

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

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 работы.** Диссертационная работа Москалева А.С. посвящена решению актуальных проблем одной из самых интенсивно развивающихся отраслей как промышленное и гражданское строительство. В данной отрасли широко применяются различные виды гидроизоляционных материалов, технические характеристики которых не всегда устраивают потребителя. Для возведения объектов внутри мегаполисов России из-за недостатка места ряда конструкций располагают под землей, что неизбежно влечет за собой применение специальных материалов для защиты от конденсата и протеканий воды. Следует отметить, что большинство применяющихся в настоящее время гидроизоляционных материалов являются зарубежными продуктами, и задача импортозамещения является, несомненно, актуальной. При этом проблема повышения надежности и долговечности водонабухающих эластомерных материалов с возможностью регулирования эксплуатационных свойств выходит на первый план по значимости.

**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. Результаты работы изложены последовательно, грамотно, диссертация оформлена в соответствии с требованиями.

Во введении обоснованы данные об актуальности и степени разработанности темы диссертационной работы, определены цель и задачи исследования, сформулирована научная новизна и показана практическая значимость полученных результатов, а также приведены сведения о публикациях и апробации работы на различных научных конференциях.

**В первой главе** (литературном обзоре) проведен анализ современного состояния проблемы гидроизоляции зданий и сооружений. Рассмотрены актуальные задачи по созданию конкурентоспособных на мировом рынке водонабухающих эластомерных материалов. Проведен анализ существующих технических решений, посвященных влиянию различных компонентов на необходимый комплекс эксплуатационных свойств водонабухающих эластомерных материалов. Отдельным пунктом литературного обзора рассмотрены методы математического моделирования, которые можно применить при создании композиционных эластомерных материалов с управляемыми свойствами.

**Во второй главе** представлены основные характеристики объектов и методов исследования (ингредиентов, применяемых в рецептуростроении эластомерных водонабухающих материалов: каучуков, наполнителей, технологических добавок, вулканизирующей группы, а также специальных добавок, обеспечивающих набухание резин). Приведено описание выбранного метода математического моделирования для регулирования свойств композиционных материалов.

**Третья глава** содержит результаты исследований соискателя, направленные на разработку водонабухающих эластомерных материалов (ВЭМ) на основе бентонита и исследование их свойств.

Обоснование выбора полимерной основы ВЭМ с применением бентонита осуществлялось исходя из требований обеспечить быстрое набухание в воде до величины не менее 200 % при условии обеспечения удовлетворительных технологических свойств для шприцевания композиций, т.к. в настоящее время на практике применяются гидрофильные уплотнители срок эксплуатации, которых варьируется от 24 до 192 ч и более при условии их набухания за

это время не менее чем на 200 %. В результате исследований установлено, что за 192 часа степень набухания образцов с бентонитом при его содержании 100 мас.ч. практически не зависит от типа применяемого каучука (СКЭПТ-50, БК-1675Н, СКС-30АРКМ-15) и составила в среднем 21%. В итоге с учетом того, что наполненные бентонитом композиции на основе СКЭПТ-50 характеризовались удовлетворительными технологическими свойствами в сочетании с высокой стойкостью к атмосферному старению, данный полимер был выбран в качестве полимерной основы для гидрофильных композиций на основе бентонита.

Автором также установлены оптимальные дозировки активирующих добавок для бентонитов, позволяющих увеличить степень набухания в 5-7 раз; также на основании анализа водных сред после экспозиции образцов материалов соискателем сделан вывод, что сорбционная способность бентонита в матрице полимера является следствием ионно-обменных реакций с участием катионов натрия, так как активация бентонита смесью солей  $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  обеспечивает максимальную степень набухания композитов.

**Глава четвертая** содержит результаты выполненных соискателем исследований, направленных на создание водонабухающих эластомерных материалов с применением полиакриламида (ПАА) и исследование их свойств.

Известно, что полиакриламид является одним из наиболее перспективных водопоглощающих ингредиентов и обладает значительно более высокими сорбционными свойствами в сравнении с бентонитом. Однако в ходе изготовления эластомерных композиций на вальцах отмечено неудовлетворительное распределение ПАА в смеси из-за плохой совместимости полярной добавки в каучуке СКС-30АРКМ-15, выбранном за основу гидрофильных композитов. С целью решения проблемы автором разработана технология получения ВЭМ на основе пастообразного продукта ПАА двумя способами: вулканизацией под давлением и без давления, а также разработаны рецептурно-технологические способы получения ВЭМ, обладающие необходимыми свойствами, в том числе

степень набухания 500-600 %. В данной главе выполнен модельный вычислительный эксперимент, который показал, что процесс набухания протекает в 2 стадии. На первой стадии поглощение воды происходит за счет диффузионных процессов с образованием мономолекулярного сольватного слоя, на второй стадии набухание в большей степени определяется термодинамической процессом. Автором предложено описание кинетики набухания с использованием констант скорости отдельно для каждой стадии. Коэффициент корреляции между экспериментальными и вычисленными значениями по предложенной функциональной зависимости составляет 0,8-0,9, что свидетельствует о высокой степени аппроксимации.

**Глава пятая** посвящена моделированию свойств водонабухающих эластомерных материалов с применением искусственных нейронных сетей. За основу были принята зависимость кинетики набухания от содержания гидрофильной добавки ПАГ и времени вулканизации образцов. В итоге разработана адекватная математическая модель, обеспечивающая возможность прогнозирования эксплуатационных свойств ВЭМ, которая позволяет управлять эксплуатационными свойствами полимерных материалов в зависимости от требований заказчика, что позволяет снизить себестоимость и получить материалы с улучшенными свойствами.

**Научная новизна диссертационной работы** заключается в разработке новых подходов к наполнению каучука полиакриламидом при создании высоконаполненных водонабухающих эластомерных материалов, обеспечивающих его равномерное распределение в эластомерной матрице.

Предложено использование метода математического моделирования свойств ВЭМ с помощью аппарата искусственных нейронных сетей, позволяющего провести оптимизацию состава композитов и обеспечить при этом регулируемые степень набухания, технологические параметры изготовления композиций и соответствующие эксплуатационные свойства.

**Практическая значимость** подтверждена выпуском промышленных партий разработанных составов в соответствии с разработанными рецептурами и технологическим регламентом на ООО «РПИ КурскПром» и ООО «Совтех». Осуществлен выпуск опытно-промышленных партий гидроизоляционных уплотнителей швов бетонных конструкций и мест прохода подземных инженерных коммуникаций, которые удовлетворяли требованиям нормативной документации. Для снижения себестоимости готовой продукции показана целесообразность применения отходов масложировой промышленности для улучшения технологических свойств высоконаполненных эластомерных композиций.

Разработанный автором научный подход по созданию специальных материалов может быть использован при решении ряда практических задач в технологии переработки полимеров.

**Достоверность полученных 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 публикации в сборниках и материалах конференций.

В качестве замечаний по работе хотелось бы отметить следующее:

1. Недостаточно обосновано применение в качестве полимерной основы маслonaполненного каучука СКС-30АРКМ-15 заведомо обладающего более низким влагопоглощением по сравнению с аналогичными бутадиен-стирольными каучуками без добавления масла. Кроме того, каучук

СКС-30 АРКМ-15 содержит около 5% карбоновых кислот (канифолевых и жирных), которые также оказывают влияние на водопоглощение. В этом случае введение  $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  может также дополнительно влиять на катионный обмен и усиливать водопоглощение.

2. Необходимо пояснить наличие в рецептуре белой сажи без использования агента сочетания и необходимость ее применения. Как правило, технологически белая сажа не лучшим образом влияет на технологические свойства каучуков общего назначения и снижает скорость вулканизации.

3. В диссертации нет данных по испытаниям полученных образцов в реальных условиях работы. Желательно было бы исследовать стойкость к разрушению образцов после многократных циклов «набухание-высыхание», а также оценить прочность композиций после замораживания с последующим высыханием.

4. Из материалов диссертации не ясно, какие конкретно составы композитов после моделирования автор рекомендует как оптимальные. Должны быть приведены примеры смоделированных композиций «состав-вулканизация-свойство» и пояснение к составу эластомерных композиций, выбранных к промышленной апробации в части их соответствия требованиям заказчика. (стр.20 автореферата).

5. В диссертации отсутствуют результаты замеров рН водных вытяжек после набухания полимеров, хотя этот параметр является достаточно важным для оценки водопоглощения.

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» соответствует П.2, 3 формулы и П.2 области исследований паспорта специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Диссертация Москалева Александра Сергеевича является завершённой научно-квалификационной работой, в которой предложены оригинальные решения важных научно-технических задач, связанных с обеспечением необходимой степени диспергирования водонабухающих компонентов в эластомерной матрице, разработаны составы и технологические приёмы получения гидроизоляционных материалов, предложены методы моделирования и прогнозирования свойств ВЭМ.

В связи с этим, а также учитывая актуальность, объём исследований, научную новизну и практическую значимость, диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021), предъявляемым к диссертациям на соискание ученых степеней, 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

Заместитель директора по научной работе,  
заведующий лабораторией эмульсионной полимеризации Воронежского филиала Федерального Государственного унитарного предприятия «Научно-исследовательский институт синтетического каучука» им. академика С.В. Лебедева, кандидат технических наук (специальность 05.17.12 Технология каучука и резины, в новой редакции 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов)

Папков Валерий Николаевич

394014, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Менделеева, д.36  
Телефон (473)202-11-63 (дополнительно 215); 8-960-108-29-12  
E-mail: [vfniisk@mail.ru](mailto:vfniisk@mail.ru)

*Подпись Папкова В.Н.*  
*Начальник отдела кадров*



*С.И. Стефанова*

*10.12.2021*