

На правах рукописи

**БАДРИЕВ АЙРАТ АХМЕТГАТАЕВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ  
ЖИДКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ  
НЕФТЯНОГО БИТУМА**

Специальность 05.17.07 – "Химия и технология топлив  
и специальных продуктов"

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Уфа – 2005

Работа выполнена в Уфимском государственном нефтяном  
техническом университете.

**Научный руководитель**

доктор технических наук, доцент  
**Арсланов Исмагил Ганеевич.**

**Официальные оппоненты:**

доктор технических наук, профессор  
**Ахметов Сафа Ахметович;**  
доктор химических наук, профессор  
**Доломатов Михаил Юрьевич.**

**Ведущая организация**

ЗАО "Урусинский химический завод".

Защита диссертации состоится "18" февраля 2005 года в 14-00 часов на заседании диссертационного Совета Д 212.289.03 при Уфимском государственном нефтяном техническом университете по адресу: 450062, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уфимского государственного нефтяного технического университета.

Автореферат разослан "\_\_\_" января 2005 года.

Ученый секретарь

диссертационного совета

**Абдульминев К.Г.**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность работы

Покрытия на основе жидких композиций, образующиеся в виде тонких пленок на различных поверхностях, распространенное и эффективное средство декоративной отделки и защиты от коррозии и старения различных материалов, изделий и сооружений. При этом главным компонентом любой жидкой композиции (ЖК), определяющим свойства получаемого покрытия, является связующее вещество.

Перспективным направлением в производстве ЖК в настоящее время является использование нефтяного битума в качестве связующего материала. Это связано с тем, что нефтяной битум является наиболее доступной и распространенной основой пленкообразующих материалов, а также возможностью получать специальные сорта нефтяного битума и организовать производство продукции, пользующейся повышенным спросом.

В настоящее время существует широкий ассортимент жидких композиций на основе различного компонентного состава (пигментированные лаки и краски, жидкие полимерные и полимерно-битумные составы, пластификаторы и др.), которые требуют конкретных технологических решений при их получении. Поэтому наиболее целесообразным является обзор материалов, пользующихся широким спросом в промышленности, народном хозяйстве и у населения, например, таких как пигментированные лакокрасочные материалы на основе нефтяного битума.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) представляют собой композиционные системы и обладают оптимальным комплексом свойств только в том случае, если сочетание составляющих компонентов – пленкообразователей, пигментов и присадок – и их природа соответствуют вполне определенным условиям. Поэтому выбранная технология получения ЛКМ должна обеспечивать необходимые изменения компонентного состава сырья и высокое качество конечного продукта. Исходя из этого, технология производства

пигментированных лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума предусматривает последовательность следующих операций:

- получение нефтяного битума с определенными свойствами, соответствующими установленным условиям производства жидких композиций на его основе;

- получение битумного лака в качестве пленкообразующего материала с широким диапазоном характеристик и интенсификация процесса смачивания и диспергирования пигментных частиц в среде пленкообразователя на основе применения новых технологий.

Использование нефтяного битума в качестве основы пленкообразующей системы позволяет значительно расширить сырьевую базу лакокрасочной промышленности. Совершенствование технологии получения пигментированных лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума с учетом возможности изменения их свойств непосредственно при получении является важной научно-технической и практической задачей.

Диссертационная работа проводилась в соответствии с Межвузовской научно-технической программой "Комплексное решение проблемы разработки, транспорта и глубокой переработки нефти и газа" (приказ Госкомвуза России от 20.03.96 № 468).

### **Цель диссертационной работы**

Совершенствование технологии получения жидких композиций на примере пигментированных ЛКМ на основе нефтяного битума за счет интенсификации производственных процессов с применением гидроакустической технологии.

### **Основные задачи исследования**

- Анализ современного состояния и перспектив значительного расширения сырьевой базы производства жидких композиций на примере лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума.

- Совершенствование процессов получения битумного лака и пигментированных лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума за счет интенсификации процессов смешения и диспергирования сырья.
- Проведение качественно-количественной оценки процесса смешения жидких сред на основе моделирования и визуального мониторинга технологического процесса в лабораторных условиях.
- Разработка метода предварительного дезагрегирования пигмента в среде пленкообразующей системы при получении лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума.
- Разработка технологической схемы получения жидких композиций, в том числе лакокрасочных материалов с использованием в качестве пленкообразователя битумного лака.

### **Научная новизна**

- Разработана гидроакустическая технология для интенсификации процессов распыления, смешения и диспергирования сырья при получении нефтяного битума, битумного лака и жидких композиций на основе нефтяного битума, отличительной особенностью которой является генерирование широкого диапазона частот. Определено оптимальное рецептурное соотношение пигмента в пределах 10-20% с точки зрения дисперсности для составления пигментных композиций.
- Определена наиболее эффективная гидродинамическая модель смешения жидких сред и получена ее количественная оценка на основе анализа данных по моделированию и визуальному мониторингу технологического процесса смешения в лабораторных условиях.

### **Практическая ценность**

- Сконструирована и апробирована установка для моделирования процессов смешения многофазных сред в лабораторных условиях.
- Предложена технологическая схема получения жидких композиций на примере лакокрасочных материалов с предварительным дезагрегированием

пигментных частиц, позволяющая реализовать принцип проточной системы смешения сырья и сократить продолжительность процесса дезагрегирования в 1,4...1,6 раза.

- Внедрены в производство битумного лака и пигментированных ЛКМ в НГДУ "Карабашнефть" высокоэффективные гидроакустические смесители, что позволяет получить конечный продукт с повышенными физико-механическими характеристиками, соответствующий установленным техническим условиям.
- Разработана, смонтирована и испытана установка для получения жидких композиций на примере пигментированных ЛКМ на основе нефтяного битума в условиях ОАО "Татнефтепром" (НГДУ "Карабашнефть").

### **Апробация работы**

Результаты работы докладывались на Международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы Волго-Уральской нефтегазоносной провинции" (Уфа, 2001), VII Международной научно-практической конференции "Состояние и перспективы работ по повышению нефтегазоотдачи пластов" (Самара, 2003), V Конгрессе нефтегазопромышленников России (Казань, 2004), а также на межрегиональных и межвузовских научно-технических конференциях, на научных семинарах УГНТУ

### **Публикации**

Основные положения диссертации изложены в 10 печатных работах, в том числе отражены в 1 патенте РФ.

### **Объем и структура работы**

Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы из 105 наименований и приложений на 6 страницах. Работа изложена на 125 страницах машинописного текста и включает 22 рисунка и 14 таблиц.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

*Во введении* обоснована актуальность проблемы, определена ее цель и практическая значимость работы.

*В первой главе* проведен анализ современного состояния и перспективы развития технологии производства жидких композиций, в качестве которых приняты пигментированные лакокрасочные материалы на основе нефтяного битума.

Рассмотрены методы производства пигментированных лакокрасочных материалов. Отмечено, что комбинированный метод введения пигментов является наиболее приемлемым в настоящее время. На основе анализа существующего оборудования для смешения, применяемого в производстве пигментированных лакокрасочных материалов, определена перспективность применения гидроакустических методов смешения и диспергирования пигментов в среде пленкообразующего материала.

Рассмотрено влияние дисперсности пигментов и наполнителей на структуру и свойства покрытий. Основные показатели пигментов (укрывистость, насыщенность цвета, фотохимическая активность, устойчивость к воздействию атмосферных факторов и агрессивных сред и др.), определяющие эффективность их использования в производстве ЛКМ, существенно зависят от степени дисперсности частиц и их равномерного распределения в целом. Повышение оптических свойств пигментов за счет улучшения качества их диспергирования позволяет частично заменить их наполнителями. Использование наполнителей дает возможность не только снизить расход пигментов, но и улучшить атмосферо- и термостойкость, электроизоляционные и другие свойства покрытий.

Приведены особенности технологии получения лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума. Отмечена перспектива использования модифицированных неорганическими веществами и органическими ПАВ хроматических пигментов для получения ЛКМ на основе нефтяного битума с целью совершенствования защитно-декоративных свойств покрытий.

Характер и интенсивность взаимодействия наполнителей и пигментов с полимером, определяющие свойства наполненных систем, зависят от состава применяемых материалов и условий наполнения. Поэтому модифицирование свойств поверхности наполнителей и пигментов с целью повышения их активности в полимере и улучшения технологических свойств материалов является важной задачей для науки и практики. Среди различных методов модифицирования наполнителей и пигментов — химического, механохимического и радиационно-химического — особое место занимает адсорбционное модифицирование с помощью ПАВ. Этот метод наиболее эффективен, так как соответствующим подбором состава и структуры ПАВ можно строго регулировать изменение свойств модифицируемых поверхностей, и легко осуществим в технологическом отношении благодаря высокой эффективности действия малых добавок ПАВ и простоте модифицирования.

В лакокрасочной промышленности использование ПАВ обеспечивает интенсификацию процесса перетира и повышение дисперсности перетертых эмалей, а также повышение стабильности красок и эмалей. Более того, ПАВ способствует улучшению укрывистости эмалей, глянца и атмосферостойкости покрытий, а также уменьшению их водопроницаемости. Модифицирование обеспечивается в основном при диспергировании пигментов в пленкообразующем материале.

В конце главы приведено обоснование цели и основных задач исследования.

*Во второй главе* описаны объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований приняты предлагаемая схема технологического узла получения нефтяного битума, битумный лак типа БМК и ИБМК (битум карабашский ингибированный), сырьевые гидроакустические распылители и смесители-диспергаторы на основе центробежно-вихревых форсунок, а также установка для моделирования процессов смешения многофазных сред и пилотная установка для получения жидких композиций на основе нефтяного битума.

Гидроакустические распылители и смесители-диспергаторы являются основными рабочими элементами совершенствования технологических схем и установок.

Распылители на основе центробежно-вихревых форсунок при одинаковых расходных и геометрических параметрах обеспечивают более тонкий распыл по сравнению со шнековой вставкой при большем угле факела. Также известно, что при равных значениях диаметра сопла  $d_c$  и давления жидкости  $P$  перед форсункой наиболее тонкий распыл создают центробежно-вихревые форсунки, несколько более грубый – центробежно-струйные и самый грубый у струйных форсунок.

На характеристики форсунки влияет также форма выполнения выходной кромки сопла. Установлено, что при одинаковых давлениях подачи жидкости, для сопел со скругленной кромкой угол распыла увеличивается, размеры капель уменьшаются и несколько возрастает производительность.

Выражение для определения степени закрутки для центробежно-вихревой форсунки имеет вид

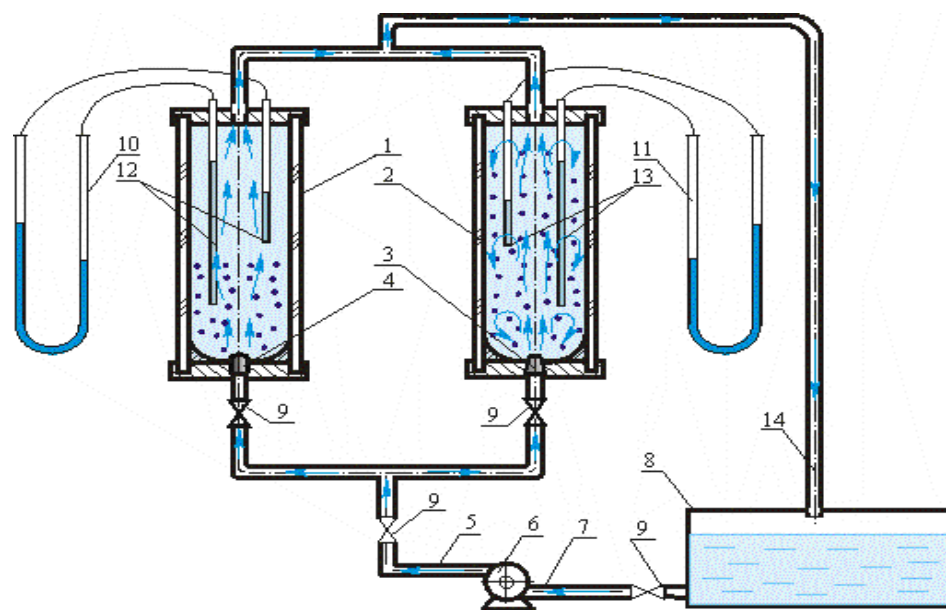
$$A^* = A \sin \beta,$$

где  $A^*$ ,  $A$  – коэффициенты закрутки центробежно-вихревой и центробежной форсунок соответственно;  $\beta$  – угол между осью входного канала и осью сопла.

С увеличением степени закрутки в тангенциальной форсунке возникают градиенты в радиальном и осевом направлениях вблизи выходного сечения сопла и, по мере увеличения степени закрутки, величина градиента тоже увеличивается, что приводит к снижению давления жидкости в приосевой зоне до величин, меньших давления внешней среды. Под влиянием этой разности давлений в приосевую зону форсунки периодически устремляется жидкость из окружающей среды, что приводит к образованию рециркуляционной зоны, которая способствует более интенсивному смешению и диспергированию сырья.

Уникальные свойства тангенциальной центробежно-вихревой форсунки, обеспечивающей тонкое распыление жидкости и высокую турбулентность в объеме, где происходит распыление, позволяют использовать ее в качестве как распылителя, так и смесителя-диспергатора.

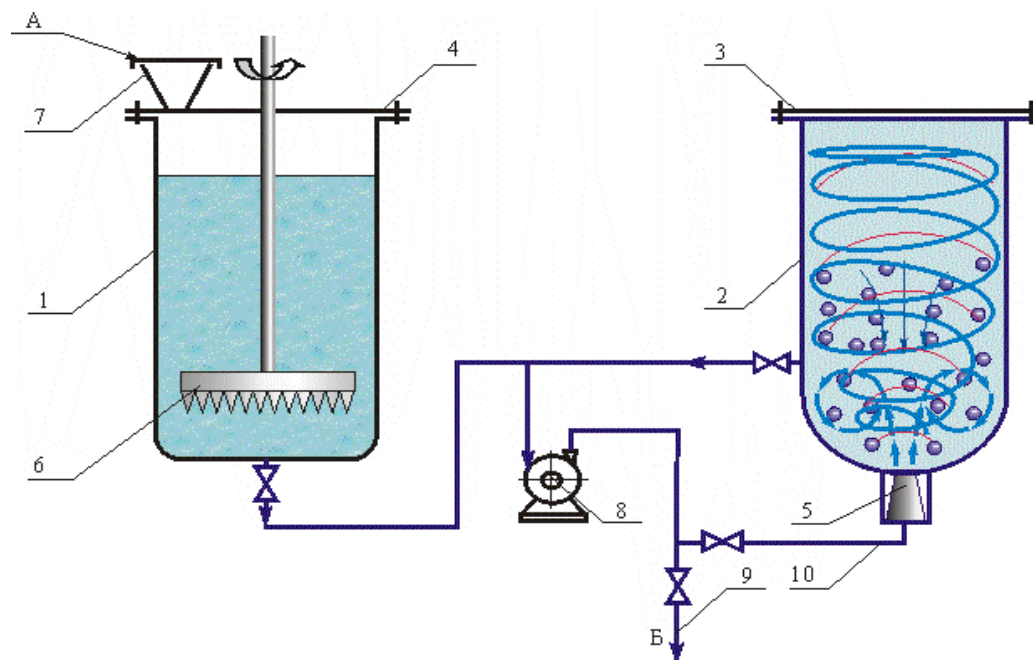
Разработана экспериментальная установка для моделирования процессов смешения многофазных сред (рисунок 1), которая позволяет в лабораторных условиях: моделировать процесс смешения многофазной среды с получением конечного продукта при периодическом режиме работы; проводить визуальный мониторинг за технологическим процессом смешения; определять необходимые рабочие характеристики существующих типов смесителей; получить уравнения для расчета средних значений коэффициента турбулентной диффузии.



1,2 – стеклянные камеры; 3,4 – центробежно-вихревая форсунка и другие типы смесителей соответственно; 5,7,14 – приемно-раздаточные патрубки; 6 – центробежный насос; 8 – сливная емкость; 9 – краны; 10,11 – дифференциальные манометры; 12,13 – гибкие шланги

Рисунок 1 - Схема установки для исследования гидродинамики смешения многофазных сред

Пилотная установка для получения жидких композиций представляет собой агрегат периодического действия с широкими функциональными возможностями, совмещающими процессы диспергирования и высокоэффективного перемешивания с тонким распылением (рисунок 2).



1 – диссольтвер (вертикальный смесительный аппарат с дискофрезерной мешалкой); 2 – вихревая камера смешения; 3,4 – взаимозаменяемые крышки аппарата; 5 – гидроакустический смеситель-диспергатор; 6 – лопастная мешалка; 7 – загрузочный люк; 8 – насос; 9,10 – гибкие армированные шланги. Поток: А – исходные компоненты; Б – гомогенизированный продукт

Рисунок 2 – Схема пилотной установки для получения жидких композиций

Установка предназначена: 1) для приготовления тонкодисперсных жидких композиций; 2) введения в лакокрасочные материалы пигментных паст; 3) совмещения лакокрасочных материалов с различными наполнителями и модификаторами; 4) эмульгирования в водной среде и совмещения водных дисперсий полимера с пластификаторами, маслами и другим материалами; 5) восстановления эксплуатационных свойств лакокрасочных материалов; 6) выгрузки и фасовки готовой продукции.

При проведении расчетов и экспериментов были использованы оригинальные методики, полученные на основе обзора литературных источников и приспособленные к условиям получения и применения в лакокрасочных материалах на основе нефтяного битума.

При получении битумного лака и лакокрасочных материалов на его основе были использованы стандартные методы анализа согласно ТУ-2311-054-00151638-2003.

*В третьей главе* рассмотрены вопросы интенсификации производства жидких композиций на основе нефтяного битума. Для этой цели разработана методика совершенствования технологии получения нефтяного битума на основе гидроакустики, в рамках которой предложены способ его получения и устройство для реализации (защищены патентом РФ № 2221834). А также на основе оригинальных методик расчета, приведенных в литературе, исследованы характеристики центробежно-вихревых форсунок и аналитически определены параметры, обеспечивающие требуемое качество распыления.

На рисунках 3 и 4 представлены зависимости средних размеров капель от расхода и толщины пленки жидкости (воды), а также от степени раскрытия сопла  $C_c$ .

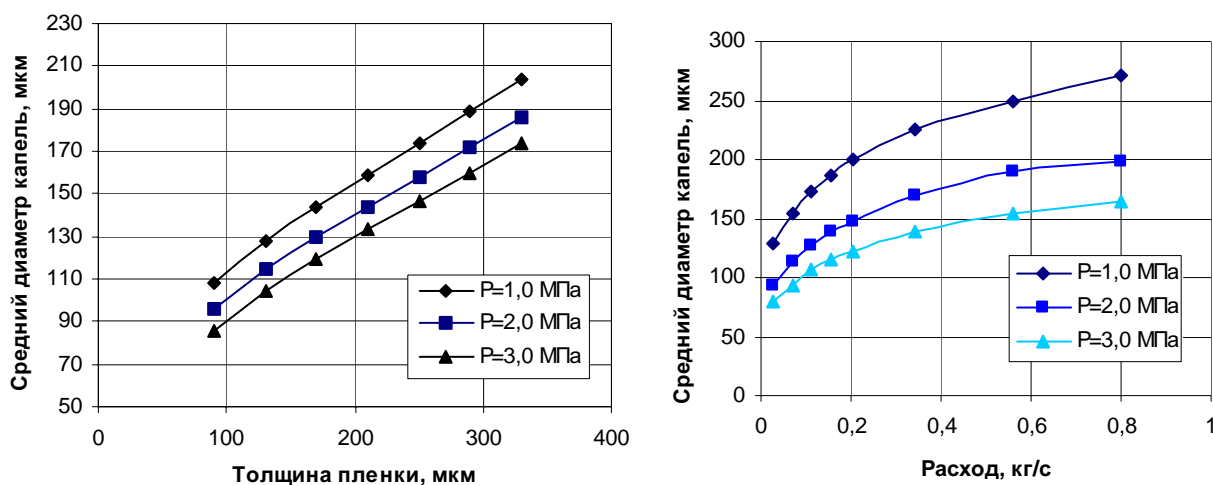


Рисунок 3 - Влияние расхода и толщины пленки на средний диаметр капель жидкости (воды) при различных значениях давления

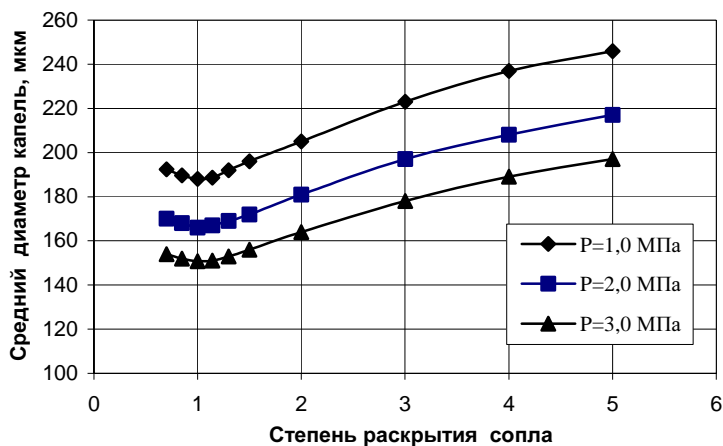


Рисунок 4- Влияние степени раскрытия сопла  $C_c$  на средний диаметр капель жидкости при различных значениях давления

Согласно полученным данным (см. рисунки 3 и 4) качество распыления, определяемое тонкостью распыла, распределением капель распыленной жидкости по размерам и распределением жидкости в струе, достигается повышением давления жидкости при минимальной степени раскрытия сопла.

В результате промышленных испытаний установлен эффект снижения вязкости сырья при воздействии гидроакустического поля, что способствует более тонкому распылению при прочих равных условиях.

На основе анализа литературных источников и проведенных в лабораторных условиях исследований по моделированию процессов смешения многофазных сред в качестве ячейки идеального смешения представлена камера закручивания центробежно-вихревой форсунки. Микросмешение в таком смесителе обеспечивается за счет практически одинакового времени пребывания всех частиц жидкости в зоне смешения и идентичными условиями прохождения всего потока жидкости через вихревую камеру, объем которой несравнимо мал по отношению к общему объему перемешиваемой жидкости, а толщина сопоставима с размерами глобул.

На основе приведенных в литературе методик расчета основных параметров процесса смешения применительно к рассматриваемой модели аналитическим путем получены распределения коэффициента турбулентной диффузии  $D_T$  и

энергии диссипации  $\varepsilon_0$  относительно радиуса вихревой камеры и параметра распределения тангенциальной скорости жидкости (рисунок 5).

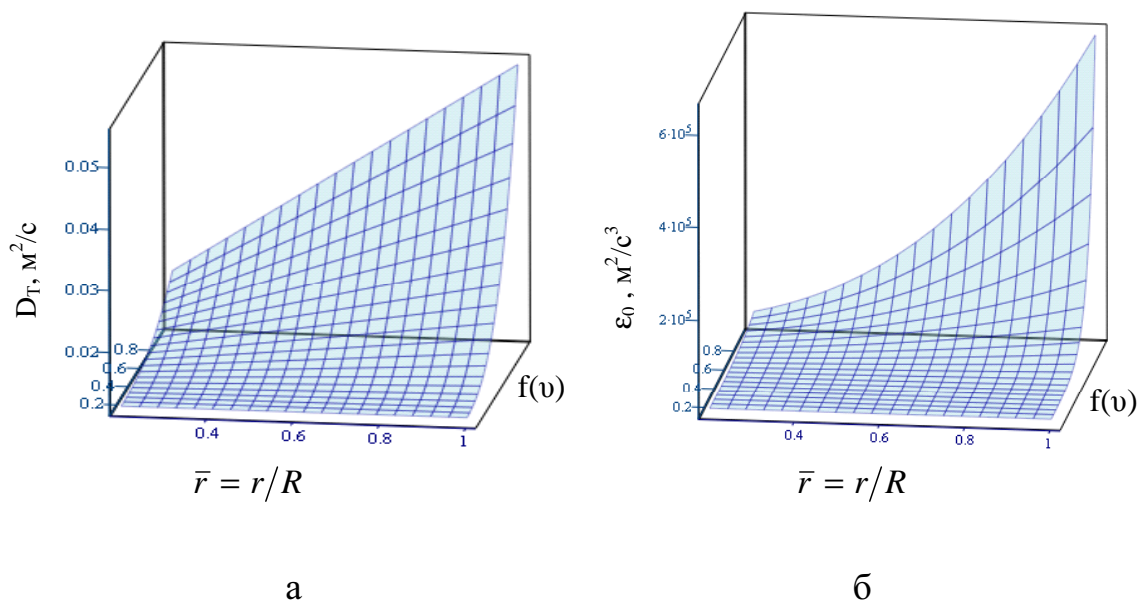
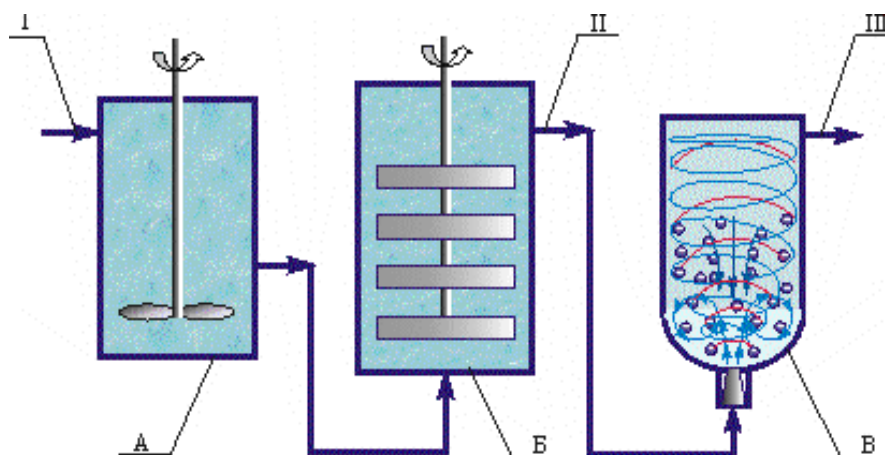


Рисунок 5 - Распределения коэффициента турбулентной диффузии  $D_T$  (а) и энергии диссипации  $\varepsilon_0$  (б) относительно радиуса  $\bar{r} = r/R$  вихревой камеры и параметра распределения тангенциальной скорости жидкости  $\psi_1 = f(v)$

Применение вихревой камеры смешения сырья на основе предлагаемой модели способствует увеличению значения коэффициента турбулентной диффузии  $D_T$  более чем в 4 раза по сравнению с традиционной моделью. Максимальная величина диссипации удельной кинетической энергии турбулентности  $\varepsilon_0$  определяет интенсивность смешения жидких потоков на микроуровне, что обеспечивает возникновение мелкомасштабных сдвиговых деформаций и, как следствие, получение тонкодисперсных эмульсий и суспензий.

В соответствии с характером процесса (кинетические параметры, физические характеристики жидких потоков и т.д.) полученные в работе закономерности (см. рисунок 5) позволяют выбирать оптимальные условия для проведения процессов смешения композиционных систем.

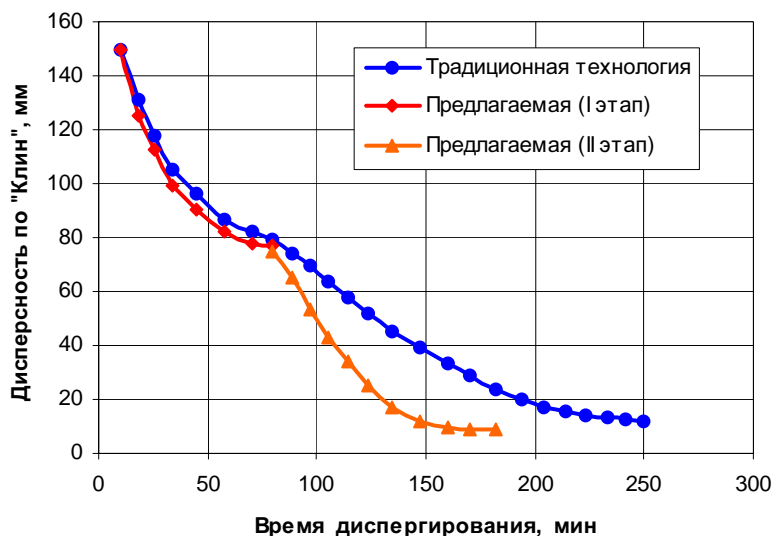
Для получения тонкодисперсных паст на основе алюминиевой пудры, предназначенных для дальнейшего применения в лакокрасочных материалах, разработана технологическая схема дезагрегирования пигментных материалов в среде битумного лака с использованием гидроакустической технологии (рисунок 6).



А - диссольтвер, Б – бисерная машина, В - вихревой смеситель. Поток: I – исходные компоненты + ПАВ; II – пигментная паста-полуфабрикат; III – пигментная паста

Рисунок 6 - Схема получения пигментированных лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума

При этом ставилась задача создания оптимальных гидродинамических и адсорбционных условий, чтобы с минимальными затратами энергии осуществить диспергирование пигментов до экономически обоснованных размеров частиц и их равномерное распределение и наиболее полное смачивание (рисунок 7). Основными элементами установки, применяемой в указанной схеме, являются два аппарата. Первый - это диссольтвер, он служит в качестве сырьевой емкости, основным элементом второго аппарата является диспергатор мелкодисперсных пигментов, созданный на основе вихревого смесителя-диспергатора.



I этап – диспергирование на пилотной установке до размеров частиц 70-80 мкм; II этап – диспергирование в бисерной мельнице

Рисунок 7 - Поэтапная обработка пигментной пасты

Эксперименты, проведенные на пилотной установке, показывают, что наиболее оптимальным является такой порядок диспергирования, когда пигментная паста подвергается предварительному дезагрегированию до размеров частиц 70...80 мкм на бисерных мельницах, с последующим диспергированием в вихревой камере, разработанной автором. Необходимо отметить, что аппараты А и Б при этом действуют на уровне макросмешения, аппарат В – на уровне микросмешения (см. рисунок 6). Для оптимизации условий диспергирования пигмента за счет создания дополнительных сдвиговых усилий в вихревой камере использованы частицы сферической формы. При этом реализуется принцип проточной системы смешения и диспергирования сырья, что является в настоящее время наиболее существенным фактором совершенствования технологического процесса получения ЛКМ и позволяет сократить продолжительность процесса предварительного дезагрегирования частиц в 1,4...1,6 раза.

**Четвертая глава** посвящена разработке технологии получения пигментных жидких композиций на основе нефтяного битума и ее технико-экономических показателей.

Предлагаемая технология состоит из ряда последовательных операций, основными из которых являются:

- получение нефтяного битума в качестве основы пигментной композиции;
- получение пленкообразующего материала;
- интенсификация процесса смачивания и диспергирования пигментных частиц в среде пленкообразующего материала.

В качестве пленкообразующего материала используется битумный лак типа БМК или ИБМК на основе нефтяного битума строительной марки БН-V. Полученные результаты по гидроакустической обработке битумного лака (таблица 1) относительно снижения вязкости полностью соответствуют теоретическим положениям диссертационной работы.

Таблица 1 - Результаты гидроакустической обработки битумного лака типа БМК и ИБМК

Характеристики лака	Количество обработок			
	0	1	2	3
1 Вязкость по вискозиметру типа ВЗ-4, с	20	18	16	14
2 Плотность $\rho$ при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	936	934	933	932

Результаты испытаний показывают, что битумный лак соответствует требованиям ТУ-2311-054-00151638-2003 и может быть использован в качестве пленкообразующего материала при получении пигментированных ЛКМ.

Результаты анализов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты анализов на соответствие битумного лака типа БМК и ИБМК требованиям ТУ-2311-054-00151638-2003

Наименование показателя	ТУ-2311-054-00151638-2003			
	Исходные образцы		Разработанные образцы	
	БМК	ИБМК	БМК	ИБМК
Цвет	Черный	Черный	Черный	Черный
Время высыхания, ч, не более				
при (20±2) °С	22	24	15	16
при (90±2) °С	0,5	1,0	0,35	0,7
Прочность при изгибе, мм, не более	3	3	2	2
Прочность при ударе, кгс.см, не менее	40	40	45	50
Твердость, у.е., не менее	0,55	0,55	0,57	0,60
Условная вязкость, с	15-20	18-20	14	14
Массовая доля нелетучих веществ, %	39±2	38±2	39	38
Адгезия пленки, балл, не более	1,0	1,0	1,0	1,0

Как следует из таблицы 2, получены следующие результаты по гидроакустической обработке битумного лака типа БМК и ИБМК соответственно: сокращение времени высыхания на 32 и 33% при нормальных условиях и на 30% при температуре 90 °С; повышение эластичности при изгибе составляет 33%, при ударе 11 и 20%; увеличение твердости на 3,5 и 8,3% соответственно; снижение вязкости составляет в среднем соотношении 20 и 26%.

Рассмотрены вопросы составления и диспергирования пигментных композиций. Проведены промышленные испытания по определению возможности использования пигментной пасты на основе нефтяного битума, обработанного по предложенной технологии (таблица 3).

Таблица 3 - Результаты гидроакустической обработки пигментной пасты на основе нефтяного битума

Характеристика пасты	Количество обработок			
	1	2	3	4
1 Вязкость по вискозиметру типа ВЗ-4, с	40	30	25	20
2 Дисперсность по "клин"	160	90	60	50

Результаты гидроакустической обработки пигментной пасты согласно таблице 3 свидетельствуют о снижении вязкости среды и повышении уровня дисперсности пигментных частиц по мере увеличения количества обработок, что вполне соответствует положениям диссертационной работы.

Эмаль БТ-212 серебристая была испытана на соответствие ТУ-2311-054-00151638-2003. Результаты испытаний показывают, что эмаль БТ-212 серебристая на основе нефтяного битума соответствует техническим условиям, имеет повышенные физико-механические характеристики, в том числе высокую устойчивость к седиментации, и может быть использована для проведения окрасочных работ.

Результаты анализов приведены в таблице 4.

Результаты по гидроакустической обработке эмали БТ-212 по таблице 4 следующие: сокращение времени высыхания на 30% при нормальных условиях; повышение эластичности при изгибе составляет 33%; увеличение твердости на 8,3%; снижение вязкости составляет в среднем соотношении 46,6%; повышение блеска пленки и укрывистости на 12 и 20% соответственно.

Таблица 4 - Результаты анализов на соответствие эмали БТ-212 серебристая требованиям ТУ-2311-054-00151638-2003

Наименование показателя	Требования по ТУ-2311-054-00151638-2003	
	Исходный образец	Разработанный образец
Внешний вид	Пленка без включений и морщин	Пленка без включений и морщин
Цвет пленки эмали	соответствует эталону	соответствует эталону
Время высыхания при 20 ± 2 °С до степени 3, ч, не более	1	0,7
Прочность пленки при изгибе, мм, не более	3	2
Твердость, у.е., не менее	0,55	0,6
Условная вязкость, с	35±125	20
Массовая доля нелетучих веществ, %	42±2	42
Блеск пленки, % ,не менее	50	57
Укрывистость, г/м <sup>2</sup>	20	25

Экономический эффект от внедрения гидроакустического смесителя-диспергатора при получении битумного лака типа БМК в условиях ОАО "Татнефтепром" обусловлен более высокими технологическими показателями по смешению и диспергированию сырья по сравнению с традиционной технологией, в том числе сокращением продолжительности технологического процесса получения битумного лака в 1,6 раза. В результате практического использования рекомендаций диссертационной работы получен годовой экономический эффект в размере 4954350 рублей (по ценам 2004г.).

### **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ**

1 Обобщены научно-технические данные о современном состоянии и перспективах развития технологии производства пигментированных лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума в качестве жидких

композиций. Выявлено, что нефтяной битум марки БН-V обладает свойствами, соответствующими условиям производства ЛКМ и используется как самостоятельный пленкообразующий материал для производства лаков и красок.

2 Показана возможность эффективного применения гидроакустических генераторов на основе центробежно-вихревых форсунок для интенсификации процессов распыления, смешения и диспергирования углеводородного сырья в производстве битумного лака и пигментированных лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума.

3 Исследовано влияние основных параметров центробежно-вихревых форсунок на качество распыления. Выявлено, что качество распыления, определяемое тонкостью распыла, распределением капель распыленной жидкости по размерам и распределением жидкости в струе, достигается повышением давления жидкости и количества входных каналов форсунки при минимальной степени раскрытия сопла.

4 Разработаны метод совершенствования технологии получения нефтяного битума и устройство для его реализации (защищены патентом РФ № 2221834) на основе применения гидроакустических генераторов с целью интенсификации процесса окисления сырья за счет увеличения поверхности контакта фаз и времени взаимодействия жидких остатков и воздуха.

5 Проведены исследования в лабораторных условиях по моделированию процессов смешения многофазных сред и в качестве ячейки идеального смешения представлена камера закручивания центробежно-вихревой форсунки. При этом применение вихревой камеры смешения сырья на основе предлагаемой модели способствует увеличению значений коэффициента турбулентной диффузии  $D_T$  более чем в 4 раза по сравнению с традиционной моделью.

6 Предложена технологическая схема получения пигментированных лакокрасочных материалов на основе нефтяного битума в качестве жидких композиций с предварительной дезагрегацией пигментных частиц, которая

позволяет реализовать принцип проточной системы смешения сырья и сократить продолжительность процесса дезагрегирования в 1,4...1,6 раза.

7 Разработана и в промышленных условиях ОАО "Татнефтепром" (НГДУ "Карабашнефть") испытана установка получения жидких композиций на основе нефтяного битума. Определено оптимальное рецептурное соотношение пигмента в пределах 10-20% с точки зрения дисперсности для составления пигментной пасты.

**Основные положения диссертационной работы изложены в следующих публикациях:**

1 Муфазалов Р.Ш., Арсланов И.Г., Зарипов Р.К., Бадриев А.А. Реакторы для получения композиционных материалов // Актуальные проблемы Волго-Уральской нефтегазоносной провинции: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001.- 85с.

2 Муфазалов Р.Ш., Зарипов Р.К., Арсланов И.Г., Бадриев А.А. Разработка промышленных образцов акустических распылителей // Актуальные проблемы Волго-Уральской нефтегазоносной провинции: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001. -85с.

3 Арсланов И.Г., Муфазалов Р.Ш., Бадриев А.А. Методы смешения многофазных сред и перспективы их развития //Нефть и газ – 2001:проблемы добычи, транспорта и переработки. Межвузовский сборник научных трудов. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001.- 405 с.

4 Бадриев А.А., Муфазалов Р.Ш., Арсланов И.Г. Разработка методики получения смесей в акустическом поле //Совершенствование учебного процесса: Тез. докл. учеб.-метод. конф. -Октябрьский, 2001.-144 с.

5 Бадриев А.А. Разработка технологии получения гомогенных сред в акустическом поле //Межрегиональная молодежная научная конференция "Севергеозкоех-2002": Тез. докл. -Ухта, 2002.-284 с.

6 Муфазалов Р.Ш., Арсланов И.Г., Бадриев А.А.. Повышение эффективности технологии смешения многофазных сред на основе гидроакустических генераторов //Состояние и перспективы работ по

повышению нефтегазоотдачи пластов: Тез. докл. VII Междунар. науч.-практ. конф. - Самара, 2003.

7 Муфазалов Р.Ш., Арсланов И.Г., Бадриев А.А.. Разработка статистической модели смешения в гидроакустическом поле //Состояние и перспективы работ по повышению нефтегазоотдачи пластов: Тез. докл. VII Междунар. науч.-практ. конф. - Самара, 2003.

8 Муфазалов Р.Ш., Зарипов Р.К., Арсланов И.Г., Бадриев А.А. Гидроакустическая технология для обработки и смешения многокомпонентных и многофазных систем //Науч.-техн. журнал "Интервал".- Самара: Изд-во "РОСИНГ", 2004.- № 4-5 (63-64).

9 Арсланов И.Г., Бадриев А.А. и др. Интенсификация процесса получения окисленного битума с использованием гидроакустической технологии // V Конгресс нефтегазопромышленников России: Тез. докл. - Казань, 2004.

10 Пат. № 2221834 РФ. Способ получения битума и устройство для его осуществления/ Р.Ш. Муфазалов, С.М. Медведев, Л.Р. Климова, И.Г. Арсланов, М.М. Тазиев, Р.Р. Зарипов, А.А. Бадриев, Э.А. Валиев, Т.В. Климов, Р.Н. Гимаев, А.Ф. Ишкильдин (РФ).-№ 2002124112/04; Заявлено 10.09.2002; Опубл. 20.10.2004//Изобретения.-2004.-№2.