

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**Чернышевой Елены Александровны, доктора технических наук, доцента
на диссертационную работу Махмутовой Алины Рауфовны на тему
«Разработка инновационных долговечных битумных вяжущих материалов
на основе процессов модифицирования», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.6.12. – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ**

1. Актуальность темы исследования

Производство и применение модифицированных и полимерно-битумных вяжущих способствуют повышению долговечности асфальтобетонных покрытий за счёт улучшенных физико-химических и эксплуатационных характеристик, а также устойчивости к процессам термоокислительного старения. Использование современных битумных вяжущих в дорожном строительстве позволяет повысить эффективность расходов на дорожное хозяйство, обеспечивая 12-летний межремонтный срок службы нежестких дорожных одежд, что является одним из приоритетных направлений программы «Инфраструктура для жизни».

Переработка высоковязких битумов, неконтролируемый разброс показателей конечной битумной продукции, изменение нормативных требований к основным свойствам приводят к росту требований к качеству нефтяного дорожного битума «классических марок».

Наиболее широко применяемым способом повышения качества нефтяных битумов является их модифицирование добавками различной природы и производство полимерно-битумных вяжущих (ПБВ). Модифицирование добавками или полимерами позволяет улучшить качество сырья или битумов, регулируя соотношение компонентов в коллоидной структуре вяжущего.

В сложившихся условиях решение вопроса производства дорожных битумов с требуемым комплексом свойств и стабильностью к процессам

термоокислительного старения для обеспечения долговечности асфальтобетонного полотна приобретает особую актуальность.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы Махмутовой А.Р. не вызывает сомнений, так как они базируются на анализе научно-технической литературы, а также на результатах собственных исследований.

Положения, выносимые на защиту, хорошо обоснованы, выводы, сделанные в ходе работы на основе экспериментальных данных, не противоречат результатам работ предшествующих исследователей. Основные результаты диссертации обсуждались на научно-технических конференциях и опубликованы в открытой печати, что свидетельствует об актуальности и обоснованности полученных данных. Перспективы использования полученных в диссертационной работе результатов и перспективы дальнейшего развития подтверждены Справкой о внедрении в Институте нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «УГНТУ» в г. Салавате.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований физико-химических гудронов, битумных вяжущих, синтезированных добавок с использованием стандартных лабораторных методов и разработанных автором новых оригинальных методик, с применением современной приборной базы, большим объемом экспериментального материала и статистическими методами его обработки. В работе диссертанта впервые применен металлографический микровизор для исследования структурных характеристик полимерных добавок.

4. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Результаты исследований, представленные в диссертационной работе, получены Махмутовой А.Р. при непосредственном ее участии в получении исходных данных, обработке и интерпретации экспериментальных данных, анализе результатов научных исследований и подготовке публикаций по выполненной работе в соавторстве, личном участии соискателя в разработке материалов для проведения исследовательских работ при изучении свойств битумных материалов.

5. Новизна, практическая значимость полученных автором диссертации результатов, сформулированных выводов

Результаты исследований Махмутовой А.Р. по всем разделам диссертационной работы отражены в её научных публикациях.

В работе присутствует два знаковых момента:

- предложены способы получения новых модификаторов для битумных вяжущих с применением побочной продукции, подробно описана методика синтеза, найдены оптимальные технологические параметры синтеза и компаундирования, также исследованы физико-химические свойства добавок;

- изложен комплексный метод исследования процесса старения битумных материалов, заключающийся в объединении стандартных методов, предложенных по ГОСТ для битумов, так и впервые примененного метода, заключающегося в определении потенциометрическим способом рН водной вытяжки состаренных образцов в сочетании с показателем адгезии в процессе старения.

Автором также впервые предложены механизмы изменения концентрации стирола и низкомолекулярного полиэтилена в процессе синтеза добавки с течением времени синтеза, и, на основании дифференциальных кривых, полученных в процессе исследований, рассмотрен механизм распределения полимеров в пластификаторах

Практическая значимость работы заключается в рассмотрение различных технологий получения полимерно-битумных вяжущих с включением в состав вторичных продуктов нефтепереработки в качестве пластификаторов вместо классического индустриального масла. Технология получения образцов ПБВ по одно- и двухстадийной технологии дополнена методом многокритериальной оптимизации, что позволяет определить запас качества продукции.

6. Оценка содержания диссертации

Диссертация Махмутовой А.Р. изложена на 153 страницах, содержит 51 таблицу и 82 рисунка, два приложения, библиографический список включает 170 наименований.

Во введении представлено обоснование целесообразности и актуальности исследования, сформулированы основные положения работы, научная ценность и практическая значимость работы, представлены цель и задачи исследования.

Первая глава представляет собой подробный, хорошо структурированный литературный обзор, где рассмотрены, систематизированы и классифицированы используемые в настоящее время модификаторы и пластификаторы, проанализированы их свойства, положительные стороны и отрицательные моменты. Рассмотрены процессы старения полимерно-битумных вяжущих, реакции, сопровождающие необратимые изменения битумного вяжущего в процессах термоокислительного старения.

Проанализировано около 170 источников, на основании проведенного анализа, сформулирована цель и основные задачи исследования.

Во второй главе показаны методики синтеза трех модифицирующих добавок, выявлены оптимальные условия проведения синтеза, показано, что с увеличением времени синтеза повышается температура размягчения, и при истечении 120 мин они стабилизируются, что говорит о прекращении протекания реакций полимеризации и частичного сульфатирования, отмечено, что, изменяя соотношение реагирующих компонентов в смеси, можно синтезировать разные по свойствам полимерные добавки. Данные

исследования и их результаты являются очень важными с точки зрения перспективы синтеза в дальнейшем новых модификаторов.

Значимыми для понимания процессов, протекающих в битумных системах, являются результаты исследований кинетики термоокислительного старения и адгезионных свойств, изменения химического состава исследуемых образцов при старении путем определения водородного показателя. Очень интересны дифференциальные кривые распределения полимера в добавках, а также предлагаемые автором механизмы распределения полимеров в пластификаторах, изменения концентрации полимеров в процессе синтеза, выявлено, что высокомолекулярные ароматические углеводороды препятствуют равномерному распределению полимера, из-за чего размеры частиц ДСТ-30-01 в пластифицирующей среде больше, чем в комбинированной, а между макромолекулами полимера и тяжелыми ароматическими углеводородами наблюдается конкуренция за дисперсионную среду. Полученные результаты являются очень важными и позволяют прогнозировать и оптимизировать выбор и применение пластификаторов.

Предложен комплексный метод исследования термоокислительной стабильности образцов.

Впервые была изучена микроструктура полимерсодержащих добавок на микровизоре μ VIZO-MET-221 и представлены их фотографии.

Третья глава посвящена процессам исследования термоокислительной стабильности гудронов и битумов разработанным комплексным методом. Старение рассматривалось как комбинация двух параллельно протекающих процессов: термостарения (ТС), вызванного воздействием высоких температур в процессах перемешивания, транспортировки и пр., и термоокислительного старения (ТОС), обусловленного действием кислорода при высокой температуре при эксплуатации асфальтобетонного покрытия. Впервые автором выявлено, что скорость химического и технологического старения проходит через максимум в первые 2 часа процесса старения, при этом гудрон наиболее

интенсивно свои свойства при технологическом, а битум при химическом старении.

Показано, что химические превращения, протекающие в результате ТОС битумов и гудрона, можно оценить показателем адгезии и рН в комбинировании со стандартным показателем качества - температурой размягчения после старения. При использовании в битумном производстве технологии «окисление-компаундирование», подбирая температуру размягчения битума, можно получить готовую продукцию достаточно стабильную к процессам термоокислительного старения и с повышенными адгезионными свойствами к минеральному материалу асфальтобетона.

В четвертой главе представлены результаты исследований по модифицированию свойств битумов полученными добавками по двум технологиям: получение ПБВ на основе глубокоокисленного битума и предварительно приготовленного раствора полимера в пластификаторе, и модифицирование глубокоокисленного битума полимером с последующим компаундированием с пластификатором, состоящем из гудрона и вакуумного газойля. Выявлено, что второй вариант наиболее эффективен в случае получения продукции в соответствии с ГОСТ Р 52056-2003. Автором проделана очень объемная работа, исследовано значительное количество добавок, пластификаторов, условий и концентраций их введения, проанализирован большой массив полученных результатов, свойств полученных ПБВ, предложены обобщенные критерии эффективности составов ПБВ и технология производства модифицированных битумов с включением в состав полимерных добавок и полиэфирных смол, синтезированных из доступных отходов и побочных продуктов нефтехимического завода.

Пятая глава посвящена экономическому обоснованию эффективности модифицирования свойств битумов исследованными добавками при получении готовой продукции на примере битумной установки ООО «Газпром нефтехим Салават». Показано, что наибольшая прибыль получается при использовании в

качестве добавки КОФА и глицерина по технологии окисление-модифицирование.

Выводы по результатам экспериментальных исследований соответствуют целям и основным задачам работы.

Текст диссертации написан лаконично, по каждой главе и в конце работы сформулированы конкретные выводы.

Диссертационное исследование соответствует паспорту специальности 2.6.12. – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» пункты: п.1 «Общие научные основы и закономерности физико-химической технологии нефти и газа. Молекулярное строение нефти и нефтяных систем, физико-химическая механика нефтяных дисперсных систем, их коллоидно-химические свойства и методы исследования» и п.11 «Научные основы и закономерности физико-химической технологии и синтеза специальных продуктов. Новые технологии производства специальных продуктов».

7. Замечания по диссертации

В качестве замечаний по работе следует отметить следующие:

1. Выводы по первой главе являются очень общими и не в полной мере соответствуют цели и задачам работы, сформулированные по результатам анализа литературных источников.

2. Целый ряд выявленных впервые в процессе исследования зависимостей, изложенных в разделах диссертации, не нашли отражения в сформулированных положениях научной новизны диссертации, например, механизмы протекания процессов полимеризации и распределения полимеров, полиэкстремальные зависимости скорости старения, зависимости изменения структуры и процесса уплотнения молекул глубокоокисленных битумов от содержания неокисленных компонентов и др.

3. В работе не представлены исследования, показывающие за счет каких воздействий и процессов в гудроне присутствует такое количество непредельных соединений. Если под непредельными подразумеваются какие-то

фрагменты высокомолекулярных соединений, содержащихся в гудроне, то обоснование их отнесения к этим соединениям также отсутствует.

4. В работе не приводятся пояснения по выбору глубокооокисленных битумов с температурами размягчения 55 и 63 °С для приготовления компаундированных битумов.

5. По тексту диссертации имеются опечатки, неточности, некорректно сформулированные положения.

Высказанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.

8. Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Основное содержание диссертации опубликовано в 39 работах, в том числе 5 статей в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных перечнем ВАК Министерства образования и науки РФ, 3 статьи в издании, индексируемом в базе данных Web of Science и Scopus, имеется 1 свидетельство на программу для ЭВМ, 29 материалов опубликованы в сборниках трудов конференций.

9. Автореферат

Приведенные в автореферате Махмутовой А.Р. основные результаты исследований, полностью отражают содержание диссертации. Автореферат выполнен с соблюдением установленных требований.

10. Заключение

Представленная диссертация Махмутовой Алины Рауфовны на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны научно-обоснованные технологические решения по получению модифицированных дорожных битумов и полимерно-битумных вяжущих с улучшенными свойствами к процессам термоокислительного старения имеющие существенное значение для развития

нефтеперерабатывающей отрасли страны.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Махмутовой А.Р. на тему: «Разработка инновационных долговечных битумных вяжущих материалов на основе процессов модифицирования», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, по своей актуальности, научной новизне, практической и теоретической значимости, полностью соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), а ее автор – Махмутова Алина Рауфовна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ (технические науки)».

Официальный оппонент

Профессор кафедры технологии переработки нефти Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», доктор технических наук, доцент

Чернышева Елена Александровна

«14» ноября 2025 год

«Подпись Е.А. Чернышевой заверяю»

Начальник отдела кадров

ФГАОУ ВО "РГУ Нефти и Газа (НИУ)

имени И.М. Губкина"



Ширяев Ю.Е.

«14» ноября 2025 год

Чернышева Елена Александровна - доктор технических наук по специальности 2.6.12. – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

Ученое звание – доцент

Должность - профессор

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 65, к. 1

Тел.: +7 (499) 507-88-88, E-mail: com@gubkin.ru

Электронная почта и телефон официального оппонента: Тел.: +7 (499) 507-86-01,

+7 (916) 548-31-64 E-mail: Chernysheva.e@gubkin.ru, elenchernysheva@mail.ru



РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина
Рег. № 1481
от «14» 11 2025 г.