

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института синтетических

полимерных материалов

им. Н.С. Ениколопова РАН

чл.-корр. РАН, д. х. н.



Озерин А.Н.

«29» марта 2017 г.

ОТЗЫВ

Ведущей организации на диссертацию Зверевой Ульяны Георгиевны «Резинобитумные композиты на основе дорожного битума и активного резинового порошка (АПДДР): получение, структура, реологические свойства, применение», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

Диссертационная работа Зверевой Ульяны Георгиевны посвящена разработке композиционного материала на основе битума и резиновой крошки с улучшенным комплексом реологических свойств, причем в качестве резиновой крошки, был использован активный порошок дискретно девулканизованной резины, полученный на современных роторных диспергаторах, с целью создания асфальтобетонных покрытий с высокими эксплуатационными показателями. Использование резиновой крошки из отработанных шин для получения резинобитумных композиционных материалов представляет большой интерес, поскольку значительную долю ежегодно накапливающихся шин может поглотить дорожное строительство, что определяет *актуальность* представляемой работы.

В ходе работы автором был проведен анализ дисперсного состава и структуры активного порошка шинной резины, используемого для получения резинобитумного композиционного материала; разработана методика

исследования структуры резинобитумных композиционных материалов, с помощью которой найдено подтверждение структурированию композиционного материала на основе битума и активного порошка шинной резины; исследованы особенности вязкоупругих свойств и усталостных характеристик резинобитумных композитов; выявлен наиболее эффективный состав композиционного материала, на основе битума и активного порошка шинной резины, что, несомненно, следует отнести к *научной новизне* диссертационной работы Зверевой У.Г.

Достоверность выводов, выносимых на защиту, основывается на применении современных методов структурного анализа и методов исследования реологических свойств, а полученные результаты согласуются с теоретическими данными. Диссертационная работа представляет собой *законченное исследование*, в результате которого предложен резинобитумный композиционный материал с улучшенным комплексом реологических свойств.

В работе показана возможность оценки эксплуатационных характеристик дорожных покрытий с помощью исследования реологических свойств битумных композиционных материалов. Также предложен композиционный материал на основе битума и активного порошка шинной резины, применение которого позволит поглотить значительную долю накапливающихся автопокрышек, а также увеличить усталостную долговечность дорожных покрытий, что обуславливает *практическую значимость* работы.

Диссертация Зверевой У.Г. включает в себя введение, литературный обзор, экспериментальную часть, обсуждение результатов работы, выводы и библиографический список. Диссертация изложена на 149 страницах, содержит 53 рисунка, 21 таблицу и библиографический список из 130 ссылок.

Во *введении* обозначена актуальность выбранной темы исследования, указаны научная новизна и практическая значимость, поставлены цель работы и задачи для ее достижения.

В *литературном обзоре* диссертант излагает известные из публикаций данные о структуре и свойствах дорожных битумов, рассматривает опыт применения полимерных материалов для улучшения свойств битумов при создании битумных композитов, анализирует опыт применения резиновой крошки в качестве модификатора дорожного битума, приводит способы получения битумных композиционных материалов и описывает мировой опыт исследования свойств битумных материалов. В данной главе представлены полимерные материалы, позволяющие улучшить свойства дорожного битума, однако, не настолько хорошо, как это требуют современные условия эксплуатации дорожных покрытий, что определяет актуальность выбранной задачи.

Экспериментальная часть диссертационной работы Зверевой У.Г. включает описание используемых материалов для создания битумных композитов; методы получения битумных композиционных материалов; методики исследования структурного анализа и реологических свойств. Данный раздел изложен логично и профессионально. Автор широко использует современные методы структурного анализа, такие как сканирующая электронная и атомно-силовая микроскопии, определение удельной поверхности по методу БЭТ, исследование дисперсного состава методом лазерной дифракции, а также передовые методики исследования реологических свойств с помощью реометра динамического сдвига. Также в экспериментальной части указано, что основным объектом исследования является композиционный материал на основе битума и активного порошка дискретно девулканизированной резины (АПДДР).

В главах, посвященных *обсуждению результатов*, описаны исследования дисперсного состава и структуры активного порошка шинной резины, а также структуры фрагментов АПДДР, полученных из резинобитумного композиционного материала, предложенным автором способом отмывки резиновых фрагментов от битума на микрофилтре. Изучена кинетика распада частиц АПДДР в битуме. Анализ полученных данных позволил автору предположить и описать процесс структурирования резинобитумного композиционного материала, на основе активного порошка.

Помимо этого, Зверевой У.Г. предложено обоснование температурно-временного интервала, в котором сохраняется структура резинобитумного композита.

Автором рассмотрено влияние содержания активного порошка дискретно девулканизованной резины на вязкоупругие свойства резинобитумных композиционных материалов, что позволило выявить эффективный состав резинобитумного композита. Проведенные реологические исследования позволили Зверевой У.Г. подтвердить предположения о том, что структурирование битума происходит с участием микро и нано размерных фрагментов АПДДР.

Также, Зверевой У.Г. проведено сопоставительное исследование реологических свойств композиционного материала на основе битума и АПДДР с битумными композиционными материалами на основе наиболее распространённых на рынке полимеров, используемых для модификации дорожного битума.

Использование Зверевой У.Г. различных современных методов исследования, передовых приборов и оборудования, а также сходимость параллельных испытаний подтверждают *достоверность результатов*, полученных в работе.

По диссертации Зверевой У.Г. можно сделать следующие замечания:

В диссертации на стр. 63 автором приведены основные физико-химические показатели битума нефтяного дорожного марки 60/90, в то время как для резинобитумных композитов, а также для других битумных материалов исследование этих параметров автор не проводит.

В главе 3, автор указывает на изменение дисперсного состава активного порошка после его обработки горячим битумом. Однако, такой вывод основан лишь на исследовании микрофотографий, отмытых от битума на микрофилт্রে фрагментов активного порошка, полученных с помощью сканирующей электронной микроскопии без исследования количественной характеристики дисперсного состава АПДДР после обработки горячим битумом.

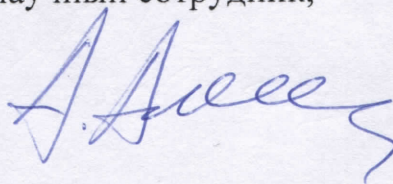
В двух разделах диссертации (2.2.2.4 и 5.5) рассмотрены методы, которые позволяют исследовать растрескивание битумных материалов и асфальтобетонов в условиях циклических деформаций. Здесь же приведены полученные автором данные об усталостном растрескивании исходного битума БНД 60/90 и созданных на его основе резинобитумных композитов. Основной результат этого исследования вполне понятен: даже при низком содержании резинового порошка в количестве 3 вес.% усталостная стойкость к растрескиванию получаемого композита возрастает и становится выше стойкости исходного битума в 4 раза. А при более высоком содержании резинового порошка (18 вес.%) усталостная стойкость к растрескиванию композита превышает стойкость битума уже в 22 раза. Вполне вероятно, что применение таких композитов в качестве вяжущих позволит получать асфальтобетонные покрытия с очень длительным сроком эксплуатации. И очень жаль, что этот интересный этап работы описан слишком сжато. Практически здесь даже нет описания основного метода исследования, так называемого, LAS-теста, который был сертифицирован в России совсем недавно – в 2016г – и в настоящее время мало кому известен. Не указаны ни точность измерения параметров растрескивания, ни преимущества данного лабораторного метода перед методами, применяющимися ранее, например, перед параметром $|G^*| \cdot \sin \delta$, и т.д.

Хотелось бы обратить внимание диссертанта на то, что некоторые специалисты Канады и США стали применять резинобитумные композиты при создании асфальтобетонных дорожных покрытий с повышенной стойкостью к низкотемпературному растрескиванию. Поскольку они применяют при этом достаточно грубую резиновую крошку, им приходится подвергать ее длительной варке в битуме при температуре 160 – 190 °С. Вполне возможно, что использованный в данной диссертационной работе резиновый порошок АПДДР и созданные на его основе резинобитумные композиты позволят решить проблему строительства асфальтобетонных дорог для северных регионов России – дорог с высокой стойкостью к растрескиванию – наиболее эффективным способом.

Приведенные замечания не снижают положительной оценки работы. Диссертационная работа Зверевой Ульяны Георгиевны «Резинобитумные композиты на основе дорожного битума и активного резинового порошка (АПДДР): получение, структура, реологические свойства, применение», представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения, является законченным научно-квалификационным исследованием, которое по актуальности, объему материала, новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 23 сентября 2013 года, а ее автор Зверева Ульяна Георгиевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

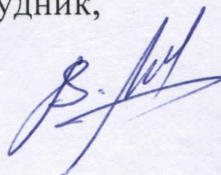
Отзыв подготовлен ведущим научным сотрудником Лаборатории твердофазных химических реакций ИСПМ РАН доктором физико-математических наук А. И. Александровым и ведущим научным сотрудником Лаборатории структуры полимерных материалов ИСПМ РАН доктором химических наук В. Г. Шевченко. Отзыв на диссертацию и автореферат заслушан и одобрен на семинаре Лаборатории твердофазных химических реакций ИСПМ РАН 22 марта 2017 года, протокол №5.

Председатель семинара, ведущий научный сотрудник,
доктор физико-математических наук



А.И. Александров

Секретарь семинара, ведущий научный сотрудник,
доктор химических наук



В.Г. Шевченко

Адрес: 119334, Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 70

Тел.: (495) 335-91-00

e-mail: dir@ispm.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук (ИСПМ РАН)