Содержание нелетучих веществ в лаке, %	39,77	40,01	39,56	39,48	40,05	54,2
Эластичность пленки при изгибе, мм	3,2	3,2	3,3	3,2	3,2	3,0
Твердость пленки по прибору М-3, усл. ед.						
Через 3 дня	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04
-через 7 дней	0,36	0,35	0,39	0,34	0,32	0,31
-после водонасыщения	0,21	0,20	0,22	0,20	0,23	0,18
Прочность пленки при ударе, Н/мм <sup>2</sup>	420	440	460	440	465	460
Адгезия, баллы	0,6	1	1	1	1	1
Блеск, %	0,175	0,180	0,165	0,170	0,175	0,159

При аналогичных затратах на сравниваемые битумные лаки с данным заявляемым можно получить универсальный материал для разных применений - для покрытий, в том числе антикоррозионных для промышленного строительства. При сравнении с известными аналогичными битумными лаками заявляемый отличается повышенными параметрами по экологичности и энергосбережению при снижении затрат на транспортные перевозки.

Таким образом, разработанный состав антикоррозионного битумного лака долговечен, повышает эксплуатационные свойства за счет улучшения защитных свойств, увеличения адгезии к металлу, может быть использован для защиты от коррозии наружных поверхностей магистральных и нефте-, газопроводов и трубопроводов различного назначения и резервуаров. Битумный лак с минеральным наполнителем обеспечивает стабильную адгезию в широком диапазоне температур, сохранение высокой пластичности и защитных свойств при длительной эксплуатации, не требует высокой степени подготовки поверхности металла перед нанесением.

Далее проведено исследование структурно-группового состава композиционных битумных материалов при модификации кулантауским вермикулитом. Вспученный вермикулит в зависимости от размера и частиц делится на несколько фракций, объемный вес которых в зависимости от вспучиваемости сырца может колебаться в довольно широких пределах.

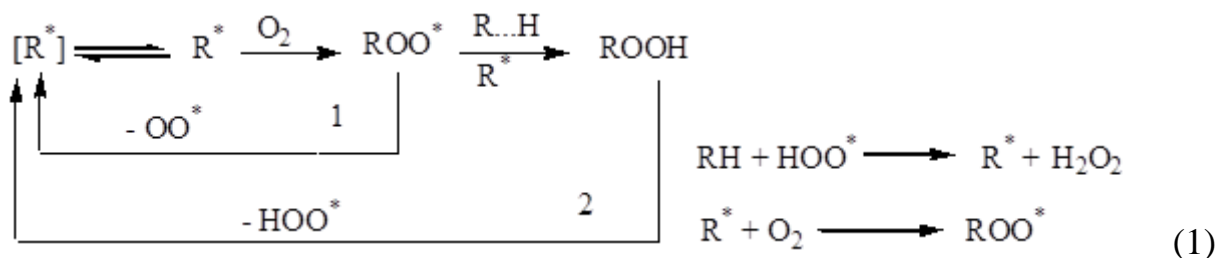
Низкий объемный вес вспученного вермикулита является далеко не единственным его достоинством. Частицы вермикулита обладают упругостью. Вспученный вермикулит обладает упругостью, которая выражается в частичном восстановлении высоты предварительно сжатой пробы после снятия с нее нагрузки. Общая деформация вспученного вермикулита при осевом сжатии за счет защемленного между пластинами воздуха складывается из упругой и остаточной. Вспученный вермикулит характеризуется анизотропными свойствами: в направлении, перпендикулярном плоскости спайности, зерна вермикулита имеют



меньшую прочность, чем в направлении параллельном плоскости спайности. Соответственно первое обуславливает деформативные свойства, а второе - хрупкость вспученного вермикулита.

Анализ структуры и свойств вспученного вермикулита показал возможность использовать его в качестве демпфирующей добавки в битум. При изменении растворяющей способности битумов обычно наблюдается аномалия вязкости, температуры размягчения и пенетрации битумов. Аномальные явления возрастают при увеличении в битумах количественного отношения асфальтенов к смолам и понижении растворяющей способности масляного компонента. Эти данные косвенно подтверждают факт, что битумы при обычных температурах, являются структурированными веществами. Коллоидная структура битумов определяется концентрацией образующих надмолекулярные структуры компонентов и их химической природой, что используется для классификации битумов. Существует взаимосвязь между надмолекулярной структурой битумов и их реологическими свойствами. В асфальтенах концентрируются свободные радикалы, которые способствуют ассоциации асфальтенов и образованию надмолекулярных структур. Пластифицирующее действие оказывают фракции смол. Пластичность и растворимость асфальтенов в значительной мере определяют эксплуатационные свойства битумов. Содержание асфальтенов определяет температурную устойчивость, вязкость и твердость битумов. В гудронах и битумах существуют два типа надмолекулярных структур. При изменении температуры наблюдается периодическая перестройка надмолекулярных агрегатов, отсюда следует, что исходное вещество, в зависимости от химической природы, группового состава и температуры может находиться либо в состоянии молекулярного раствора, либо представлять коллоидную систему.

На механизм окисления компонентов, находящихся в дисперсной фазе, может оказывать влияние природа компонентов дисперсионной среды, в первую очередь содержание в ней веществ с подвижными атомами водорода. Это влияние иллюстрируется схемой:



[R\*] - вещество и радикал в форме ассоциата, RH - исходное вещество.

Зарождение цепи происходит в результате действия кислорода со свободными радикалами, выходящими из частиц дисперсной фазы в дисперсионную среду. Компоненты масел превращаются в преимущественно

в компоненты смол. Не исключено, что в начальном периоде окисления ассоциаты смол могут выполнять роль ловушки для свободных радикалов, которые в ассоциатах рекомбинируют с образованием молекул или менее активных радикалов. В границах следующего этапа происходит преимущественное окисление наименее полярных компонентов смол, которые превращаются в асфальтены, претерпевающие по мере накопления структурные изменения. Структурная перестройка в нефтяных остатках вызвана динамическим упорядочением алифатических цепей и ароматических углеводородов в окружении ядер частиц, находящихся в дисперсной фазе.

Согласно анализу процесса видно, что между полярными компонентами битумов и вермикулита имеют место межмолекулярные взаимодействия, приводящие к образованию дисперсных структур. Такие структуры достаточно устойчивы и сохраняются в условиях термических и окислительных процессов производства битумов. При осуществлении таких процессов наблюдается изменение количества и качества ингредиентов, находящихся в дисперсной фазе и дисперсионной среде, что сказывается на реакционной способности компонентов дисперсной системы, отличающихся по механизму химических превращений

В таблице 7 приведены данные физико-химических исследований свойств композиций, модифицированных вспученным кулантауским вермикулитом в зависимости от количества вспученного кулантауского вермикулита для битума БНД 70/100.

В табл.7 приведены характеристики битумно – вермикулитовой композиции (БВК) в зависимости от количества вспученного вермикулита для битума БНД 70/100. Как видно из данных таблицы 7, с увеличением содержания вспученного вермикулита в составе битумной композиции растут вязкость и температура размягчения.

Увеличение вязкости и температуры размягчения модифицированного битума означает, что в условиях повышенной температуры в летний период возможность появления пластических деформации значительно снизится. Проведенные исследования показали, что оптимальным количеством вспученного вермикулита в составе битумной композиции является  $4 \pm 0,5\%$ .

Таблица 7 - Физико-химические свойства композиций, модифицированных вспученным кулантауским вермикулитом

Количество вспученного кулантауского вермикулита, масс %	Свойства композиций		
	Вязкость, усл.град	Температура размягчения, °С	растяжимость
Битум БНД 70/100			
0	108	44	68

0,5	104	49	64
1,0	98	50	61
1,5	97	52	58
2,0	85	53	57
2,5	76	56	49
3,0	77	48	60
3,5	74	49,5	60
4,0	72	48,5	61
4,5	70	48	61
5,0	68	49	60

В связи с тем, что ИК- спектроскопия является одним из наиболее информативных и чувствительных методов инструментального анализа сложных смесей органических соединений, какими являются окисленные битумы и продукты их модификации, мы использовали этот метод для изучения изменения, качественного и количественного состава исследуемого битума БНД 70/100 и полученных битумных композиций, содержащих разное количество вермикулита (от 2% до 25%). содержащих разное количество вермикулита (от 2% до 25%). После подготовки образцов БНД 70/100 и образцов из полученных битумных композиций были получены ИК-спектры структур исходного битума БНД 70/100 (рис.9), с добавлением разных количеств вермикулита (5%, 10%, и совмещенные ИК-спектры битумных композиций, содержащих разное количество вермикулита (от 2% до 25%) (рис.10.).

ИК спектры соединений регистрировали на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IR Prestige-21 с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle фирмы PikeTechnologies в среднем ИК диапазоне ( $4000-600\text{ см}^{-1}$ ), (оптическое разрешение  $4\text{ см}^{-1}$ , время регистрации 16 с). Регистрация ИК-спектров битумов производилась непосредственно между окнами из KBr, подогретыми до  $50-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  без применения вазелинового масла, т.к. консистенция битумов при этой температуре позволяет получить капиллярную пленку необходимой толщины. Результаты ИК-спектроскопии исходного и модифицированного вспученным вермикулитом битумов представлены на рис.10. При этом, в соответствии с методикой проведения сравнительного анализа химического состава соединений с использованием ИК-спектроскопии, полученные спектры накладывались с масштабированием по  $\text{CH}_2$ -группам, содержание которых не зависит от условий проведения эксперимента. Такое сравнение дает возможность проследить за изменениями в их количестве относительно друг друга совмещенные ИК-спектры битумных композиций,

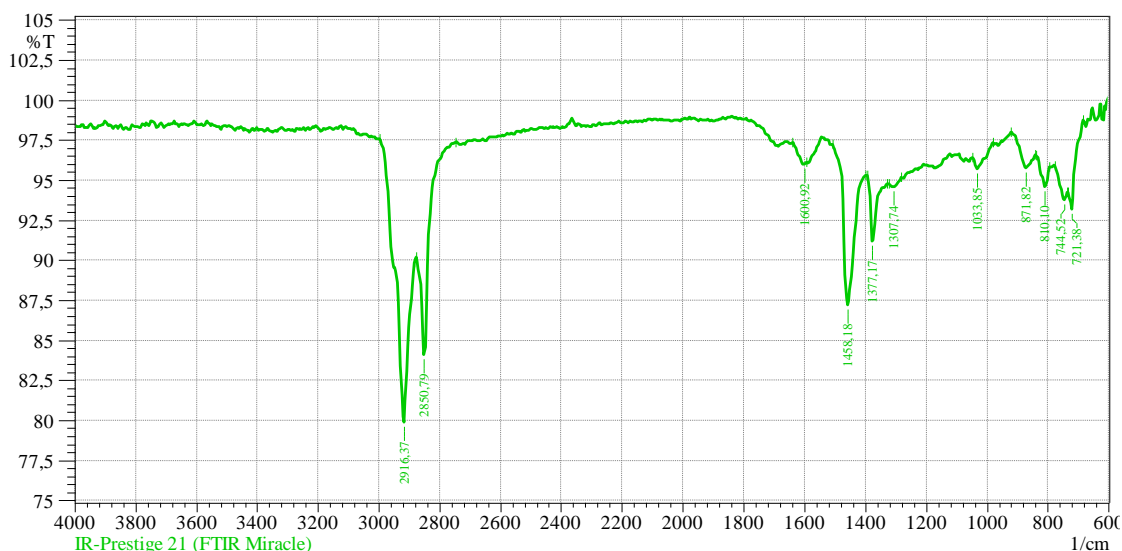


Рис.9 ИК-спектр структуры битума БНД 70/100

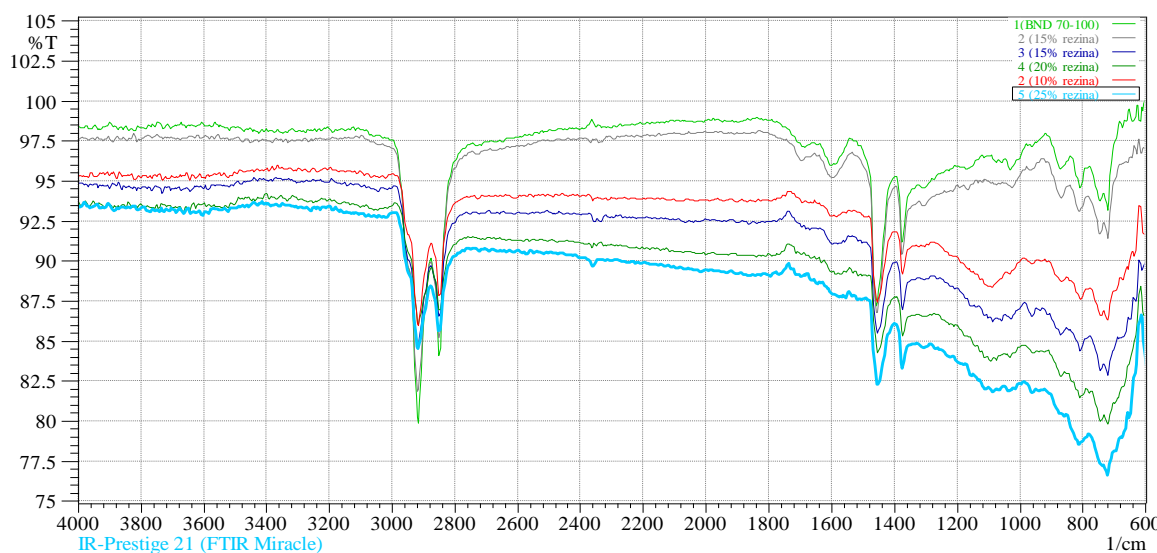


Рис.10 - Совмещенные ИК-спектры битумных композиций, содержащих разное количество вермикулита (от 2% до 25%).

Анализ полученных результатов исследований битумов марки БНД 70/100 показал наличие характерных для битумов интенсивных полос в области  $3000-2800\text{ см}^{-1}$  (валентные колебания  $n(\text{CH})$  и  $\text{CH}_2$  групп),  $1470\text{ см}^{-1}$  (деформационные колебания  $5(\text{CH}_2)$ ) и  $1377\text{ см}^{-1}$  (деформационные колебания  $5(\text{CH}_3)$ ). Указанные полосы всегда присутствуют в спектрах предельных углеводородов, парафинов, масел. В спектрах компонентов четко видна полоса пропускания при  $722\text{ см}^{-1}$ , которая соответствует деформационным колебаниям  $5(\text{CH}_2)$  групп в свободных парафиновых цепях. Отчетливо проявляется характеристический триплет  $740, 722, \text{ и } 820\text{ см}^{-1}$  - признак наличия ароматических структур.

Значительно большей интенсивностью характеризуются полосы пропускания в области  $1380-1480\text{ см}^{-1}$ , свидетельствующие о присутствии кислородсодержащих соединений. Полоса  $1600\text{ см}^{-1}$  характеризует валентные

колебания неопределенных C=C связей, в основном, циклического строения, и прежде всего бензольных колец. Большая полуширина и сложная структура данной полосы свидетельствует о широком распределении по составу ароматических соединений - асфальтенов в битумах. В области  $1688\text{ см}^{-1}$  находятся полосы карбонильных и карбоксильных C=O групп, возникающие при окислении органических соединений. Характерная полоса поглощения карбонильной группы, которая в спектре модифицированного битума имеет большую интенсивность, чем в спектре исходного, и смещается с  $1458$  до  $1600\text{ см}^{-1}$  (рис. 10).

Известно, что в асфальтеновых веществах концентрируются свободные радикалы, которые являются одним из факторов, определяющих склонность асфальтенов к ассоциации. Наличие свободных радикалов обусловлено тем, что в асфальтенах сосредоточено больше всего конденсированных ароматических структур, которые создают явление парамагнетизма. Это приводит к межмолекулярному взаимодействию, способствующему образованию надмолекулярных структур.

Очевидно, по изменению в области валентных колебаний  $\nu(\text{OH})$  и частично по полосам (C=O) характеризуют водородные связи карбоксильных групп и можно предположить образование межмолекулярных водородных связей.

Анализ приведенных спектров указывает на повышенное содержание в модифицированном битуме высокомолекулярных асфальтенов с некоторым увеличением структурирующих смол, поскольку наблюдается усиление полос поглощения карбонильной группы при  $1458\text{ см}^{-1}$  (смещение в модифицированном битуме до  $1600\text{ см}^{-1}$  и ароматических колец при  $1602\text{ см}^{-1}$ ). Кроме того, при взаимодействии с вспученным вермикулитом в битуме снижается содержание масляной фракции, в частности, парафино-нафтеновых углеводородов, характеризующихся парафиновыми цепями с полосой спектра при  $718\text{ см}^{-1}$ . Снижение концентрации парафино-нафтеновых углеводородов в битуме приводит к повышению лиофильности асфальтенов, которые сольватируются и набухают в ароматических углеводородах и нерастворимы в парафино-нафтеновых. Такой битум отличается тем, что асфальтены могут взаимодействовать своими полярными (лиофобными) участками поверхности, образуя агрегаты и зародыши коагуляционной структуры, а на лиофильной внешней стороне асфальтенов ориентированно адсорбируются смолы.

Следующим этапом было изучение физико-механических и защитных свойств битумных лакокрасочных материалов. Результаты изучения физико-механических свойств битумных лакокрасочных материалов представлены в (таблица 8)

Таблица 8 – Физико-механические свойства образцов битумных лакокрасочных материалов с разными наполнителями

Показатель	1*	2*	3*	4*	Н
Высыхание от "пыли", мин	20	20	20	20	20
Практическое высыхание, час	3	3	3	3	3
Прочность при ударе ,Нм	3,8	5	5,5	5	3
Эластичность	1	1	1	1	2
Твердость по маятн. прибору	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8
Водопоглощение,%масс	0,03	0,08	0,037	0,01	0,17
Жизнеспособность, сутки	+25°С	>7	>7	>7	>7
	+60°С	>7	>7	>7	>7

Наполнители;1\*-каолин, 2\*-слюда 3\*-тальк, 4\*-кулантауский вермикулит

Так водопоглощение изменяется почти с 0,01% до 0,08%, а жизнеспособность их в исследованном интервале температур остается достаточно для нанесения нескольких слоев пленки из приготовленной композиций. При этом все они по прочности при ударе и по величине водопоглощения намного превосходят немодифицированные (табл.8, столбец Н).

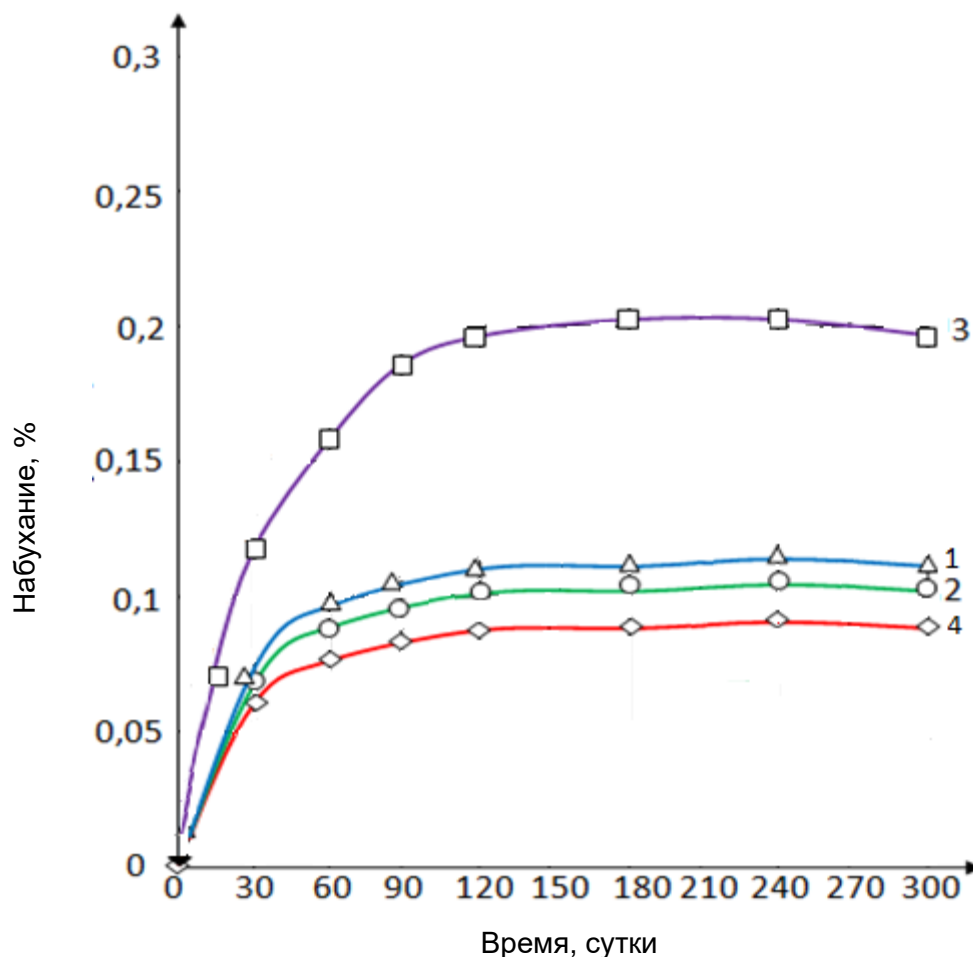
Теплостойкость покрытий не снижается, и ее величина находится в допустимых пределах температур, применяющихся при ведении технологических процессов.

Проведенными исследованиями показано, что все композиции обладают высокими физико-механическими свойствами.

Исследование защитных свойств битумных лакокрасочных материалов проводили в некоторых агрессивных средах, таких как 3% раствор NaCl, имитатор нефтепродуктов (50% изооктана по ГОСТ 4095-75,30% ксилола по ГОСТ 9949-76 и 20%,толуола по ГОСТ 9880-76) и вода техническая, растворы которых имеют контакт с наиболее обширными площадями оборудования и трубопроводов, нуждающихся в защите.

Оценка защитных свойств производилась по данным изменения внешнего вида и массы, физико-механических свойств и адгезии, а также по значению электросопротивления и наличия подпленочной коррозии после экспонирования образцов в агрессивных средах. Исследование защитных свойств битумных покрытий показали их высокие защитные свойства как при 25°С, так и при 50°С (рис.11).

Результаты исследования изменения величины набухания со временем при температурах 25 и 50°С показали, что покрытия №1, №2, №4 достигнув 30 суток величины набухания от 0,06 до 0,12% от первоначальной массы, стабилизируются и остаются постоянными в течение последующих 300 суток, а у покрытий №3 набухание продолжается до 90-100 суток

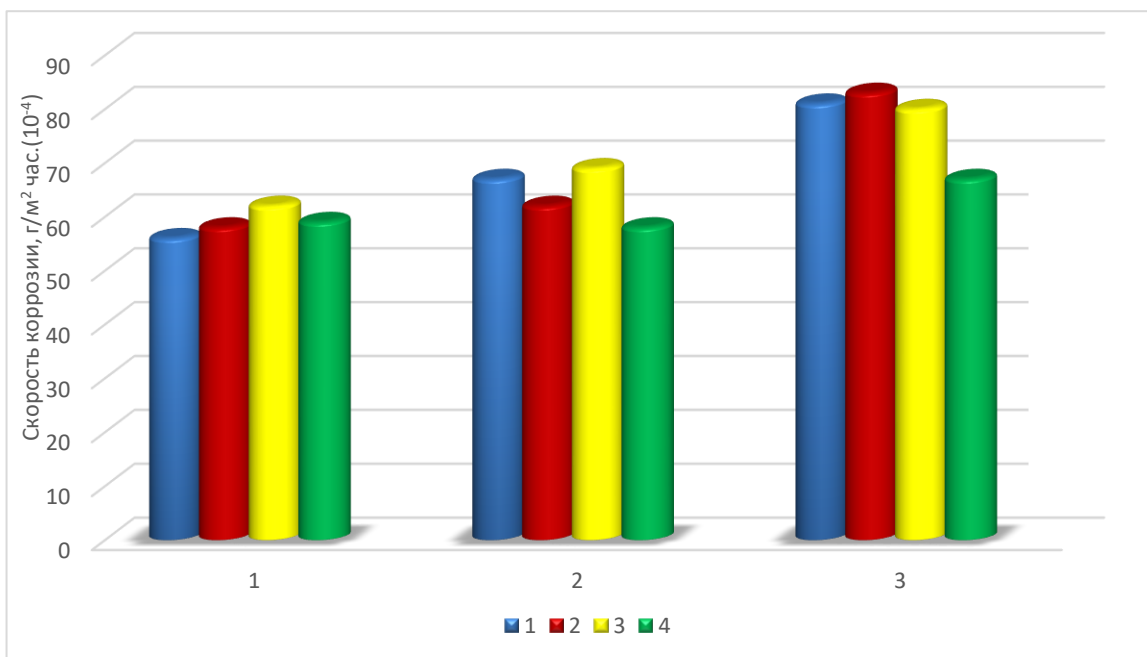


Битумные покрытия с наполнителями. 1- каолин, 2- слюда, 3- тальк, 4 - кулантауский вермикулит.

Рисунок 11 Набухание битумных покрытий с различными наполнителями в воде при 25<sup>0</sup>С

При погружении битумных покрытий в воду зависимость набухания (%) покрытий от времени (сутки), например, 30 суток наблюдается для следующих покрытий с наполнителями: с вермикулитом - 0,65% (кривая 1), слюдой - 0,70%, с каолином - 0,86%. с тальком - 0,12%. Далее кривые зависимости набухания-время битумных покрытий с различными наполнителями в воде при 25<sup>0</sup>С остались почти без изменений в последующие 300 суток. Незначительное начальное увеличение массы образцов объясняется проникновением воды в поры поверхностного слоя, после чего в системе устанавливается подвижное равновесие и состояние покрытий стабилизируется, что выражено на горизонтальной составляющей кривых изменения величины набухания.

Повышение температур испытания в воде до 50% способствует увеличению набухания покрытий. При этом период до максимального набухания увеличивается у всех покрытий. Но если у покрытий №1, №4 отмечается незначительный рост величины набухания (до 0,125%), то у покрытий №2 и №3 набухание достигает 0,23% и 0,31% соответственно



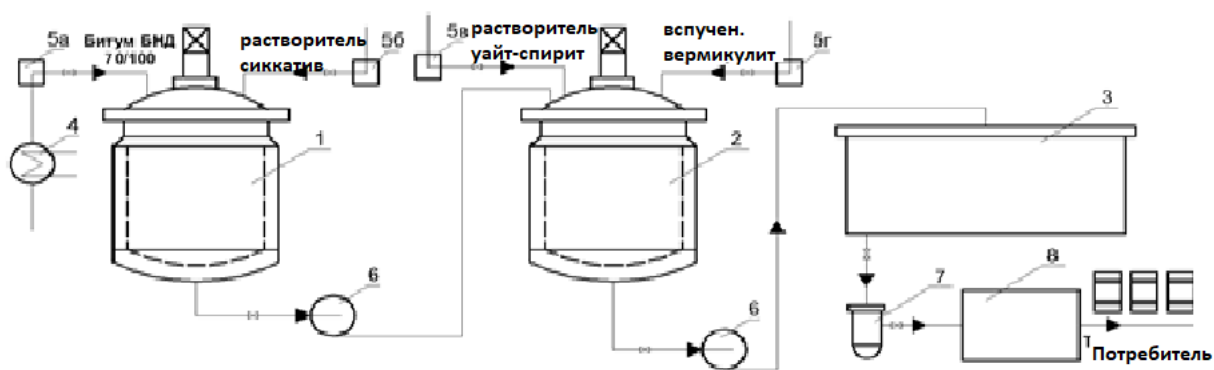
1- с каолином, 2- с слюдой, 3- тальком, 4- с вермикулитом  
 А-верхняя часть трубопровода; Б-средняя часть трубопровода;  
 В-нижняя часть трубопровода

Рисунок 12 - Скорость коррозии металла с различным битумным покрытием после 6 месяцев испытания.

Наибольшую коррозионную стойкость в атмосферных условиях показало покрытие №4 с вермикулитом, а наименьшую - №3 с тальком в качестве наполнителя.

На основании полученных экспериментальных данных получения битумного лака на основе битума БНД 70/100 разработана принципиальная технологическая схема процесса и выбраны оптимальные технологические параметры процесса (рис. 13).





1-реактор, 2-емкость для смешения, 3-приемник, 4 – теплообменник; 5а-дозатор битума, 5б-дозатор сиккатива, 5в-дозатор уайт-спирита, 5г-дозатор вспученного вермикулита, 6-насосы, 7- фильтр «Куно», 8- контейнер для готовой продукции

Рисунок13 - Схема производства битумного лака:

Нагретый в теплообменнике (4) битум БНД 70/100 через дозатор 5а загружается в реактор (1) (170-180 °С), воздухом через распределительную решетку (1000–1500 м<sup>3</sup>/ч). Далее лаковая смола охлаждается до температуры 120–130 °С, затем перекачивается насосом в смеситель(2) (продувка идет азотом). Часть растворителя заливается через дозатор (5б. 5в) и через дозатор 5 г добавляется в реактор вспученный вермикулит, где происходит смешение лаковой смолы с оставшимся растворителем и сиккативом при температуре 15–25 °С в течение 1 часа. Полученный лак подают приемник(3) и далее на фильтрацию в фильтр «Куно»7, откуда битумный лак самостоятельно поступает в емкость для готовой продукции(8), далее на фасовку. Таким образом, на основе битумной смолы получены новые товарные продукты, востребованные в народном хозяйстве, где налицо решение проблемы энерго- и ресурсосбережения.

Таким образом, на основе отечественного битума разработана технология получения антикоррозионных битумных лакокрасочных материалов с высокими эксплуатационными свойствами, которые могут быть использованы для защиты от коррозии наружных поверхностей трубопроводов различного назначения и резервуаров.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рассмотрены и проанализированы тенденции современного состояния производства лакокрасочных материалов в Республике Казахстан. Аналитический обзор битумных лакокрасочных материалов, показал, что факторами, сдерживающими широкое использование битумных лакокрасочных материалов являются низкие показатели твердости, адгезии и

прочности, в значительной степени, зависящие как от технологических условий процесса получения битумов. Показано, что особую актуальность в современных условиях приобретает использование отечественных битумов в создании на их основе современной технологии производства композиционных битумных материалов, которая должна решать экологические и экономические аспекты промышленности

2. Методом ИК-спектроскопии и стандартных методов исследования битумных материалов исследованы структура битума БНД70/100 и полученных битумных лаков. Анализ современных научно-технологических достижений и результаты разработок, учитывающих механизм действия различных добавок к битумным материалам, позволили создать оригинальную классификацию добавок и компонентов, позволяющих эффективно регулировать качество сырья, материалов и продукции на каждой из технологических стадий производственно-технологического комплекса битумного производства.

3. Созданы новые лакокрасочные материалы на основе модифицированных отечественных битумов и разработаны рецептуры битумных лакокрасочных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами, определены закономерности влияния модифицирующих добавок различной природы на эксплуатационные свойства битумных лакокрасочных материалов и найдены их оптимальные концентрации для обеспечения пространственной дисперсной структуры необходимого качества.

Впервые разработана рецептура битумного лакокрасочного материала с улучшенными физико-химическими и эксплуатационными характеристиками на основе модифицированных битумов, добавками, сочетающими структурирующие и пластифицирующие свойства. Получен патент на полезную модель РК «Битумная композиция с минеральным наполнителем». №4530 от 03.06.2019г.

4. Впервые изучено влияние модификатора-кулантауского вермикулита на реологические и физико-механические свойства битумных лакокрасочных материалов. Установлен результирующей эффект модифицирования, определяемого качественно-количественными закономерностями, рядом сопутствующих процессов при участии других индивидуальных составляющих. Использование кулантауского вермикулита в составе антикоррозионного битумного лака обеспечивает стабильную адгезию в широком диапазоне температур, сохранение высокой пластичности и защитных свойств при длительной эксплуатации, не требует высокой степени подготовки поверхности металла перед нанесением.

5. Изучены физико-механические и защитные свойства покрытий в различных температурных условиях. По результатам исследования физико-механических свойств различных композиций покрытий показано, что битумные покрытия превосходят немодифицированные покрытия по прочности при ударе в 1,3 раза (№1)-1,8 раза (№3) при этом их способность к водопоглощению уменьшается от 2,5 раза (№2) до 6,8 раза (№1) ниже.

Исследование адгезионной прочности покрытий по адгезионному характеру отрыва показало, что наибольшей адгезией обладают битумные покрытия с наполнителем из вермикулита (№4). Показано, что увеличение влажности способствует снижению адгезионной прочности покрытия, тем интенсивнее, чем ниже температура испытания.

Оценка стойкости битумных покрытий к атмосферной коррозии в лабораторных условиях и на объектах (участки нефтепровода и нефтехранилища) показала, что оптимально защищать наружную поверхность конструкцией покрытиями содержащими вспученный вермикулит Кулантауского месторождения (№4).

6. Разработана технология получения антикоррозионных битумных лакокрасочных материалов с высокими эксплуатационными свойствами, которые могут быть использованы для защиты от коррозии наружных поверхностей магистральных и нефте-, газопроводов и трубопроводов различного назначения и резервуаров. Реализация результатов диссертационного исследования позволяет обеспечить стабильную адгезию в широком диапазоне температур, сохранение высокой пластичности и защитных свойств при длительной эксплуатации. Эффективность разработанной технологии подтверждена опытно-промышленными испытаниями, проведенными на базе предприятия АО «Кентауский трансформаторный завод» (акт испытаний прилагается к диссертации).

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность полученных результатов обеспечена использованием современных средств и методик проведения исследований и подтверждена анализом научно-технической литературы, ранее проведенными экспериментальными исследованиями, базирующимися на фундаментальных положениях теории нефтяных дисперсных систем.

**Апробация работы.** Основные результаты работы были представлены на следующих международных конференциях, семинарах и форумах: на Международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения – 16: «Четвертая промышленная революция: новые возможности модернизации Казахстана в области науки, образования и культуры, Ш., 2018г, на 16 Uluslararası Türk Dünyası Sosyal Bilimler Kongresi», Шымкент, 2018, на международной научно-практической конференции Российской Федерации: XII Международной конференции молодых ученых по нефтехимии «Булатовские чтения», г.Краснодар, 2018, на V-ой Международной ежегодной конференции «Промышленные технологии и инжиниринг», посвященной 75-летию Южно-Казахстанского государственного университета имени М. Ауэзова и 90-летию академика Сулейменова Султана Таширбаевича (ISITE-2018), на международной научно-технической конференции «Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов», г.Ташкент (РУЗб), 2019г., на научно-практической конференции «Актуальные задачи нефтегазохимического комплекса. Добыча и переработка», РГУ им.

И.М.Губкина, г.Москва (РФ), 2019г. на международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения» - Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2020г.

#### **Личный вклад докторанта**

Автором выполнен анализ научно-технических и патентных источников по теме диссертации; выполнена экспериментальная часть работы; произведен анализ, обработка и интерпретация полученных практическим путем данных; подготовлены материалы для публикации в научных журналах и трудах конференций; доложены результаты исследований на научно-практических конференциях

**Публикации результатов исследований.** Основные итоги диссертационного исследования были опубликованы в 14 печатных публикациях: из них 2 статьи, опубликованных в международном научном издании, включенном в базы данных Scopus и Thomson Reuters Web of Science, Egyptian Journal of Chemistry (Египет), Rasayan Journal of Chemistry(Индия)., 3 статьи, опубликованы в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан; 8 в материалах и тезисах международных и республиканских научных семинаров и конференций, из них 3 - в материалах зарубежных конференций; 1 патент на полезную модель РК «Битумная композиция с минеральным наполнителем».

**Структура и объем докторской диссертации.** Диссертационная работа изложена на 106 страницах машинописного текста и включает 37 рисунков и 18 таблицы. Работа состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, результатов и их обсуждения, заключения и списка использованных источников из 169 наименований.