

ОТЗЫВ

официального оппонента Беляева Павла Серафимовича,
доктора технических наук, профессора кафедры «Материалы и технология»
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
на диссертационную работу Москалева Александра Сергеевича
«Получение водонабухающих эластомерных материалов с регулируемыми
свойствами», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка
полимеров и композитов

Актуальность темы диссертации

Благодаря небольшой удельной плотности, высокой прочности и износостойкости, устойчивости к агрессивным средам и другим ценным свойствам полимерные материалы и изделия на их основе нашли широкое применение в различных областях строительства. Одним из важных элементов данной отрасли являются гидроизоляционные полимерные материалы, созданию которых посвящена работа Москалева А.С. Комплексное освоение подземного пространства для сооружений различного назначения весьма актуально для мегаполисов России. В этой ситуации практика использования подземных сооружений наиболее остро ставит вопрос о долговечности и надежности гидроизоляционной защиты по всему периметру сооружений, включая сопряжения и вводные узлы. Поэтому вопросы устройства долговечной и надежной гидроизоляции объектов строительства приобретают первостепенное значение. Не менее важным является тот факт, что большинство эластомерных гидроизоляционных уплотнителей — это в основном материалы зарубежного производства, поэтому разработка гидроизоляционных водонабухающих материалов отечественного производства, безусловно, является актуальной задачей.

Анализ содержания работы и ее завершенности

Диссертационная работа изложена на 134 страницах, состоит из введения, пяти глав, выводов, списка цитируемой литературы (187 наименований) и двух приложений. Работа построена логично и оформлена в соответствии с требованиями нормативных документов.

Во введении приводятся данные об актуальности и степени разработанности темы диссертационной работы, определены цель и задачи исследования, показаны научная новизна и практическая значимость, а также сведения по апробации работы на российских и международных научных конференциях и в статьях по теме диссертации.

В литературном обзоре (глава первая) проведен анализ современного состояния проблемы гидроизоляции зданий и сооружений. Рассмотрены принципы создания эластомерных композиций, способных набухать в воде и нефти. Представлены разработки российских и иностранных ученых, посвященные созданию и изучению свойств компонентов, обеспечивающих необходимый комплекс эксплуатационных свойств водонабухающих эластомерных материалов таких как, бентонитовые глинопорошки, карбоксиметилцеллюлоза, полиакриламид, сополимеры на основе акриламида и др. Рассмотрены методы математического моделирования, применяемые для создания композиционных эластомерных материалов.

Во второй главе представлены характеристики объектов исследования (компонентов применяемых в рецептуростроении эластомерных водонабухающих материалов: каучуков, наполнителей, водонабухающих и технологических добавок, обеспечивающих необходимый комплекс свойств, компонентов вулканизирующей группы), а также методы экспериментальных исследований и математического моделирования.

Третья глава содержит результаты исследований по разработке водонабухающих эластомерных материалов (ВЭМ) на основе бентонита и исследование их свойств. На первом этапе работы проведены сравнительные испытания водонабухающих материалов, применяемых для герметизации строительных конструкций, представленных на российском рынке. Установлен диапазон значений степени набухания эластомерных материалов обуславливающий их практическое применение, который составляет 100-350 % при эксплуатации не менее 168 часов. Отмечено, что на практике применяются гидро-

фильные уплотнители, срок эксплуатации которых ограничивается 24 часами, при условии их быстрого набухания не менее, чем на 200 %.

На втором этапе проведено обоснование выбора компонентов для создания бентонитовых ВЭМ. Установлено, что степень набухания образцов практически не зависит от типа применяемого каучука, поэтому в зависимости от предъявляемых требований эксплуатации водонабухающих эластомерных материалов могут применяться как атмосферостойкие этиленпропиленовые тройные сополимеры (СКЭПТ) и бутилкаучуки, так и бутадиенстирольный каучук (СКС), обладающий необходимым комплексом технологических и упруго-прочностных свойств.

На основе экспериментальных исследований установлено, что для обеспечения высокой степени набухания гидроизоляционных материалов в эластомерные композиции необходимо добавлять не менее 100 мас.ч. бентонита на 100 мас.ч. каучука. Создание высоконаполненных эластомерных композиций сопровождается технологическими сложностями, связанными обеспечением равномерного распределения ингредиентов, а также особенностями их переработки на оборудовании при сохранении необходимых эксплуатационных свойств получаемых материалов. В главе представлены подробные данные исследования влияния дозировок нескольких видов бентонитов, мягчителей и других компонентов на технологические свойства композиций, которые оценивали по показателям шприцуемости и вязкости по Муни. Полученные результаты позволили диссертанту рекомендовать смесь жирных кислот, выделенных из отходов масложировой промышленности в качестве технологической добавки, обеспечивающей распределение больших дозировок (100-200 мас.ч.) бентонита в эластомерной матрице. Осуществлен выбор дозировок активирующих добавок для бентонитов, позволяющих увеличить степень набухания эластомерных материалов в 5-7 раз. На основании анализа водных сред после экспозиции образцов ВЭМ сделан вывод, что сорбционная способность бентонита, распределенного в эластомерной матрице, обусловлена протеканием ионно-обменных реакций, преимущественно

за счёт катионов натрия. Установлено, что активация бентонита комбинацией добавок $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ обеспечивает наиболее высокую степень набухания композитов.

Глава четвертая содержит результаты выполненных исследований, направленных на создание водонабухающих эластомерных материалов на основе полиакриламида и исследование их свойств. В ходе изготовления эластомерных композиций отмечено неудовлетворительное распределение ПАА при его содержании более 20 мас.ч. в смеси, что потребовало разработки новых рецептурно-технологических приемов, обеспечивающих, во-первых, равномерное распределения ПАА в эластомерной композиции и во-вторых, удержание ПАА в полимерной матрице во время экспозиции образцов в воде. Для решения этих задач предложено: 1 - получение премиксов – технологических гидрофильных добавок в виде паст полиакриламида и глицерина; 2 – «мягкие» режимы вулканизации. Диссертантом получен большой объем экспериментальных данных кинетики набухания образцов ВЭМ в зависимости от дозировки технологической гидрофильной добавки на основе ПАА (в диапазоне от 50 до 80 мас.ч.), времени и температуры вулканизации. Рассмотрена возможность получения ВЭМ на основе ПАА вулканизацией под давлением и без давления. Каждый из способов позволяет получить материалы, имеющие различные свойства и область применения в строительной промышленности. Изучены зависимости и представлены данные по влиянию различных вулканизирующих систем на эксплуатационные свойства ВЭМ. Представлены вулканизационные и физико-механические показатели образцов ВЭМ. Анализ данных позволил рекомендовать проведение процесса вулканизации при температуре не выше 130 °С для обеспечения высокой степени набухания и необходимых прочностных свойств ВЭМ.

Таким образом, разработаны рецептурно-технологические приемы получения ВЭМ с высокой степенью набухания - до 500-600 %. Математическая обработка данных позволила получить зависимости степени набухания от состава

ва, оценить кинетические параметры процесса и определить максимальное время, необходимое для достижения требуемой степени набухания.

Глава пятая посвящена моделированию свойств водонабухающих эластомерных материалов с помощью перспективного метода - аппарата искусственных нейронных сетей, поскольку динамика процесса набухания эластомерных композитов имеет ярко выраженную нелинейность и зависит от большого числа факторов (дозировки компонентов, времени, температуры вулканизации). С использованием данного математического аппарата разработана математическая модель, обеспечивающая прогнозирование эксплуатационных свойств ВЭМ и позволяющая оценить влияние состава и режима изготовления ВЭМ, и как следствие - регулировать эксплуатационные свойства разрабатываемых полимерных материалов. Использование методов математического моделирования для анализа и расчета свойств материалов и процессов химической технологии позволяет осуществлять выбор оптимальных условия проведения этих процессов, что обеспечивает сокращение затрат на производство и получение материалов с улучшенными характеристиками.

В заключении работы приведены выводы, обобщающие полученные результаты. В приложении представлены акты промышленной апробации, подтверждающие практические результаты работы.

В автореферате приведены основные результаты диссертационной работы. Автореферат написан грамотно, ясно, в логической последовательности и достаточно полно отражает основное содержание диссертации.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке подходов к созданию высоконаполненных ВЭМ с равномерным распределением водопоглощающего компонента в эластомерной матрице и снижению его вымывания в процессе эксплуатации.

На основе аппарата искусственных нейронных сетей предложен метод математического моделирования свойств ВЭМ на основе каучука и полиак-

риламида, позволяющий осуществить выбор состава композита, обеспечивающего заданные степень набухания и эксплуатационные свойства.

Практическая значимость состоит в разработке технических решений по получению ВЭМ с регулируемыми свойствами, что позволило расширить область их применения и обеспечить импортозамещение.

В соответствии с разработанными рецептурами и технологическим регламентом на ООО «РПИ КурскПром», ООО «Совтех» осуществлен выпуск опытно-промышленных партий гидроизоляционных уплотнителей швов бетонных конструкций и мест прохода подземных инженерных коммуникаций, которые удовлетворяли нормативным требованиям.

Показана целесообразность применения смеси жирных кислот – побочного продукта масложировой промышленности - в качестве технологической добавки, улучшающей диспергирование водопоглощающих добавок в эластомерной матрице и технологические свойства ВЭМ, а также для снижения себестоимости ВЭМ.

Достоверность результатов, полученных в работе, подтверждается использованием комплекса независимых взаимодополняющих современных экспериментальных методов исследования, большим объемом экспериментальных данных, согласованностью теоретических подходов с результатами практических экспериментов.

Полнота изложения материалов диссертации

Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на 23 российских и международных научно-практических конференциях в период с 2016 по 2021 год. По теме диссертационной работы опубликовано 27 работ, среди которых 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, 2 из которых включены в базу Scopus, 23 публикаций в сборниках и материалах конференций.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Автором проведены исследования по созданию водонабухающих эластомеров, в том числе вулканизованных. В литературном обзоре недостаточ-

но освещены вопросы, касающиеся обоснованию выбора вулканизирующих систем для подобных материалов.

2. Для оценки равномерности распределения водонабухающих компонентов в каучуке в ряде случаев используются косвенные суждения, что требует дополнительных подтверждений, например, при помощи электронной микроскопии разработанных материалов.

3. Требуется уточнения, насколько ограничение показателя набухания в 200 % является общепринятым в отрасли (стр. 51).

4. Не понятно, почему у образцов ВЭМ с ТГД с соотношениями (2:1) и (1:1) наблюдается интенсивное вымывание ПАА в водную среду и снижение качества поверхности, а образец с соотношением (1,5:1) «...сохранил целостность и ровные кромки в течение всего срока испытания» (стр. 71).

5. Требуется объяснения факт принятия значения ХПК (химическое потребление кислорода) равного 2000 мг/л основанием для рекомендации вводить ПАГ в количестве не более 70 мас.ч. (рис. 4.5 на стр. 81).

6. Не понятно, какие критические значения шероховатости поверхности образцов после набухания являлись основанием для исключения рекомендации к использованию испытуемой композиции и почему (например, стр. 60, 71, 75, 84)?

7. Не понятна логика принятия решения рекомендации к применению ВЭМ, содержащие 50 – 60 мас.ч. ПАГ с максимальной степенью набухания до 400%, а не 70 – 80 мас.ч. со степенью набухания в 605%, тем более что при этом «...обеспечивается уровень физико-механических показателей, необходимый для эксплуатации ВЭМ в течение заданного времени» (стр. 91).

8. Анализируя кинетику набухания разработанных материалов, можно предположить, что при комбинировании бентонита и полиакриламида можно получить синергический эффект. Возможно ли их совместное применение в качестве водонабухающего компонента?

Сделанные замечания не снижают научную ценность работы, достоверность основных результатов и защищаемых выводов диссертационной работы.

Диссертационная работа Москалева Александра Сергеевича на тему «Получение водонабухающих эластомерных материалов с регулируемыми свойствами» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены результаты, обеспечившие решение важной научно-технической задачи по созданию водонабухающих эластомерных материалов с улучшенными техническими характеристиками для строительной индустрии. По своей актуальности, научной новизне, значимости полученных результатов и личному вкладу автора диссертационная работа соответствует критериям, установленным пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 21.04.16 № 335, от 02.08.2016 № 748), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Москалев Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 - «Технология и переработка полимеров и композитов».

Официальный оппонент

Профессор кафедры «Материалы и технология» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук (специальность 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий), профессор

13.12.21 

Беляев Павел Серафимович

392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Советская, д.106.
Телефон (84752) 63-04-69; e-mail: bps800@yandex.ru

