

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о ректора федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», доктор технических наук, доцент



Петроченков А.Б.

« 13 » мая 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на диссертационную работу Фирсина Алексея Александровича «Модификация нефтяных битумов вторичными полиэтиленами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.12. Нефтехимия

Актуальность темы исследования.

Увеличение объемов производства качественных строительных и гидроизоляционных материалов накладывает повышенные требования на свойства составляющих их компонентов и полупродуктов. Одним из материалов, спрос на который в последнее время растет большими темпами, является битум, в особенности модифицированный. Учитывая дефицит стирол-бутадиен-стирольного (СБС) каучука, традиционного модификатора для получения качественных битумных материалов, практически весь производимый объем которого применяется в дорожном строительстве, разработка новых рецептов битумно-полимерных составов для других областей использования до сих пор остается актуальной задачей. Множество исследований направлено на вовлечение в производство модифицированного битума полиолефинов, каучуков и многих других компонентов, одиночно или комплексно. Основной проблемой применения таких модификаторов

является непредсказуемая совместимость с битумом из-за различий его состава. В настоящее время любая рецептура модифицированных битумных вяжущих подбирается эмпирическим путем. Несмотря на положительные результаты этих исследований, альтернативным модификаторам довольно трудно конкурировать с СБС из-за более низких по сравнению с ним показателей и довольно высокой цены. Более доступным вариантом является вовлечение в состав битумных вяжущих продуктов вторичной переработки полимеров, собранных на сортировочных заводах или специализированными организациями – отходы пленки, упаковки, пластиковых бутылок и др. Однако, применение вторичных материалов может вызвать проблемы, связанные с колебаниями свойств и состава вторичных полимеров. Поэтому становится актуальной задача разработки методик быстрой оценки свойств битум-полимерных смесей для ускорения подбора рецептур с вторичными полимерами, а также выявление закономерностей и особенностей применения таких материалов для предсказания их свойств и стабильности. Решению существенной части этих проблем посвящена диссертационная работа Фирсина А.А., в которой на примере применения в качестве модификатора для битума вторичного полиэтилена высокого давления (ПВД) определены оптимальные дозировки его применения для выбранных товарных марок битума, определено влияние дозировки ПВД на стабильность получаемых смесей в зависимости от состава битума и полимера. Также в работе выявлены технологические особенности применения ПВД в качестве модификатора для обеспечения производства качественных кровельных материалов. Вышесказанное подтверждает **актуальность** диссертационной работы Фирсина А.А.

Научная новизна работы заключается в том, что для исследования кровельных марок битума и получаемых битумно-полимерных смесей впервые применен метод температурно-модулированной дифференциальной сканирующей калориметрии (ТМДСК), позволивший исследовать комплексное влияние компонентов битума и полиэтилена на процессы формирования упорядоченной микроструктуры, и, как следствие, на эксплуатационные параметры битумных смесей. Определены технологические особенности приготовления битум-полимерных смесей на

основе кровельных марок битума и полиэтилена высокого давления, обеспечивающие высокую стабильность получаемых материалов и хорошие эксплуатационные показатели.

Практическая значимость работы. Выявленные в работе новые закономерности взаимодействия компонентов битума и полиэтиленов высокого давления, полученные методом ТМДСК, и анализ микроструктуры полученных битум-полимерных смесей цифровыми методами «компьютерного зрения» позволят обоснованно подбирать совместимый полимер для конкретного битума, исходя из его состава и необходимых свойств.

Достоверность и обоснованность результатов и выводов не вызывают сомнений и подтверждаются достаточным объемом экспериментального материала, сопоставительным анализом данных, полученных с привлечением различных современных методов исследования.

Основное содержание и общая характеристика диссертационной работы.

Диссертация Фирсина А.А имеет традиционную структуру и состоит из введения, трех глав – литературного обзора, методов и объектов исследования, обсуждения результатов, а также заключения, списка литературы, содержащего 168 библиографических ссылок на зарубежные и отечественные источники. Работа изложена на 118 страницах печатного текста и содержит 34 рисунка и 24 таблицы.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе на основании обзора литературных источников показано состояние битумного производства и основные направления исследований в области модификации битумов. Рассмотрены представления о внутренней структуре битума, развиваемые как российскими, так и зарубежными учеными. Выявлена тенденция повышения интереса мирового научного сообщества к применению вторичных полимерных модификаторов для получения битумных материалов. Показаны современные методы,

применяемые для исследования битума и битумных материалов. Литературный обзор в целом освещает выбранную диссертантом научную область и завершается выводами, на основании которых определяются цели и задачи настоящей работы. Данный раздел имеет несомненную ценность и представляет определенный интерес для исследователей, занимающихся процессами модификации битума полимерами.

Во второй главе описаны объекты и использованные в работе современные методы исследования, методики проведения экспериментов.

В третьей главе представлена работа по исследованию кровельных марок битума с точки зрения их физико-механических свойств, компонентного и структурно-группового составов. Изучены процессы формирования внутренней структуры в битуме в процессе охлаждения из расплава и последующего хранения. Выявлены особенности формирования внутренней структуры битума в зависимости от группового состава. Определен вклад отдельных компонентов в формирование битумной внутренней структуры и температурно-временные рамки появления этих структур. Полученные данные проверены и подтверждены на модельных системах с вариациями состава.

Проведен большой объем исследований образцов вторичного полиэтилена высокого давления, имеющих разное происхождение и характеристики. Диссертантом проведена работа по приготовлению большого количества образцов битум-полимерных смесей с разными дозировками, составами полимера и битума, а также их исследованию современными методами. Выявлены оптимальные рецептуры для исследованных марок битума и полимеров. На основе полученных данных разработана методика ускоренного подбора оптимальных дозировок полимера для битума. Сформулированы технологические особенности приготовления битум-полимерных смесей и битум-полимерных материалов на их основе с учетом применения кровельных марок битума и полиэтиленов высокого давления вторичного происхождения.

В заключении изложены подробные выводы по работе, отражающие результаты диссертационной работы.

Содержание глав полностью соответствует выносимым на защиту результатам.

Рекомендации по использованию результатов работы.

Материалы диссертации могут быть использованы научными организациями и учебными заведениями как подход для вовлечения полимеров вторичной переработки в процессы производства модифицированных битумных материалов. Диссертационное исследование, представленное в работе Фирсина А.А., представляет интерес для специалистов, работающих в области нефтехимии, и может быть полезно для использования в научных коллективах следующих организаций: «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.4.12. Нефтехимия.

К диссертационной работе имеются следующие пожелания, вопросы и замечания:

1) Насколько существенный объем вторичного полиэтилена высокого давления будет использоваться в кровельных битумах, учитывая, что выпуск этих марок битума значительно ниже, чем дорожных?

2) Из текста диссертации не совсем ясно, чем обусловлено существенное различие температур хрупкости битума 1 и модельных смесей 2 и 6, при крайне близком их компонентном составе (таблицы 3.8 и 3.9).

3) В работе не представлены эксперименты по старению в готовых смесях битума с полиэтиленом. Не будет ли происходить деградации полиэтилена в ходе приготовления смесей или их высокотемпературного хранения?

4) В качестве рекомендации для дальнейших исследований можно предложить использование гудронов в качестве базового компонента при модификации, так как по своему составу и характеристикам они во много близки к пластичным битумам кровельных марок.

5) Почему в качестве ключевых критериев совместимости с полимером выбраны парафино-нафтеновые углеводородные компоненты и ароматические углеводороды, а не асфальтены, учитывая их способность образовывать структурную сетку в составе битумов, по аналогии с действием полимерных модификаторов?

6) Целесообразно было бы расширить исследование с применением смесевых модификаторов в составе битумных вяжущих, а также пластификаторов для улучшения низкотемпературных свойств.

Указанные замечания не снижают ценности и значимости выполненных исследований, диссертационная работа Фирсина Алексея Александровича «Модификация нефтяных битумов вторичными полиэтиленами» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная задача нефтехимии – разработка научных основ и подходов к вовлечению полимеров вторичного происхождения в производство качественных строительных битумных материалов. Работа имеет важное фундаментальное и практическое значение.

Основное содержание работы представлено в 5 статьях, опубликованных в российских журналах, рекомендованных ВАК, 12 статьях в журналах, индексируемых в Web of Science и SCOPUS, 1 публикации в прочих рецензируемых изданиях, а также материалы диссертации представлены на 8 конференциях различного уровня. Количество и структура публикаций соответствуют пункту 13 Положения о присуждении ученых

степеней (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 в действующей редакции).

Автореферат диссертации Фирсина А.А. отвечает требованиям пункта 25 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 в действующей редакции).

Диссертационная работа соответствует требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 в действующей редакции), предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения данной ученой степени по специальности 1.4.12. Нефтехимия.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры «Химические технологии» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», протокол № 14 от 07 мая 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Химические технологии»
ФГАОУ ВО ПНИПУ,
доктор технических наук
(05.17.07 – химическая
технология топлива и
высокоэнергетических
веществ), профессор

Рябов Валерий Германович
19.05.24г.

Подпись Рябова В.Г. заверяю:

Зам. начальника УК
Н.В. Копчина

614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
Тел.: +7 (342) 239-16-47, E-mail: rvg@pstu.ru



Вход. № 05-8013
«22» 05 2024г.
ПОДПИСЬ