

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Пивоваровой Надежды Анатольевны, доктора технических наук, профессора кафедры «Химическая технология переработки нефти и газа» 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

Совершенствование дорожной инфраструктуры РФ обладает мультипликативным эффектом социальным, экономическим и транспортной безопасности, является ключевым залогом развития регионов. Реконструкция и строительство федеральных трасс является основной целью национальной программы развития «Инфраструктура для жизни» национальным проектом «Безопасные качественные дороги», на период до 2030 года, которые направлены на повышение качества дорог и дорожных вяжущих, а также увеличение межремонтного срока эксплуатации асфальтобетонного покрытия.

Качество битумного вяжущего зависит от состава исходного гудрона и технологии производства. На фоне ухудшающегося качества нефти и остатков её перегонки, в попытках увеличения глубины переработки нефти наблюдается обеднение сырья битумного производства масляными компонентами, повышение вязкости, кардинальное изменение свойств гудрона, что не всегда позволяет получить битумную продукцию в соответствие с нормативными требованиями.

Достаточно эффективным и рациональным способом улучшения качества нефтяных битумов служит метод модифицирования добавками различной природы, которые позволяют получить товарную битумную продукцию с высоким уровнем физико-химических и эксплуатационных свойств, а также разработка составов полимерно-битумных вяжущих, отличающихся устойчивостью к термоокислительным процессам старения и невысокими затратами на их производство. Однако имеющиеся разработки не полностью соответствуют современным вызовам и требованиям для дорожных

материалов. Поэтому исследования, проведённые соискателем являются актуальными.

Целью диссертационной работы Махмутовой А. Р. является поиск инновационных технологических решений по формированию структуры и свойств долговечных битумных вяжущих материалов, характеризующихся улучшенными показателями качества, модифицированных специально синтезированными добавками.

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

Сформулированные в диссертации Махмутовой А.Р. положения базируются на анализе научно-технической литературы, обобщении опыта отечественных и зарубежных учёных, а также на большом объёме собственных результатов исследований.

Обоснованность научных положений аргументирована значительным числом объектов исследования, различающихся по составу и свойствам, а синтезом двух типов модифицирующих добавок, анализом различных технологий введения полученных модификаторов в состав битумов, а также приготовлением полимерно-битумных вяжущих с использованием различных методов. Выводы и рекомендации являются обоснованными и научно подтверждёнными. Они ясно отражают цель и задачи исследования и не вызывают возражений.

3. Достоверность и новизна результатов исследования

Достоверность результатов исследования Махмутовой А.Р. обоснована значительным объёмом выборки, статистической обработкой, обеспечивается использованием стандартных и современных инструментальных физико-химических методов оценки качества битумных материалов и синтезируемых полимерных добавок.

Научная новизна:

Синтезированы и изучены модифицирующие добавки, полученные полимеризацией низкомолекулярного полиэтилена (НМПЭ) и стирола кубового

остатка ректификации стирола (КОРС), а также полиэфирных смол, синтезированных на основе кубового остатка ректификации фталевого ангидрида (КОФА) и многоатомных спиртов.

Установлены закономерности изменения основных физико-химических и дисперсных свойств битумных вяжущих при компаундировании и введении полимерсодержащих добавок. Определено влияние гудрона и глубокоокисленного битума на процесс технологического и химического старения при производстве битумной продукции по технологии «окисление-компаундирование».

Разработан оптический метод исследования дисперсной структуры модифицирующих полимерсодержащих добавок с применением металлографического микровизора, который позволяет оценить степень пройденной сополимеризации при синтезе полимерных добавок и изучить кинетику растворения термоэластопластичных полимеров в объеме пластификатора. Это обосновывает выбор пластифицирующей основы с оптимальным групповым химическим составом и высокой растворяющей способностью.

Определены обобщающие критерии и разработана комплексная методика оценки долговечности битумных вяжущих, которая включает изучение кинетики процесса термоокислительного старения, количественной оценки сцепления с минеральным наполнителем в комплексе со старением, определение водородного показателя водной вытяжки.

Разработаны инновационные рецептуры вяжущих с включением в их состав новых модифицирующих добавок, синтезированных из отходов нефтехимических производств.

4. Значимость результатов для науки и практики

Выявленные закономерности изменения скорости старения гудронов, окисленных и компаундированных битумов на основе анализа результатов использования комплексной методикой оценки долговечности обогащают

теоретические представления о механизме термоокислительного и термического старения битумных материалов.

Разработана эффективная технология производства полимерно – битумных вяжущих, при которой в полимерсодержащий битум вводится комбинированный пластификатор — смесь гудрона с 10 % масс. вакуумного газойля взамен индустриального масла, позволяющая снизить содержание полимера до 0,5 – 1,5 % масс. и получить вяжущие с улучшенными низкотемпературными свойствами и высокой стойкостью против старения, соответствующими ГОСТ Р 52056 – 2003.

Предложена инновационная технология производства полимерно-битумных вяжущих с введением в их состав модифицирующих добавок, синтезированных из отходов нефтехимических производств завода «Мономер» ООО «Газпром нефтехим Салават». Следует подчеркнуть, что такое решение позволяет рационально использовать побочную продукцию предприятия и одновременно улучшить свойства битумов, получить продукцию с высокой стабильностью к процессам старения, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 33133-2014.

5. Структура диссертационной работы

Диссертация Махмутовой А.Р. изложена на 153 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, библиографического списка из 170 наименований и приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и перечислены задачи исследований, представлена научная новизна, теоретическая и практическая ценность.

В первой главе представлен аналитический обзор публикаций о дисперсной структуре и составе нефтяных вяжущих, способов их модифицирования. Изложены проблемы производства полимерно-битумных вяжущих с включением в состав индустриальных масел и раскрыты закономерности их старения. По результатам литературного обзора обоснована замена традиционного пластификатора, аргументировано выбор типа полимера

для модифицирования и определены технологические параметры приготовления полимерно-битумных вяжущих.

Во второй главе приведены свойства объектов исследований, обоснован выбор исходных компонентов для синтеза модифицирующих добавок для битумных вяжущих, описаны стандартные и оригинальные методики испытаний.

В третьей главе исследован процесс старения битумных материалов разработанной комплексной методикой. Представлены результаты исследования старения гудронов и битумов различной степени окисления. Установлена взаимосвязь снижения показателя адгезии битумоминеральных и показателя рН, определенного для водной вытяжки состаренных образцов вяжущих. Полученные экспериментальные данные аргументированы с сопоставлением литературных данных. На основе полученных данных выбраны глубокоокисленные битумы и гудрон для производства битумов по технологии «окисление-компаундирование», в котором благодаря оптимальному соотношению компонентов в дисперсной структуре «золь-гель» сохраняется стабильность свойств вяжущих в процессе термоокислительного старения.

В четвертой главе представлены результаты исследования различных технологий получения модифицированных и полимерно-битумных вяжущих, представлены оптимальные параметры процесса. Модифицированные битумы получены по двум технологиям: компаундированием битума с разработанными модификаторами и компаундированием битума с модифицированным гудроном; полимерно-битумные вяжущие приготовлены по одностадийной технологии, заключающаяся в предварительном приготовлении полимерсодержащей пластифицирующей добавки, и двухстадийной технологии методом «двойного компаундирования».

В пятой главе автор обосновывает экономическую целесообразность производства модифицированных и полимерно-битумных вяжущих. В первом случае эффективность достигается за счет использования для синтеза модификаторов побочной продукции нефтехимического завода с низкой

стоимостью, а во втором — за счет замены индустриального масла вторичными продуктами нефтепереработки.

В заключении автор приводит основные выводы проведенного диссертационного исследования. Выводы полностью отражают достигнутые результаты исследования.

6. Конкретные пути использования результатов диссертационной работы

Диссертационная работа Махмутовой Алины Рауфовны носит как фундаментальный, так и прикладной характер и является весьма перспективным исследованием. Результаты исследования могут быть применены для совершенствования технологии производства дорожных битумов. Так можно рекомендовать производителям битумной продукции разработанные составы модифицированных и полимерно-битумных вяжущих, которые по многим показателям качества отвечают требованиям ГОСТ 33133-2014 и ГОСТ Р 52056-2003.

Для подбора оптимального состава полимерно-битумных вяжущих можно рекомендовать метод многокритериальной оптимизации.

Результаты исследований, рецептуры, выводы и рекомендации целесообразно применять на предприятиях нефтеперерабатывающего профиля, на которых эксплуатируется битумная установка, в научно-исследовательских и проектных организациях и в образовательных учреждениях.

7. Оценка качества публикаций

По теме диссертации опубликовано 39 работ, в том числе пять статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, в т. ч. четыре по специальности 2.6.12 и одна по другой специальности. Три статьи в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus, получено одно свидетельство на программу для ЭВМ, а также 29 материалов в сборниках трудов конференций различного уровня, в т. ч. международного.

Содержание автореферата и публикаций соответствует теме исследования.

8. Вопросы и замечания по работе

1) Интересна обнаруженная зависимость, заключающаяся в том, что в начальный момент времени введения добавок значение температуры размягчения гудрона II снижается, затем происходит значительный рост этого показателя. Какая перестройка может вызывать этот эффект, какие фазовые переходы?

2) Почему характер технологического и химического старения для битума и для гудрона так отличаются?

3) Будет ли изменяться количество полимерных добавок при изменении состава гудронов и битумов?

4) Следовало бы привести ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанной технологии производства битумов с синтезированными соискателем добавками;

5) В работе присутствуют опечатки, не вполне удачные обороты, отдельные нечёткие определения;

Указанные выше замечания не носят принципиального характера, не влияют на положительное восприятие работы, не снижают ценность представленной работы. Диссертация имеет законченный характер, выводы отвечают поставленным целям и задачам.

9. Заключение

Несмотря на сделанные замечания, диссертация Махмутовой А.Р. выполнена на высоком уровне, включает новые результаты, которые могут быть использованы для совершенствования технологий производства дорожных вяжущих, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития битумных производств.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация соискателя 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
доктор технических наук,
профессор кафедры «Химическая технология
переработки нефти и газа»
ФГБОУ ВО «Астраханский
государственный технический
университет»



Н.А. Пивоварова

«12» ноября 2025 год

Пивоварова Надежда Анатольевна

Доктор технических наук по специальности 05.17.07 - 05.17.07 - Химия и технология топлив и специальных продуктов

Ученое звание - профессор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет»

Профессор кафедры «Химическая технология переработки нефти и газа»

414056, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1, (8512) 61-42-50

E-mail: astu@astu.ru

Подпись Пивоваровой Н.А. удостоверяю

