

## ОТЗЫВ

официального оппонента Емельянычевой Елены Анатольевны  
на диссертационную работу Андреева Алексея Анатольевича  
«Прогнозирование свойств СБС-модифицированных битумных вяжущих в зависимости от  
качества битумной основы, полученной на различных НПЗ», представленную на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

**Актуальность темы исследования.** Актуальность и необходимость исследований в области разработки качественных дорожных битумных материалов в нашей стране находит отражение в ряде значимых государственных проектов, например, таких как национальный проект «Безопасные и качественные дороги», «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 г. с прогнозом до 2035 г.» и т.п. С целью обеспечения требуемых низкотемпературных и упруго-деформативных характеристик дорожных вяжущих битумы подвергают модификации полимерами – блоксополимерами типа СБС и термопластами, в основном сополимерами этилена. Нефтяные базовые битумы, основу для получения модифицированных битумных продуктов, получают на нефтеперерабатывающих заводах из остатков переработки различных нефтей, в сырье для их производства могут вовлекаться мазуты, гудроны, асфальты деасфальтизации, экстракты селективной очистки масляных фракций крекинг-остатки и т.п. Стоит отметить, что для получения базовых битумов с определенными свойствами требуется определенное сырье постоянного качества, однако в масштабе страны для производства битумов используются остатки нефтей массовой добычи, отличающихся друг от друга химическим составом и свойствами, причем часто с большой глубиной отбора масляных дистиллятов, поэтому свойства получаемых при этом базовых битумов далеко не всегда постоянны и соответствуют требуемым показателям. В связи с этим тематика диссертационной работы Андреева А.А., посвященная вопросам прогнозирования свойств СБС-модифицированных битумных вяжущих в зависимости от качества битумной основы, полученной на разных нефтеперерабатывающих заводах, является актуальной.

**Структура работы и основные результаты.** Диссертационная работа Андреева А.А. изложена на 149 страницах и включает в себя введение, пять глав, заключение, список сокращений и условных обозначений и список литературы, состоящий из 148 наименований источников.

В литературном обзоре отражены основные данные химическом составе, структуре

и свойствах нефтяных битумов, технологиях их производства; описаны показатели, характеризующие качество дорожных битумов в контексте развития системы нормирования качества вяжущих, в том числе автором проведен сравнительный анализ нормативных требований к качеству битумов по разным стандартам; подробно рассмотрены факторы, оказывающие влияние на качественные показатели дорожных битумов. Отдельный подраздел литературного обзора посвящен модифицированным битумным вяжущим, в котором описаны способы модификации битумных вяжущих, показатели качества модифицированных битумов, факторы, влияющие на свойства модифицированных битумов, приведен также обзор модификаторов, применяемых для улучшения качества дорожных битумов, отмечены основные преимущества и недостатки основных видов модификаторов. В заключение литературного обзора делается вывод о перспективности оптимизации рецептур модифицированных битумных вяжущих в зависимости от группового состава битумной основы и требуемых эксплуатационных свойств конечного продукта.

Во второй главе автором описаны объекты и методы исследований. В работе для приготовления образцов модифицированных битумных вяжущих было использовано шесть марок товарных битумов, гудроны с нескольких производственных площадок ПАО «НК «Роснефть», а в качестве модификатора – бутадиен-стирольный сополимер марки СБС Л 30-01 А. Исследование битумов проводилось по показателям действующих стандартов, групповой состав битумов определялся методом жидкостной адсорбционной хроматографии.

Третья глава посвящена сравнительному изучению показателей качества базовых битумов, полученных на различных производственных площадках, которые в дальнейшем в работе будут служить основами для получения модифицированных вяжущих. Автором при исследовании охвачен широкий спектр нефтяных битумов, различающихся как способом получения, так и качеством исходных нефтей, из которых они были получены. Полученные автором данные свидетельствуют о значительном влиянии сырьевого фактора на качественные характеристики базовых битумов. В данной главе автором проведено сопоставление показателей, определяемых в том числе по методологии «Суперпэйв», с традиционными для нефтяных битумов показателями: выявлено наличие взаимозависимости высокотемпературных характеристик (верхний PG и температура размягчения) и отсутствие выраженной взаимосвязи низкотемпературных показателей (нижний PG и температура хрупкости).

В четвертой главе описаны исследования влияния качества битумных основ, а также



их группового состава на свойства модифицированных битумных вяжущих. Автором проведено сравнение как традиционных свойств битумов (температура размягчения, пенетрация, температура хрупкости), так и по ГОСТ Р 58400.1-2019 (верхняя и нижняя предельные температуры эксплуатации), до и после их модификации СБС-полимером. Установлено, что для высокотемпературных характеристик (температуры размягчения и верхней предельной температуры диапазона эксплуатации) имеет место выраженная линейная зависимость, позволяющая приближенно прогнозировать значение одного показателя от другого. В отношении низкотемпературных характеристик (температуры хрупкости и нижней предельной температуры диапазона эксплуатации) четкой зависимости не выявлено. В ходе исследований были установлены предельные значения содержания основных групповых компонентов в битумной основе, а именно асфальтенов, смол, ароматических и парафино-нафтеновых углеводородов, обеспечивающих возможность достижения необходимых для модифицированных вяжущих показателей качества.

В пятой главе на основе полученных экспериментальных данных автором разработан механизм прогнозирования свойств СБС-модифицированных битумных вяжущих на основании группового состава битумных основ, позволяющий определить варианты их наиболее эффективной модификации. В зависимости от группового состава автором выделено шесть категорий битумных основ, каждая из которых рекомендована как наиболее оптимальная для достижения определенных эксплуатационных характеристик СБС-модифицированного вяжущего по ГОСТ Р 58400.1-2019. В данной главе приводятся результаты исследования влияния пластификатора на свойства СБС-модифицированных битумных вяжущих, полученных на базе битумных основ с разным групповым составом. Также в данной главе приведена сравнительная оценка материальных затрат на получение СБС-модифицированных битумных вяжущих с разным содержанием пластификатора.

**Заключение**, содержащее основные результаты и выводы по диссертации, обосновано и достоверно, о чем свидетельствует большой объем экспериментальных данных, полученный с использованием актуальных методов исследования, а также их подробный анализ и аргументированная интерпретация.

**Научная новизна исследований и полученных результатов.** Основные научные положения и выводы, изложенные в диссертации, обладают научной новизной. В работе установлено, что для СБС-модифицированного вяжущего высокое содержание ароматических соединений является благоприятствующим фактором для обеспечения высокотемпературных свойств; показано, что в случае не состаренного вяжущего

температура хрупкости зависит главным образом от парафино-нафтеновых углеводородов, а на показатель нижней предельной температуры диапазона эксплуатации для битумов после старения возрастает влияние более термостабильных ароматических соединений; установлено, что для высокотемпературных характеристик (температуры размягчения и верхней предельной температуры диапазона эксплуатации) имеет место выраженная линейная зависимость, позволяющая приближенно прогнозировать значение одного показателя от другого, а для низкотемпературных характеристик (температуры хрупкости и нижней предельной температуры диапазона эксплуатации) четкой зависимости нет; выявлено влияние качества битумных основ, а также их группового состава на свойства СБС-модифицированных битумных вяжущих; установлены предельные значения содержания основных групповых компонентов в битумной основе (асфальтенов, смол, ароматических и парафино-нафтеновых углеводородов), обеспечивающих возможность достижения необходимых показателей качества для СБС-модифицированных вяжущих, на основании чего разработан механизм прогнозирования свойств СБС-модифицированных битумных вяжущих и система классификации битумных основ, позволяющая определить варианты их наиболее эффективной модификации, что определяет **теоретическую и практическую значимость работы.**

#### **Замечания и вопросы по работе:**

1. В качестве модификатора в работе исследован только один вид полимера – линейный бутадиен-стирольный сополимер СБС Л 30-01 А. Интересно было бы также увидеть экспериментальные данные, например, с разветвленными СБС, а также с термопластами, возможность применения которых также обозначена в стандартах.

2. На с. 81 и далее приводятся выводы, касающиеся «неокисленных битумов с уфимской производственной площадки», однако до этого нигде не приведена информация о способах производства и заводах происхождения конкретных многочисленных исследованных образцов, кроме того на рис. 14,15,17, по которым делаются выводы, неокисленные образцы не выделены в отдельную группу рассмотрения, как это сделано, начиная с рис. 20.

3. Нумерация рис. 19 использована в работе дважды (с. 82-84), что приводит к путанице при анализе приведенных данных.

4. Неокисленные образцы, о которых делается вывод на с. 92 по рисунку 25, на данном рисунке никак не идентифицируются, а также в целом в главах обсуждения результатов исследований очень трудно идентифицировать множество исследованных образцов (сопоставить их свойства с их групповым составом), что, вероятно, могло быть



решено путем приведения в работе таблиц с соответствующими данными и введением нумерации образцов.

5. Насколько универсальны установленные в работе предельные значения содержания основных групповых компонентов в битумной основе, обеспечивающие достижение необходимых показателей для модифицированных вяжущих? Ведь при отклонении концентраций модификатора и пластификатора от принятых автором в работе (СБС-полимера - 3,5 % мас., пластификатора – 6 % мас.), будут наблюдаться изменения и предельных значений содержания групповых компонентов битумной основы, кроме того данные значения будут в определенной степени зависеть также и от методики определения группового состава.

6. На с.124-125 приводится расчет «себестоимости рецептуры ПМБ». Данная формулировка не совсем корректна, так как оценка себестоимости должна включать в том числе затраты на амортизацию оборудования, оплату труда, затраты на энергоресурсы и пр. Рассчитанную величину корректнее было бы обозначить как «материальные затраты на производство 1 т. ПМБ».

Отмеченные замечания не снижают ценности полученных автором результатов и выводов.

**Степень обоснованности и достоверности** научных положений и выводов, сформулированных в диссертации. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, содержит новые научные результаты, которые могут быть использованы для прогнозирования свойств СБС-модифицированных битумных вяжущих в зависимости от качества битумной основы, полученной на различных нефтеперерабатывающих заводах. Андреевым А.А. изучен большой литературный материал, при помощи актуальных экспериментальных методов получен значительный объем данных, который автор доказательно и обоснованно интерпретировал.

По материалам диссертационной работы автором опубликовано 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, одна статья – в журнале, входящем в реферативную базу Scopus, 6 тезисов докладов на научных конференциях и один патент.

Автореферат в полной мере отражает положения и результаты, представленные в диссертации.

Диссертационная работа Андреева Алексея Анатольевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача по установлению закономерностей влияния качества исходной битумной основы на эксплуатационные

свойства СБС-модифицированных битумных вяжущих, что позволит рационально и обоснованно подходить к вопросам выбора битумных основ для каждого конкретного случая производства полимерно-битумных вяжущих. Решение данной задачи вносит существенный вклад в развитие химической технологии топлива и высокоэнергетических веществ как отрасли науки.

На основании вышеизложенного можно сделать заключение, что диссертационная работа Андреева Алексея Анатольевича по актуальности, новизне, теоретической и практической значимости, поставленным задачам и уровню их решения, объему и достигнутым результатам, обоснованности выводов 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, Андреев Алексей Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук (1.4.12. Нефтехимия,  
1.4.10. Коллоидная химия), доцент,  
доцент кафедры химической технологии  
переработки нефти и газа  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный  
исследовательский технологический университет»  
420030, г. Казань, ул. К. Маркса, 68  
Тел.: +7(843)231-95-10  
E-mail: emelyanychevaea@fnnh.ru

*ЕА*

Емельянычева Елена Анатольевна

*02.06.2022*

Подпись *Емельянычева Е.А.*

удостоверяю.  
Начальник управления кадрового и  
документационного обеспечения  
ФГБОУ ВО «КНИТУ»

*[Подпись]* И.Ш. Харисов

*« 02 » 06 2022 г.*

