

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Зверевой Ульяны Георгиевны «Резинобитумные композиты на основе дорожного битума и активного резинового порошка (АПДДР): получение, структура, реологические свойства, применение», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения

Проблема утилизации резиновых отходов и в частности отходов шинной резины, остается весьма актуальной в течение нескольких десятилетий. При этом собранные резиновые отходы не следует подвергать длительному хранению на полигонах, поскольку это явно невыгодно с точки зрения экономики и экологической безопасности. Такие отходы необходимо измельчать до стадии образования мелкой резиновой крошки или порошка с последующим их использованием при изготовлении разного рода материалов и изделий. Сейчас отходы шинной резины, а также отходы РТИ стали достаточно широко использовать при изготовлении резинобитумных мастик, резинобитумного вяжущего, резинированного асфальтобетонного покрытия.

Любая измельченная резина достаточно плохо взаимодействует с битумом, что вызывает необходимость использовать тонкие резиновые порошки, подвергать их длительному перемешиванию с битумом в специальных смесителях с высоким напряжением сдвига при очень высоких температурах. И даже в этих условиях не всегда можно добиться высокого качества резинобитумного материала.

Анализ различных методов переработки и утилизации резиновых отходов, в частности шин, показал, что наиболее оптимальными для получения резинобитумных материалов в настоящее время являются резиновые порошки, полученные методом высокотемпературного сдвигового измельчения. Данные порошки отличаются малым размером частиц и высокой удельной поверхностью, при этом каждая порошковая частица представляет собой агломерат более мелких резиновых субчастиц.

Таким образом, использование резинового порошка, полученного методом высокотемпературного сдвигового измельчения, для создания резинобитумного материала позволит не только поглотить значительную долю ежегодно накапливающихся шин, но и улучшить качество дорожных покрытий.

Диссертационная работа Зверевой У.Г. посвящена не только возможности утилизации отходов шинной резины, но и использованию полученных резиновых порошков для создания высококачественных резинобитумных композиционных материалов.

Диссертация построена традиционным способом и состоит из введения, литературного обзора, экспериментальной части, результатов и их обсуждения, выводов и библиографического списка. Она изложена на 149 страницах машинописного текста, содержит 21 таблицу и 53 рисунка, библиография включает 130 наименований.

Во введении дана общая характеристика диссертационной работы, обоснована актуальность научного направления, практическая значимость и новизна полученных результатов. Сформулированы основные цели и задачи исследования.

В первой главе – литературном обзоре рассмотрены различные методы утилизации и переработки резин, их достоинства и недостатки. Особое внимание уделено методу высокотемпературного сдвигового измельчения (ВСИ). Рассмотрен мировой опыт применения резиновых материалов в качестве модификатора дорожных битумов. Изложены представления о модификации битумов другими типами модификаторов. Проведен анализ литературных данных, описывающих реологическое поведение битума и композитов на его основе.

В целом, следует отметить, что обзор литературы достаточно обширен, диссертанту удалось собрать в единое целое разнородный материал. Обзор литературы создает благоприятное впечатление четкостью и ясностью изложения материала. Проведенный автором анализ литературных данных

подтверждает актуальность поставленных им в диссертационной работе задач.

Во второй главе – экспериментальной части приведено описание характеристик исходных материалов и объектов исследования, использованных в работе, и методов исследования полученных образцов. Данная глава демонстрирует, что работа выполнена на хорошем экспериментальном уровне, с применением современных методов структурного анализа и реологических свойств, которыми владеет Зверева У.Г.

Основные результаты собственных исследований диссертантом изложены в третьей, четвертой, пятой и шестой главах.

Так, третья глава посвящена описанию исследований дисперсного состава и структуры резинового порошка, полученного методом ВСИ. Показано, что этим методом получают порошки шинной резины, отличающиеся широким дисперсным составом. Изучена морфология частиц активного порошка, что позволило автору объяснить его высокую удельную поверхность. Описан процесс быстрого распада частиц активного резинового порошка на микро- и наноразмерные фрагменты в горячем битуме.

В четвертой главе исследован и описан процесс структурирования резинобитумного композиционного материала на основе активного порошка дискретно девулканизированной резины (АПДДР). Установлено, что при высоких температурах в резинобитумном композите на начальном этапе происходит образование островков гелевой фазы, которые постепенно увеличиваются до образования сплошной гелевой пленки с микро- и наноразмерными включениями резиновых фрагментов. Также в четвертой главе с помощью исследования реологических свойств выявлен временной интервал, во время которого при высоких температурах наблюдаются наиболее высокие реологические показатели.

В пятой главе большое внимание уделено исследованию вязкоупругих свойств композиционных материалов на основе битума и АПДДР.

Рассмотрено влияние содержания активного резинового порошка на реологические свойства резинобитумных композиционных материалов. Выявлено, что увеличение содержания АПДДР в битумном композите приводит к расширению температурного диапазона пластичности, увеличению стойкости к образованию пластических деформаций, повышению усталостной стойкости. Исследования состаренных образцов резинобитумных композитов подтверждают структурирование битума микро- и наноразмерными фрагментами АПДДР. Предложен наиболее эффективный состав резинобитумного композита, содержание АПДДР в котором лежит в диапазоне 10 – 15 вес.%.

В главе шесть представлено сопоставительное исследование реологических свойств композиционного материала на основе битума и АПДДР с другими битумными композитами. Показано, что наряду с другими модификаторами дорожного битума, которые используют для получения битумных композиционных материалов, резинобитумный композит на основе АПДДР выступает в качестве одного из наиболее эффективных материалов. Из представленных автором результатов видно, что по всем исследуемым показателям резинобитумный композит превосходит другие исследуемые материалы в 2 и более раз.

В целом, диссертационная работа Зверевой У.Г. выполнена на хорошем экспериментальном уровне. Основным достоинством работы является используемый автором комплексный подход к решению поставленной задачи.

Замечания к работе очень небольшие. Диссертант в ряде случаев отмечает, что выдача результатов анализа реологических свойств осуществляется автоматически с помощью компьютерных программ, которыми оснащены сами приборы. Это было бы уместно для чисто практических исследований, однако для научной работы желательно хотя бы кратко изложить принципы таких программ. Например, как рассчитывается комплексный модуль сдвига и фазовый угол? При определении линейной

вязкоупругой деформации считается, что это та деформация, превышение которой приводит к разрушению материала. На самом деле, линейное механическое поведение проявляется задолго до разрушения и определяется совпадением релаксирующих модулей при разных деформациях. Вообще говоря, релаксация напряжения в работе не изучалась, а автор ограничился исследованием ползучести.

Среди другого небольшого недостатка работы можно отметить содержание некоторого количества неточностей в орфографии, связанных с отсутствием запятых и наличием неудачных выражений. Сделанные замечания носят скорее характер пожеланий при дальнейшем развитии данной темы.

В целом, диссертационная работа У.Г. Зверевой представляет собой законченное научное исследование, вносящее существенный вклад в решение важных проблем – решение экологических задач вторичного использования отработанных резинотехнических изделий, в частности шин, а также повышение долговечности дорожных покрытий за счет создания нового композиционного материала на основе битума и активного порошка шинной резины. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение в области высокомолекулярных соединений.

Практическая значимость диссертации заключается в том, что полученные в работе результаты и установленные закономерности могут быть использованы в дальнейшем для оптимизации существующих и разработки новых битумных композитов. Полученные результаты работы достоверны и представляют интерес, как для сотрудников академических научно-исследовательских институтов, так и для сотрудников научно-исследовательских институтов дорожного хозяйства.

Диссертация ясно изложена, хорошо оформлена и иллюстрирована. Основные результаты работы опубликованы в реферируемых научных изданиях и обсуждены на международных конференциях. Автореферат

прекрасно и полно отражает основные положения и выводы диссертационной работы.

Оценивая работу в целом, можно считать, что по актуальности поставленной задачи, научной и практической значимости, полученным результатам и сделанным на их основе выводам, диссертационная работа Зверевой У.Г. «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 и соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 23 сентября 2013 года. Ее автор Зверева Ульяна Георгиевна безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

Официальный оппонент

Заведующий лабораторией полимерных материалов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова
Российской академии наук (ИНЭОС РАН),

заслуженный деятель науки РФ,
доктор химических наук,
профессор

Аскадский Андрей Александрович

Адрес: 119991, Россия, г. Москва,
ул. Вавилова, д. 28
Тел.: (499) 135-93-98
e-mail: andrey@ineos.ac.ru

