ОТЗЫВ
официального оппонента Туманяна Бориса Петровича
на диссертационную работу Фазылзяновой Гульнур Рафисовны
«Повышение седиментационной стабильности битумных вяжущих, модифицированных вторичными полиэтиленами»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.12. Нефтехимия

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью обеспечения однородности состава, сохранения эксплуатационных характеристик битумных вяжущих, модифицированных вторичными полиэтиленами при производстве, транспортировании и хранении. Одной из основных проблем битумполимерных вяжущих, независимо от типа полимерного модификатора является расслоение при высокотемпературном хранении. Введение полимера в битумное вяжущее позволяет улучшать его эксплуатационные свойства. В частности, при правильно подобранных составах и технологии модификации возможно повышение жесткости вяжущего при высоких температурах, улучшение эксплуатационных характеристик битумных покрытий. При выборе модификатора главную роль играет совместимость модификатора с битумным вяжущим. Однако, совместимость вторичных полиэтиленов (ПЭ) с битумами часто остается низкой, а полученные битумполимерные вяжущие склонны к расслаиванию при высокотемпературном хранении. В этой связи, изучение седиментационной стабильности битумполимерных вяжущих при высокотемпературном хранении. представляет несомненный интерес

Таким образом, диссертационная работа Фазылзяновой Гульнур Рафисовны, посвященная решению научной задачи, связанной с седиментационной стабильностью битумных вяжущих, модифицированных вторичными полиэтиленами, при высокотемпературном длительном хранении является **актуальной**.

Структура работы и основные результаты. Диссертация Фазылзяновой Г.Р. изложена на 138 страницах и включает введение, 6 глав, в том числе литературный обзор, экспериментальную часть, а также четыре главы, посвященные обсуждению результатов, заключение, список литературы и приложение.

Первая глава диссертационной работы представляет собой обзор литературной и патентной информации по предмету исследования. В контексте рассмотрения состава и структуры битумов, изложены современные представления о нефтяных дисперсных системах. Приведены способы улучшения качества битумных вяжущих, представлены современные модифицирующие агенты битумов. Особое внимание уделено способам повышения седиментационной стабильности битумов, модифицированных полимерами.

Это позволяет сформировать общее представление о современном состоянии исследований в данной области, вектор которых направлен в сторону изучения реологического поведения битумполимерных вяжущих. Однако, несмотря на значительное число публикаций, посвященных исследованию битумных вяжущих, недостаточно информации о влиянии состава и компонентов битума на их совместимость с полимерными модификаторами. Автор подчеркивает важность исследований совместимости полимерных модификаторов с битумами для повышения седиментационной стабильности битумполимерных вяжущих при высокотемпературном хранении, что является актуальным и перспективным. В целом, первая глава вносит определенный вклад в понимание современных тенденций и достижений в области битумполимерных вяжущих и представляет интерес для дальнейших исследований и разработок в этой области.

Во **второй главе** автор подробно описывает объекты и методы исследования. Следует отметить широкое применение современных аналитических методов, таких как ИК-Фурье спектроскопии, ЭПР спектрометрии, рентгенофазового анализа, газожидкостной хроматографии, калориметрии, вискозиметрии и др., что позволило получить несомненно **достоверные результаты исследований.**

Третья глава посвящена изучению влияния состава и свойств нефтяных битумов и структуры вторичных полиэтиленов на седиментационную стабильность битумполимерных вяжущих при высокотемпературном хранении. В работе были использованы нефтяные битумы с различным компонентным составом, пластическими свойствами и коллоидной стабильностью. Подробно изучены свойства вторичных полиэтиленов, определены их структуры. Сделан вывод, что вторичные полиэтилены имеют различную совместимость с битумами, показано, что для модификации кровельных битумов больше подходят ПЭ с средневзвешенной температурой плавления ниже 120 °С.

В **четвертой главе** диссертационной работы основное внимание уделяется исследованию поведения вторичных полиэтиленов в битумной матрице. Автор последовательно проходит путь от индивидуальных углеводородов (*о*-ксилола, декана и декалина) через модельные битумные системы к товарным битумам, выявляя ключевые факторы совместимости. Установлено, что в среде индивидуальных углеводородов степень набухания вторичных полиэтиленов практически не зависит от структуры ПЭ, и выявлено, что в среде ароматических и нафтеновых углеводородов наблюдается наибольшая степень набухания вторичных ПЭ. В работе показано, что вторичные полиэтилены (полиэтилен высокой плотности (ПЭВП), линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП), полиэтилен низкой плотности (ПЭНП)) в углеводородных растворителях формируют

отдельные фазы, образованные макромолекулами линейного и разветвленного строения. Установлено, что лучшую совместимость вторичные полиэтилены имеют с нафтеновыми углеводородами. Изучена стабильность вторичных полиэтиленов на минеральных маслах с различным содержанием парафинонафтеновых и ароматических углеводородов. Определено, что смеси с повышенным содержанием парафинонафтеновых углеводородов являются наиболее стабильными при высокотемпературном хранении. Автором установлено, что стабилизирующими компонентами являются парафинонафтеновые углеводороды, а асфальтены, напротив, дестабилизирующими компонентами. В ходе работы, автором было обнаружено, что ЛПЭНП обладает высокими сорбционными свойствами и его можно использовать в качестве сорбента для ликвидаций аварийных разливов нефти. С целью утилизации, отработанный нефтесодержащий сорбент предложено использовать в качестве модификатора битумного вяжущего, для получения битумполимерного вяжущего с высокими эксплуатационными характеристиками.

В пятой главе исследована седиментационная стабильность битумполимерных вяжущих, приготовленных на основе товарных битумов различного состава. Предложена новая методика оценки седиментационной стабильности битумполимерных вяжущих с применением калориметрии. Данный способ позволяет оценивать склонность к расслоению битумполимерного вяжущего при высокотемпературном хранении путем определения содержание полимеров в верхнем и нижнем слоях возможно расслаивающейся испытуемой системы. Диссертантом проведено сравнение методов оценки стабильности битумполимерных вяжущих, а именно по реологическому параметру (температуре размягчения), весовому методу и методу калориметрии. Установлено, что к полному расслоению битумполимерного вяжущего в процессе высокотемпературного хранения может приводить одновременная разнонаправленная сегрегации полимерной и асфальтеновой фаз.

В шестой главе проведено изучения влияния технологических параметров приготовления и состава битумов на седиментационную стабильность битумполимерных вяжущих. В работе показано влияние времени и скорости перемешивания на стабильность битумполимерных вяжущих при высокотемпературном хранении. Автором были получены седиментационно стабильные вяжущие, модифицированные ПЭВП и ПЭНП при перемешивании в течение 10 ч и скорости перемешивания 1200 об/мин. Установлено, что в случае ЛПЭНП изменение условий приготовления не влияет на стабильность битумполимерного вяжущего. Для битумного вяжущего, модифицированного ЛПЭНП, предложен способ введения дополнительного агента – отходов свеклосахарной

промышленности, свекловичного жома для повышения седиментационной стабильности битумполимерного вяжущего.

Научная новизна исследований и полученных результатов. Показано влияние химического состава битума на седиментационную стабильность битумполимерных вяжущих при высокотемпературном хранении. Установлено, что парафинонафтеновые углеводороды и твердые парафины являются основными стабилизирующими компонентами, а асфальтены, напротив, дестабилизирующими компонентами. Выявлено, что при высокотемпературном хранении битумполимерного вяжущего происходит одновременная разнонаправленная сегрегация полиэтиленов и асфальтенов, степень которой не зависит от коллоидной стабильности битума.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в конкретных результатах, имеющих прикладное значение: установлены оптимальные технологические параметры для приготовления седиментационно стабильных битумполимерных вяжущих, показана принципиальная возможность получения стабильных битумных вяжущих, модифицированных вторичными ПЭВП и ПЭНП. Выявлены недостатки определения седиментационной стабильности с использованием реологических параметров. Предложен способ оценки стабильности битумполимерных вяжущих методов калориметрии. Полученные результаты могут быть использованы для приготовления битумполимерных вяжущих, обладающих стабильностью против расслоения при высокотемпературном хранении.

В работе изложены научно-обоснованные технические и технологические разработки, имеющие существенное значение для нефтехимии и нефтепереработки, и которые могут быть использованы на предприятиях, специализирующихся в приготовлении битумполимерных вяжущих кровельного и дорожного назначений.

В диссертации представлены аргументированные **заключение и выводы**, основанные на исследованиях автора, направленных на повышение седиментационной стабильности битумполимерных вяжущих при высокотемпературном хранении. Анализ полученных данных выявил стабилизирующие и дестабилизирующие компоненты битумов. Разделы работы интегрированы и дополняют друг друга, формируя целостное исследование, которое вносит значимый вклад в решение актуальных научной и практической задач.

По работе имеется ряд замечаний и рекомендаций:

1. В разделе 2.1.2 фраза «В качестве модифицирующих добавок для битумных вяжущих применялись полимерные отходы класса полиэтиленов, предоставленные

компанией ООО «ТЭПС» (г. Казань). Модификаторы были разделены на три вида в зависимости от структуры: полиэтилен высокой плотности (ПЭВП), линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП) и полиэтилен низкой плотности (ПЭНП)» является некорректной, так как это уже известный факт существование данных видов полиэтиленов. Как же происходило разделение полиэтиленов по структурам?

2. В работе установлено, что перемешивание с течение 10 ч способствует повышению стабильности битумполимерных вяжущих. Однако, известно, что длительное перемешивание может привести к старению битума (происходит окисление битума). Целесообразно ли перемешивание в течение 10 ч, если будут ухудшаться другие качества битума?

3. Не будут ли идти процессы биодеградации при введении свекловичного жома в битумное вяжущее? Также остается вопрос о влагостойкости полученного вяжущего, не будет ли вяжущее разрушаться при отрицательных температурах?

4. Из работы следует, что парафинонафтеновые углеводороды являются стабилизующими компонентами битумполимерных вяжущих, однако, считается, что твердые парафины повышают хрупкость битума. Как в этом случае совместить два указанных фактора?

5. В диссертации имеются некоторые редакционные неточности, формулировки, требующие стилистического уточнения, отдельные опечатки.

Указанные замечания носят технический характер и не влияют на положительную высокую оценку работы, не ставят под сомнение ключевые выводы диссертации и не снижают ее общий уровень.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Научные положения и выводы диссертации обоснованы и достоверны благодаря использованию стандартных методик, современных методов анализа, большого объема экспериментальных данных и их сопоставимости с литературными источниками.

По материалам работы опубликовано 7 статей в российских рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки, 13 публикаций в трудах конференций различного уровня.

Автореферат в полном объеме отражает основные положения и результаты, изложенные в диссертации.

Диссертационная работа Фазылзяновой Гульнур Рафисовны является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение задачи, актуальной

для нефтехимии, которая заключается в разработке научно обоснованных подходов для получения стабильных битумных вяжущих, модифицированных вторичными полиэтиленами.

Диссертационная работа Фазылзяновой Гульнур Рафисовны полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 1.4.12. Нефтехимия.

Официальный оппонент,
Д.т.н., профессор, (02.00.13 (1.4.12.) – Нефтехимия),
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»
119991, Москва, Ленинский пр-т., д.65
телефон:
+7 (499) 507-88-88
e-mail: com@gubkin.ru

Туманян Борис Петрович

«03» ноября 2026 г.

Подпись Б.П. Туманяна заверяю:

_____ «3» ноября 2026 г.

подпись дата

Вход. № 05-0233
«16» 11 2026 г.
подпись