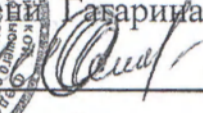



«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по науке и инновациям
СФТУ имени Гагарина Ю.А.,
д.х.н., профессор  Остроумов И.Г.
 2021 г.

Отзыв ведущей организации

**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. На современном этапе развития отечественной экономики одним из перспективных классов материалов являются эластомерные композиционные материалы, которые уникальным образом совмещают в себе свойства входящих в их состав компонентов. Особыми представителями таких композитов являются водонабухающие эластомерные композиции, широко востребованные, в первую очередь, в строительной индустрии. Увеличение объемов строительства на территории РФ требует расширения ассортимента данной продукции, который бы учитывал региональные особенности условий эксплуатации зданий и иных сооружений. В связи с этим, разработка водонабухающих эластомерных материалов с регулируемыми свойствами является **актуальной** научно-практической задачей.

Диссертационная работа Москалева А.С. выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация изложена на 134 страницах машинописного текста и состоит из введения; обзора литературы; характеристики объектов, методик и методов исследования; экспериментальной части, включающей обсуждение результатов исследований; выводов; списка сокращений и условных обозначений; списка литературы и 2 приложений. Диссертация содержит 54 таблиц и 32 рисунков, библиография насчитывает 187 наименований.

Во введении показана актуальность выбранной темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, научная новизна и практическая значимость проведенных исследований, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В литературном обзоре показано, что гидроизоляционные материалы представляют важный конструктивный элемент объектов строительства и являются перспективной областью применения полимерных материалов; рассмотрены вопросы выбора полимерной основы для водонабухающих эластомерных материалов, а также рецептурно-технологические факторы, обеспечивающие получение ВЭМ с требуемым уровнем эксплуатационных свойств; подтверждено, что для решения многопараметрической задачи, связанной с разработкой полимерного материала с регулируемыми в соответствии с требованиями эксплуатации свойствами, целесообразно использование математического аппарата, в частности, для прогнозирования свойств многокомпонентных систем эффективно применение самоорганизующихся нейронных сетей Кохсена. Анализ литературных источников подтвердил актуальность рассматриваемой темы и позволил соискателю обосновать выбор объектов исследования и определить основную цель представленной диссертации.

Методический раздел диссертационной работы Москалева А.С. включает подробные характеристики объектов исследования, а также базовые рецепты и режимы изготовления резиновых смесей с применением бентонита или полиакриламида. Следует отметить, что в проведенных исследованиях применялись ГОСТированные методики для определения реологических и вулканизацион-

ных характеристик исследуемых резиновых смесей; для оценки физико-химических и механических свойств вулканизатов; для изучения состава, спектральных свойств, показателя химического потребления кислорода водных сред, образующихся после набухания образцов разработанных водонабухающих эластомерных материалов, что позволяет сделать **вывод о достоверности представленных соискателем экспериментальных данных.**

В экспериментальной части диссертации представлены результаты исследований, связанных с разработкой водонабухающих материалов на основе каучуков и таких водопоглощающих добавок как бентониты и полиакриламид, исследованием их свойств и выбором математической модели, обеспечивающей возможность прогнозирования эксплуатационных характеристик набухающих наполненных эластомеров.

На первом этапе исследований (гл.3) разработаны составы, а также обоснован выбор технологических режимов смешения компонентов водонабухающих эластомерных материалов. В связи с этим, проведен сравнительный анализ степени набухания различных типов каучуков: этиленпропилендиенового, бутадиен-стирольного и бутилкаучука, наполненных бентонитом (гл.3.1), и обоснован выбор полимерной матрицы для разработки водонабухающих эластомеров (марки СКЭПТ-50).

В работе изучено влияние бентонита различных производителей на сорбционную способность получаемых материалов (гл.3.2). Показана необходимость и предложен режим активации выбранной марки бентонита (азбентонит), а также подтверждено, что повышение сорбционной способности активированного бентонита, распределенного в эластомерной матрице, обусловлено протеканием ионообменных реакций, обеспечивающих замещение ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Проведены исследования по замене технологической (диспергирующей) добавки - стеариновой кислоты, на смесь жирных кислот, выделенных из соапстока производства растительных масел, которые подтвердили эффективность её применения при получении резиновых смесей.

Кроме того, в диссертации (гл.3.3) исследованы технологические свойства базового состава водонабухающего эластомерного материала на основе каучука марки СКС-30АРКМ-15, активированного азбентонита и смеси жирных кислот, что позволило соискателю рекомендовать разработанные бутадиенстирольные композиции для создания водонабухающих эластомерных материалов.

В плане развития проведенных экспериментальных исследований (гл.4) диссертантом изучена возможность применения полиакриламида в качестве водопоглощающей добавки при получении набухающих эластомерных материалов. При этом решались вопросы (гл.4.1) улучшения диспергирования, равномерности распределения полиакриламида в эластомерной матрице и исключения его кристаллизации на поверхности и на срезе образцов путем использования рецептурно-технологических приёмов введения исследуемой добавки в резиновые смеси. На основании полученных данных разработана технологическая гидрофильная добавка на базе полиакриламида и глицерина в виде пасты (гл.4.2), эффективность применения которой экспериментально подтверждена.

В качестве технологических приёмов в работе предложено при получении неформовых водонабухающих уплотнителей-профилей, а также формовых пробок проведение вулканизации без давления (гл.4.3) и под давлением (гл.4.4). Анализ влияния параметров вулканизации при получении водонабухающих эластомерных материалов на степень их набухания позволил соискателю обосновать выбор рецептурно-технологических режимов, обеспечивающих достижение требуемых значений по набуханию для эластомерных композиций, содержащих технологическую гидрофильную добавку. При этом отмечен нелинейный характер процесса набухания, зависящий от содержания пасты полиакриламида, при котором сложно оценить максимальную степень набухания из-за имеющих место потерь.

Для оценки этой характеристики автором предложено математическое описание процесса на основе зависимости степени набухания от времени и проведен вычислительный эксперимент, совпавший с экспериментальными

данными с высокой степенью аппроксимации. Применение предложенного метода математической обработки результатов кинетических исследований позволит прогнозировать поведение водонабухающих композиций. Следует отметить также, что получение эластомерных материалов, содержащих технологическую гидрофильную добавку и вулканизованных под давлением при обоснованно выбранном режиме, обеспечивает максимальную степень набухания до 400% при необходимом для эксплуатации в течение заданного времени уровне механических свойств.

Завершением проведенных в диссертационной работе исследований является моделирование свойств водонабухающих эластомерных материалов с помощью аппарата искусственных нейронных сетей (гл.5). Для решения этой задачи соискатель обосновано выбирает самоорганизующиеся сети Кохонена, при применении которых на первом этапе проводят классификацию объектов в однородные группы, а на втором - моделирование свойств полимерных композиций каждой группы. В работе моделирование степени набухания выполнялось для каждого из 5 классов образцов исследуемых материалов с применением двуслойной нейронной сети для простых классов и трехслойной сети для укрупненного класса, при этом средняя относительная ошибка моделирования не превысила 5%. Разработанная модель, используемая для оценки влияния изменения состава и режима изготовления водонабухающих эластомерных материалов на их основные физико-химические характеристики, позволяет регулировать эксплуатационные свойства разрабатываемых полимерных композиций.

В заключение диссертации сформулированы основные выводы, обобщающие результаты проведенного исследования.

Следует отметить, что **в научном плане** представляют интерес впервые полученные соискателем для исследуемых водонабухающих эластомерных материалов данные

- по ионообменному механизму активации бентонита комбинированной добавкой $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$, подтвержденные повышением степени набухания

эластомерного материала на основе каучука марки СКЭПТ-50, содержащего активированный бентонит, и увеличением содержания замещённых ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , определенных с помощью оптико-эмиссионного спектрометрического анализа водных сред после экспозиции образцов;

- по зависимости диспергирующего эффекта при распределении технологической гидрофильной добавки в эластомерной матрице от её состава - соотношения полиакриламида и глицерина, и давления вулканизации, о чём свидетельствуют результаты качественного анализа вулканизатов и контроля изменения степени набухания их образцов;

- по характеру кинетики процесса набухания бутадиен-стирольных композитов, содержащих технологическую гидрофильную добавку на основе полиакриламида и глицерина, включающему 2 стадии. На первой стадии в результате диффузионных процессов происходит поглощение воды с образованием мезомолекулярного слоя, а на второй – набухание в большей степени определяется термодинамическими явлениями.

С практической точки зрения к основным результатам представленной к защите диссертационной работы относятся разработанные водонабухающие эластомерные материалы на основе промышленных марок каучуков СКЭПТ-50 и СКС-30АРКМ-15 и доступных отечественных водопоглощающих добавок - бентонита, полиакриамида, удовлетворяющие условиям эксплуатации гидроизоляционных уплотнителей швов бетонных конструкций и мест прохода инженерных коммуникаций ниже уровня земли (приложение 1, акт от 20.12.2018) и уплотнительных элементов строительных конструкций (приложение 2, акт от 20.01.2021).

К практически значимым результатам работы относится также разработка высоконаполненной полимерной композиции, используемой в качестве технологической гидрофильной добавки в виде пасты на основе полиакриламида и глицерина, обеспечивающей улучшение диспергирования и равномерности распределения полиакриламида в эластомерной матрице.

Эффективной диспергирующей добавкой, рекомендуемой для практиче-

ского применения при получении эластомерных материалов с использованием бентонита, является и смесь жирных кислот - отход производства растительного масла, введение которой способствует его лучшему диспергированию в объёме композиции и снижению стоимости готовых изделий. При этом частично решается проблема утилизации отходов масложирового производства.

Результаты диссертационной работы достаточно широко представлены и обсуждены на научно-технических конференциях различного уровня, по материалам диссертации имеется 20 публикаций, в том числе 4 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, из них 2 статьи в журналах, индексируемых в базе цитирования SCOPUS, и 16 - в материалах конференций.

Автореферат и научные публикации отражают основное содержание диссертационной работы.

В тоже время по работе имеется **ряд вопросов и замечаний:**

1. В работе показано, что активация бентонита происходит при его обработке NaCl и Na₂CO₃ за счёт остаточной влажности бентонита. Какова роль остаточной влажности в процессе активации водопоглощающей добавки?

2. Какова целесообразность модификации исследуемого бентонита, если на рынке реализуются его натрийсодержащие марки?

3. В работе водонабухающие эластомерные материалы получены с использованием базовой традиционной технологии, потребовавшей только корректировки параметров процессов. В связи с этим, целесообразно представить сравнительный анализ вносимых изменений, который бы подтвердил реальные возможности производства разработанных материалов на отечественных предприятиях.

4. Какова конкурентоспособность и перспективы полученных водонабухающих эластомерных материалов на российском и зарубежных рынках эластомеров - аналогов?

5. Проводилась ли оценка показателей безопасности и экологичности разработанных водонабухающих эластомерных материалов?

6. Планируется ли патентование полученных соискателем водонабухаю-

щих эластомерных материалов на основе промышленных марок каучуков и доступных, перспективных водопоглощающих добавок, а также технологической гидрофильной добавки на основе полиакриламида и глицерина.

7. В методическом плане хотелось бы рекомендовать соискателю более широко использовать инструментальные методы исследования эластомерных материалов, позволяющие получить дополнительные экспериментальные данные для анализа, обсуждения и обобщения результатов работы. Кроме того, данные эксперимента представлены в работе без оценки доверительных интервалов, что затрудняет их объективную интерпретацию

8. В целом оформление диссертационной работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, однако при этом имеют место опечатки (с. 6, 15, 20, 26 и др.), пропуски знаков препинания и нумерации рисунков (рис.5.2, 5.4 с.92-100), а также пропуски (табл. 3.10 с.62) и нарушения в последовательности нумерации таблиц (табл.5.4 с.99, табл.5.1 с.103 и т.д.). Требуется обязательного оформления в соответствии с требованиями ГОСТ и список литературы.

Указанные выше замечания не снижают общего положительного впечатления от диссертационной работы Москалева А.С., которая представляет собой завершенное научное исследование, направленное на решение актуальной научно-практической задачи по разработке отечественных водонабухающих эластомерных материалов с прогнозируемой степенью набухания и механическими свойствами, удовлетворяющими условиям эксплуатации.


По своей актуальности, уровню выполнения, объему, научной и практической значимости полученных результатов диссертационная работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пункты 9-11, 13,14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор, Москалев Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – «Технология и переработка полимеров и композитов».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» (протокол №4 от 08 декабря 2021 года).

Зав. кафедрой «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»,
к.т.н. (спец.05.17.06 - Технология и переработка полимеров и композитов),
доцент

 Левкина Наталья Леонидовна

Профессор кафедры, доктор технических наук (спец.05.17.06 - Технология и переработка полимеров и композитов),
профессор

 Устинова Татьяна Петровна

СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77.
Тел.: +7(452)99-88-11, +7(452)99-88-22,
E-mail: rectorat@sstu.ru

Подпись заведующей кафедрой Левкиной Натальи Леонидовны и профессора Устиновой Татьяны Петровны заверяю.
Ученый секретарь Ученого совета
СГТУ имени Гагарина Ю.А.



 Н.В.Тищенко