

## ОТЗЫВ

### ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук Назаренко Максима Юрьевича

на диссертационную работу Брызгалова Николая Иннокентьевича

«Технологические особенности регулирования производства СБС-битумного вяжущего и стабилизирующей добавки для создания щебеночно-мастичного асфальтобетона»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 1.4.12. Нефтехимия

Диссертационная работа Брызгалова Н.И. посвящена разработке технологических особенностей регулирования процесса производства полимерно-битумного вяжущего с расширенным температурным диапазоном эксплуатации и стабилизирующей добавки, обеспечивающей получение щебеночно-мастичного асфальтобетона с повышенными деформационно-прочностными и эксплуатационными характеристиками. Проведенные в оппонируемой работе исследования развивают и углубляют теоретические и практические способы решения проблемы долговечности дорожного полотна, для которого необходим комплекс технологических способов и приемов по улучшению физических и эксплуатационных свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона.

**Актуальность темы исследования.** В настоящее время в связи с повышенным вниманием к энергетической политике, реализации стратегии ресурсо- и энергосбережения важнейшей приоритетной задачей РФ является повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и создание необходимых условий для перевода экономики страны на энерго- и ресурсосберегающий путь развития. В ближайшую перспективу в стране будут ускоренно наращиваться темпы прироста мощностей процессов переработки тяжелого нефтяного остатка (ТНО), наиболее ликвидным из которых являются термические и термokatалитические процессы, к которым относится процесс замедленного коксования ТНО в различных его комбинациях, способствующих углублению переработки нефти до 90-98%.

Как правило, в процессе замедленного коксования на нефтеперерабатывающих предприятиях накапливается большое количество фракции нефтяного кокса с размерами частиц от нескольких микрон до 6 мм, которая не находит массового применения и требует дополнительных затрат на утилизацию. Однако, такие высокодисперсные частицы являются эффективным сырьем для получения дорожно-строительных материалов. Проблема утилизации высокодисперсной фракции нефтяного кокса, в особенности ее пылевидных частиц, остается в нефтеперерабатывающей отрасли весьма актуальной и в

плане решения вопроса полноты использования суммарного производимого нефтяного кокса, и по экологическим соображениям.

В этой связи работы, посвященные разработке рациональной технологии квалифицированного применения данного вида сырья, несомненно являются **актуальными**.

**Структура работы и основные результаты.** Диссертация Брызгалова Н.И. изложена на 128 страницах и включает введение, литературный обзор (глава 1), описание объектов и методов исследования (глава 2), экспериментальную часть, обсуждение полученных результатов (глава 3), технико-экономическое обоснование (глава 4), заключение, список литературы из 229 источников, приложения.

В *первой главе* (литературный обзор) приведены сведения об особенностях состава и структуры нефтяных битумов, а также способах их модификации, обобщены результаты исследований российских и иностранных научных групп, посвященные изучению коллоидно-химических свойств битумов, как специфической нефтяной дисперсной системы, а также теоретических основ модификации битумных вяжущих. Отдельный раздел литературного обзора посвящен теоретическим предпосылкам использования нефтяного кокса, как основного компонента для разработки стабилизирующей добавки для щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА), в котором показана перспективность применения высокоуглеродистых материалов в качестве модификаторов асфальтобетонной смеси. Обзор литературы полностью соответствует тематике исследования, достаточен и логично выстроен.

Во *второй главе* приведена характеристика составов и свойств объектов исследования – битума нефтяного дорожного, блоксополимера типа стирол-бутадиен-стирола (СБС) и нефтяного кокса, обоснование выбранных методов исследования, последовательность проведения лабораторного эксперимента по технологическому регулированию для производства полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) с расширенным температурным диапазоном эксплуатации и стабилизирующей добавки для создания щебеночно-мастичного асфальтобетона, в том числе с использованием методов SARA-анализа, ЭПР-спектроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии, сдвиговой реометрии, рентгенофлуоресцентного и рентгеноструктурного анализов, а также методов испытания и объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей «Supergave».

В *третьей главе* представлены научно-прикладные основы модификации дорожных битумов и щебеночно-мастичного асфальтобетона, описаны данные,

полученные в результате проведенных исследований по разработке состава полимерно-битумного вяжущего с определением влияния количественного содержания и технологии введения блоксополимера типа СБС на структуру, компонентный состав и физико-химические свойства полученного битумного вяжущего. На основе сравнительного анализа полученных данных диссертантом предложены оптимальные технологические решения по получению СБС-битумного вяжущего и стабилизирующей добавки для ЩМА с определением условий и соотношений компонентов реакционной смеси.

В ходе выполнения работы диссертантом были достигнуты следующие результаты: разработано ПБВ марки PG 64-34, обеспечивающее температурный диапазон эксплуатации равный 98 °С, стабилизирующая добавка для ЩМА, позволяющая улучшить важные эксплуатационные и физические свойства асфальтобетонного полотна, такие как стекание вяжущего (0,08 % мас., при норме не более 0,2 % мас.), средняя глубина колеи (2,31 мм., при норме не более 4,0 мм.). Полученные данные легли в основу разработки принципиальной технологической схемы комбинированного производства полимерно-битумного вяжущего и стабилизирующей добавки для ЩМА, которая описана в *четвертой главе диссертации*.

Завершает работу *Заключение*, в котором сформулированы основные выводы проведенного диссертационного исследования. Выводы в полной мере отражают достигнутые в ходе исследования результаты. Использование комплекса физико-химических методов анализа, а также сопоставление полученных результатов с литературными данными обеспечивает **высокую достоверность полученных результатов**.

В целом, работа написана грамотным научным языком, с логически выстроенным смыслом структуры и порядка исследований. Все главы диссертационной работы взаимосвязаны и дополняют друг друга, создавая впечатление о работе как о целостном законченном научном исследовании. Следует отметить, что в диссертации проанализирован большой объем экспериментального материала, полученного различными физико-химическими методами, что потребовало от диссертанта наряду с навыками скрупулезного экспериментатора показать высокий уровень теоретической подготовленности и специальных знаний для интерпретации полученных данных. Работа аккуратно оформлена, проиллюстрирована графиками, рисунками и таблицами.

**Научная новизна исследований и полученных результатов** определяется совокупностью представленных данных об изменении компонентного состава, структурно-реологических и физико-химических свойств СБС-битумного вяжущего, а

также его влияние на физические и эксплуатационные характеристики щебеночно-мастичного асфальтобетона с применением стабилизирующей добавки, основным компонентом которой является нефтяной кокс. Автором показана возможность использования нетоварных фракций нефтяного кокса в качестве модификатора асфальтобетонной смеси, в результате чего было достигнуто снижение средней глубины колеи и увеличение устойчивости к расслаиванию смеси по показателю стекания вяжущего по сравнению с импортными аналогами. При этом показано, что улучшение физических и эксплуатационных свойств ЦМА достигается не только за счет высоко развитой шероховатой поверхности, повышенной адсорбционной способности и значительного количества различных по размерам и форме пор нефтяного кокса, но и за счет оптимальных структурно-реологических свойств СБС-битумного вяжущего, которое характеризуется следующими показателями: переход из неньютоновского в ньютоновское состояние происходит при температуре 150 °С, динамическая вязкость при 140 °С равна 56 Н·с/м<sup>2</sup>.

**Практическая значимость** диссертационной работы заключается в определении технологических особенностей регулирования состава и свойств СБС-битумного вяжущего с расширенным температурным интервалом эксплуатации, которые обеспечивают наилучшие упруго-вязко-пластичные свойства, предотвращение расслаивания полимера в составе ПБВ. Полученные данные подтверждают, что для решения проблемы долговечности дорожного полотна необходим комплекс технологических способов и решений, заключающихся в улучшении не только органической части (битумного вяжущего), но и минеральной составляющей. Показано, что использование нефтяного кокса и его нецелевых фракций как компонента стабилизирующей добавки для ЦМА позволяет повысить устойчивость к расслаиванию асфальтобетонной смеси за счет высокой адсорбирующей способности. Разработана методика оперативного контроля физических показателей в керне ЦМА с применением компьютерной рентгеновской томографии.

По материалам диссертационной работы опубликовано 11 работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 статья – в прочих рецензируемых научных изданиях и 6 патентов РФ на изобретение.

Автореферат полностью отражает положения и результаты, представленные в диссертации, ее основное содержание, новизну и практическую значимость.

**Вопросы и замечания по диссертационной работе:**

1. В чем причина снижения содержания ароматических углеводородов при введении в битум блоксополимера типа СБС, в случае добавления 3 % мас. СБС сумма ароматических углеводородов составила 6,96 % мас., тогда как у исходного битума она равна 12,83 % мас.?

2. Не понятно, как соотносятся данные, проиллюстрированные на рисунке 3.15 со спектрами ЭПР, где приведена развертка магнитного поля на рисунке 3.14? Опираясь на какие исходные сигналы, было принято решение о том, чтобы принять значения интенсивности линий радикала и ванадила за условный показатель равный 1 ус. ед.?

3. Определялось ли влияние размера частиц механоактивированного нефтяного кокса на физические и эксплуатационные свойства ЩМА? В тексте диссертации указано лишь то, что процесс механоактивации проводят до тех пор, пока частицы нефтяного кокса не достигнут размера в 1-5 мкм. (стр. 38 диссертации)? Чем обусловлен такой выбор фракционного состава?

4. На стр. 85 показаны рентгенографические ортогональные срезы кернов ЩМА, но нет пояснений и описаний каждого из рентгеноконтрастных фаз. Понятно, что черные фазы характеризуются воздушными пустотами в керне, объясните положительно ли сказывается на эксплуатационных свойствах ЩМА полное отсутствие пустот?

5. Вопрос вызывает отсутствие экспериментов по определению сцепления разработанного СБС-битумного вяжущего с поверхностью минерального материала.

Отмеченные замечания не снижают общий уровень работы и не ставят под сомнение основные выводы диссертации.

Считаю, что диссертационная работа «Технологические особенности регулирования производства СБС-битумного вяжущего и стабилизирующей добавки для создания щебеночно-мастичного асфальтобетона» по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости, объему исследований и достигнутым результатам полностью отвечает квалификационным требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции).

В рецензируемой научно-квалификационной работе изложено научно-обоснованное решение следующей задачи, имеющей существенное значение как для нефтехимии, так и для развития страны в целом: разработка комплекса технологических решений по улучшению свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона, связанных как с повышением качества полимерно-битумного вяжущего, так и с созданием



