

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.092.01 НА БАЗЕ
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 декабря 2019 г. № 13
О присуждении **Дьяконову Афанасию Алексеевичу**, гражданину
Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка двухслойных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и эластомеров» по специальности 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении) принята к защите 24 октября 2019 года, протокол № 12 диссертационным советом Д 212.092.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (Россия, 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, 27, приказ о создании диссертационного совета №714/нк от «2» ноября 2012 г., приказ №350/нк от «29» июля 2013 г., приказ №419/нк от «15» июля 2014 г., приказ №633/нк от «12» ноября 2014 г., приказ №423/нк от «28» апреля 2015 г., приказ №512/нк от «28» апреля 2016 г., приказ №641/нк от «15» июня 2018 г).

Соискатель Дьяконов Афанасий Алексеевич, 1985 года рождения, в 2011 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» по специальности «Учитель физики и информатики».

В 2011 году соискатель поступил в очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения науки «Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук» по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)». Дата окончания обучения в аспирантуре 31.10.2014.

Диссертация выполнена в учебно-научно-технологической лаборатории «Технологии полимерных нанокомпозитов» ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» и в ФГБУН «Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук».

Научный руководитель – Шадринов Николай Викторович, кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе Института,

старший научный сотрудник лаборатории материаловедения ФГБУН «Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

Панин Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией «Механики полимерных композиционных материалов» ФГБУН «Институт физики прочности и материаловедения СО РАН», г. Томск.

Аюрова Оксана Жимбеевна, кандидат технических наук, научный сотрудник «Лаборатории химии полимеров» ФГБУН «Байкальский институт природопользования СО РАН», г. Улан -Удэ.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО КНИТУ), г. Казань, в своем заключении, подписанном Вольфсоном Светославом Исааковичем, доктором технических наук, заслуженным деятелем науки РФ, РТ, заведующим кафедрой «Химия и технология переработки эластомеров» ФГБОУ ВО «КНИТУ», утвержденном ректором ФГБОУ ВО «КНИТУ» Юшко С.В. констатирует, что диссертационная работа Дьяконова А.А. «Разработка двухслойных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и эластомеров» соответствует п. 9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., и паспорту специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении) по пунктам: п.1. Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий; п.2. Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих на границах раздела в гетерогенных структурах; п.5. Установление закономерностей и критериев оценки разрушения материалов от воздействия механических нагрузок и внешней среды; п.6. Разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов на образцах и изделиях; п.10. Разработка покрытий различного назначения (упрочняющих, износостойких и других) и методов управления их качеством, а ее автор, Дьяконов Афанасий Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении).

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, включающих 3 статьи в научных журналах из перечня ВАК, 2 статьи в изданиях из базы данных Web of Science и 2 патента РФ. Вклад соискателя Дьяконова Афанасия

Алексеевича в работы, опубликованные в соавторстве, не вызывает сомнения и состоит в непосредственном участии при постановке задач исследований, проведении экспериментальных исследований, а также выполнении теоретической части работы, интерпретации экспериментальных данных научных экспериментов.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. Application of protective coatings from ultra-highmolecular weight polyethylene to butadiene-nitrile rubber /M.D. Sokolova, A.A. Dyakonov, N.V. Shadrinov, and S.A. Sleptsova //Международная конференция «Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций». – Томск, 2017. – С.117-126;
2. Double layer composite material based on elastomer and ultra-high molecular weight polyethylene / A.A. Dyakonov, N.V. Shadrinov, M.D. Sokolova and A.A. Okhlopkoва // Международная конференция «Полярная механика». – Новосибирск, 2018. –С.123-129;
3. Поверхностная модификация резин уплотнительного назначения /М.Д. Соколова, С.Н. Попов, М.Л. Давыдова, А.А. Дьяконов, Н.В. Шадринов // Наука и образование. – 2015. – №4. – С. 97-105;
4. Применение резинопolyмерного двухслойного материала для футеровки поверхностей горнодобывающего оборудования / М.Д. Соколова, Н.В. Шадринов, А.А. Дьяконов, И.В. Зырянов // Горный журнал. – 2019. – № 2. – С. 65-68;
5. Исследование влияния дифенилгуанидина на адгезионное взаимодействие эластомеров со сверхвысокомолекулярным полиэтиленом / А.А. Дьяконов, Н.В. Шадринов, М.Д. Соколова, А.Л. Федоров, С.А. Слепцова, А.А. Охлопкова // Журнал СФУ. Техника и технологии. – 2019. №4(12) – С. 476-487;
6. Поверхностно-модифицированный композиционный материал /М.Д. Соколова, А.А. Дьяконов, С.Н. Попов, Н.В. Шадринов, Л.Я. Морова, А.А. Охлопкова, С.А. Слепцова // Патент № 2615416 РФ бюл. №10 от 04.04.2017;
7. Способ нанесения защитной пленки из сверхвысокомолекулярного полиэтилена на резину / М.Д. Соколова, Н.В. Шадринов, А.А. Дьяконов // Патент № 2641816 РФ, бюл. №3 от 22.01.2018.

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов (все отзывы положительные).

Отзывы на диссертацию:

1. Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань. Замечания: 1) В выводах и научной новизне говорится о возможности присоединения серы к СВМПЭ, но в литературном обзоре вопросу взаимодействия серы с полиэтиленом и влиянию на процесс ускорителей уделено крайне малое внимание. Кроме того, в литературном обзоре в разделе «Анализ

совместимости эластомеров с СВМПЭ» содержатся повторы описанных выше особенностей адгезии; 2) Во втором пункте новизны говорится об установлении зависимости свойств двухслойного композита от параметров процесса формирования вулканизационной сетчатой структуры резины, хотя никаких параметров сетки не приводится; 3) При анализе ИК-спектров образцов межфазной границы не нужно доказывать факт раскрытия кольца серы в присутствии ДФГ, это общеизвестно и давно доказано, а вот подтверждения факта образования связи молекулами каучука и СВМПЭ не предоставляется. Кроме того, не корректна фраза: сера разрушает двойные связи; 4) В автореферате таблица 1, в которой объединены данные таблиц 3.1 и 3.3 диссертации, названа «Свойства эластомеров ...», но приводятся свойства вулканизатов на основе исследованных эластомеров; 5) Хотелось бы увидеть результаты ОДС, поскольку материалы используются в качестве уплотнителя.

2. Отзыв официального оппонента Панина Сергея Викторовича, доктора технических наук, профессора, заведующего лабораторией «Механики полимерных композиционных материалов» ФГБУН «Институт физики прочности и материаловедения СО РАН», г. Томск. Замечания: 1) Во второй задаче исследований автор предполагает «оценить влияние активности технического углерода на адгезионную прочность между слоями СВМПЭ и резин». Однако в работе нигде не сказано, в каких единицах такая активность измеряется, и можно ли ее чем-либо варьировать, кроме как количеством вводимого модификатора; 2) В разделе Практическая значимость автор пишет, что разработан двухслойный полимерный материал, в котором уникальные свойства достигнуты, в том числе благодаря высокой прочности СВМПЭ. Известно, что СВМПЭ не относится к высокопрочным материалам, поэтому такую формулировку следует считать не совсем удачной; 3) Предлагаемый в Главе 3 механизм формирования адгезионной связи между каучуком и СВМПЭ за счет взаимодействия разорванного серного цикла не является полностью убедительным, поскольку под воздействием использованных в работе давления и температуры компрессионного спекания вряд ли способно разрушить макромолекулу СВМПЭ. Данный аспект требует дальнейшего изучения; 4) Приведенные в работе табличные данные о деформационно-прочностных свойствах полученных композитов не содержат информации и разбросе измеряемых значений, что существенно затрудняет анализ приведенных результатов; 5) В Главе 4 при обсуждении аспектов формирования межфазной границы между модифицированной СВМПЭ резиной В-14 и СВМПЭ говорится о переплетении фибрил. Совершенно не понятны и не обсуждаются причины и механизмы наблюдаемого явления; 6) В качестве итогов практического внедрения результатов работы автор позиционирует разработку с амортизационными втулками для автомобиля Toyota Ipsum, поршня для насоса АН-2/16, сайлентблоков для автомашины Toyota Land Cruiser 80, резиновых уплотнителей для хлораторов, полумуфт центробежного насоса с тонким защитным покрытием из СВМПЭ. Однако вряд ли это следует считать

опытно-промышленным внедрением результатов работы, особенно без проведения расчета достигнутой технико-экономической эффективности; 7) В работе встречаются неудачные и некорректные выражения и словосочетания, например, «отсутствие функциональных групп в строении», «адсорбция макромолекул СВМПЭ на поверхность частиц», «СВМПЭ способен применяться», «понижение физико-механических показателей», «при повышении концентрации СВМПЭ происходит перенасыщение системы», «электронные микроснимки резины», «в главе представлены опытно-промышленные испытания» и др. Также в диссертационной работе и автореферате встречаются опечатки.

3. Отзыв официального оппонента Аюровой Оксаны Жимбеевны, кандидата технических наук, научного сотрудника «Лаборатории химии полимеров» ФГБУН «Байкальский институт природопользования СО РАН», г. Улан-Удэ. Замечания: 1) Во 2-ой главе диссертации, в таблице 2.2. в карте смешения не указана маркировка ингредиентов (стеариновая кислота, каптакс, оксид цинка, сера) для составления резиновых смесей. Дана характеристика вторичного ускорителя дифенилгуанидина (ДФГ), однако, не указан его производитель. Если это промышленный продукт, необходимо указать его марку; 2) В 3-й главе показано влияние вторичного ускорителя вулканизации ДФГ на вулканизационные характеристики резиновых смесей. На мой взгляд, для лучшей корреляции значений вулканизационных характеристик, полученных на безроторном реометре, с результатами, полученными методом дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК), желательно представить термограмму ДСК резиновых смесей (рис. 3.8.) в зависимости от времени, поскольку в качестве выходных параметров процесса вулканизации резиновых смесей выбраны время начала (T_5) и окончания (T_{35}) подвулканизации, оптимум вулканизации (T_{90}); 3) В разделе 3.3. показано, что для увеличения адгезионного взаимодействия между резиной и СВМПЭ, в состав резиновой смеси введен вторичный ускоритель вулканизации – дифенилгуанидин, а в качестве активного наполнителя использован только технический углерод (ТУ) марки N774 (рецептуры резиновых смесей приведены во 2-ой главе в таблице 2.1.). Не совсем понятно, чем обусловлен выбор ТУ данной марки. Поскольку, в разделе 2.2. исследовано влияние различных марок ТУ (N774, N550, K-354) на свойства эластомеров и показано, что с увеличением активности ТУ, вводимого в эластомер, прочность адгезионного взаимодействия с СВМПЭ возрастает (ТУ марки N774 и N550 являются среднеусиливающими, ТУ марки K-354 – высокоактивным усиливающим наполнителем); 4) В разделе 3.4. методом ИК спектроскопии с помощью НПВО показано образование сульфидных групп (C-S, R-SO-OR и RO-SO-OR), которые влияют на прочность адгезионного взаимодействия. На мой взгляд, усиление на межфазной границе между СВМПЭ и эластомером реализуется за счет образования аддитивных водородных связей и граничного слоя с

мелкосферолитной структурой, что подтверждается методом РЭМ; 5) Рисунок «Микрофотографии граничного слоя СВМПЭ и эластомера на основе: а) БНКС-18 безДФГ; б) БНКС-18 с 0,3 масс.ч. ДФГ; в) СКИ-3 безДФГ; г) СКИ-3 с 0,3 масс.ч. ДФГ; д) СКС-30 безДФГ; е) СКС-30 с 0,3 масс.ч. ДФГ» на стр. 84 и рисунок «Надмолекулярная структура двухслойного материала: а) в области СВМПЭ; б) в области межфазной границы взаимодействия СВМПЭ/эластомер; в) в области эластомера» на стр. 85 имеют одинаковый порядковый номер.

Отзывы на автореферат:

1. Воронин Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МНИТ)» РУТ (МИИТ), г. Москва. **Крукович Марат Григорьевич**, доктор технических наук, доцент кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МНИТ)» РУТ (МИИТ), г. Москва. Замечания: 1) В автореферате на стр. 13 указано: «Установлено, что **оптимальной** концентрацией СВМПЭ, ..., является 20 масс.ч.», но подбор проводился с шагом только через 5 масс.ч., а не с меньшими шагами, что могло бы примести к уточнению концентрации и в этом случае указанное значение будет уже не оптимальным (аналогично и в других местах автореферата: стр.14 строка 3 снизу, стр.17 строка 2 сверху). Кроме того, автором не приводятся исследования по измерению прочности соединения при разных температурах для определения влияния температурных напряжений, возникающих в разнородном стыке при изменении температуры, следовательно, термин **оптимальный** в данном случае не подходит; 2) В практической значимости полученных результатов указано, что разработан двухслойный полимерный материал, у которого «высокая прочность к разрушению до -180°C » (4 стр. строка 12 снизу), но далее в автореферате об этом нет никакой информации; 3) Аббревиатура ТУ впервые встречается на стр.6 строка 14 снизу. Под ТУ обычно понимают документ – «Технические условия», но в данном случае у автора речь идёт о составе (масс.ч.) технического углерода (печных техуглерода N550, N774, K-354 разной активности) (сравнить на стр.6 строку 7 снизу со строками 13-14 сверху).

2. Мансурова Ирина Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Химии и технологии переработки полимеров» ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет (ВятГУ)», г. Киров. Замечания: 1) Из литературы известно, что взаимодействие полиэтилена с серой ускоряется не только в присутствии ДФГ, но и в присутствии 2-меркаптобензотиазола. Последний присутствует в составе вулканизирующей группы в резиновых смесях на основе исследуемых каучуков (глава 3). По мнению автора, каптакс способен вносить вклад в образование поперечных связей в межфазовом слое? 2) Данные электронной микроскопии убедительно

показывают, что структура межфазного слоя в материале изменяется в присутствии ДФГ. Изменения структуры, судя по рис. б б, г, е можно рассматривать как появление пористости? Чем это обусловлено? 3) Автор утверждает (стр.7), что улучшение прочностных свойств вулканизатов на основе СКИ-3, повышение их стойкости к действию синтетического масла (в сравнении с БНКС-18, СКС-30) при введении ДФГ обусловлены, в том числе особенностями его молекулярно-массового распределения. Однако в тексте автореферата это утверждение не разъяснил.

3. Адаменко Нина Александровна – доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение и композиционные материалы» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград. Замечания: 1) Из автореферата не ясно, почему холодное прессование СВМПЭ производили при давлении 9 МПа и как будет давление влиять на процесс спекания и адгезионную прочность слоев композита; 2) В автореферате есть неточности: например, на с.6 говорится, что “при t 140-160 $^{\circ}$ C СВМПЭ переходит в высокоэластичное состояние» он уже в этом состоянии выше – 100 $^{\circ}$ C.

4. Буров Владимир Григорьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение в машиностроении» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск. Замечания: 1) Результаты проведенных исследований следовало бы опубликовать в журналах списка ВАК, в которых предусмотрена публикация работ по специальности 05.16.09; 2) Не вполне четко объяснена взаимосвязь времени предварительной вулканизации с адгезионно-когезионной прочностью соединения «СВМПЭ-резина БНКС-18» - нет объяснения, почему формирование пространственной структуры при полной вулканизации резиновой смеси, покрытой порошкообразным СВМПЭ, не препятствует взаимодействию между матрицей БНКС-18 и СВМПЭ.

5. Денисов Вячеслав Александрович – доктор технических наук, главный научный сотрудник - руководитель научного направления «Обеспечение надежности сельскохозяйственной техники» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва, **Иванов Валерий Игоревич** – кандидат технических наук, зав. лабораторией «Электроискровые и термодиффузионные процессы» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва. Замечания: 1) Не приведены исследования температурных свойств полимерных материалов, что могло бы повысить практическую значимость проведенных исследований; 2) В выводах не отражены в полной мере результаты решения поставленных задач исследований, отсутствуют количественные данные, сведения о внедрении.

6. Карасева Юлия Сергеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Химии и технологии переработки эластомеров» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань. Замечания: 1) В таблице 1 приведены результаты исследования свойств вулканизатов на основе каучуков БНКС-18, СКИ-3 и СКС-30. Однако при

описании таблицы 1 автор пишет, что свойства меняются у СКИ-3, а не у вулканизаторов на его основе. 2) В работе автор вводит в состав резиновых смесей, уже содержащих ускоритель каптакс, разные количества ДФГ, также являющегося ускорителем вулканизации. При этом в автореферате не отражен механизм их совместного действия.

7. Курлянд Сергей Карлович – доктор технических наук, профессор ФГУП «Ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт синтетического каучука имени академика С.В. Лебедева», г. Санкт-Петербург. Отзыв без замечаний.

8. Сапожников Сергей Борисович – доктор технических наук, профессор кафедры технической механики ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск. Замечания: В качестве замечания (предложения по развитию) можно указать на то, что диссертация имеет явный эмпирический уклон, позволяющий лишь объяснить, но не предсказывать свойства новых материалов в заданных условиях эксплуатации.

9. Яковлева Софья Петровна – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела материаловедения Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, г. Якутск. Замечания: 1) Какова воспроизводимость свойств материалов, получаемых по разработанным технологиям? 2) Как будут работать синтезированные материалы на холоде? 3) Каков уровень герметичности разработанных материалов? 4) В главе 5 отмечается, что разработаны автомобильные амортизационные втулки. Что можно сказать о показателях амортизационных свойств по сравнению с другими материалами аналогичного назначения? 5) Вывод 6 посвящен способу нанесения покрытия, «техническая сущность которого защищена патентом на изобретение». На взгляд рецензента целесообразнее было бы раскрыть эту «сущность», включающую прием двухстадийной вулканизации, отнесенный автором к пунктам научной новизны диссертации.

10. Люкшин Борис Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механики и графики ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск. Замечания: 1) По автореферату неясно, какова статистика по приведенным результатам в виде таблиц и графиков, каков разброс данных.

11. Шилова Ольга Алексеевна – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН», г. Санкт-Петербург, **Масалович Мария Сергеевна** – кандидат химических наук, научный сотрудник лаборатории неорганического синтеза ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН», г. Санкт-Петербург. Замечания: 1) В описании ИК-спектров на стр. 10 допущена неточность « α , β непредельный $C=C-COOH$ ». В соответствии с номенклатурой органических соединений приведенная

формула « α , β непредельный $C=C-COOH$ » не предполагает наличие двойной связи по β -атому. Для β -непредельных кислот такая формула не применима; 2) На чем основано предположение, что полоса при 1710 см^{-1} свидетельствует о колебаниях карбонильной группы в карбоновых кислотах, ведь колебания такой частоты могут быть характерны и для альдегидов, кетонов, сложных эфиров? 3) К рис.8 на стр. 13. Чем объясняется тот факт, что при концентрации СВМПЭ в резине более 20% адгезия к слою СВМПЭ снижается? Какими процессами это обуславливается? 4) Чем обусловлен выбор БНКС-18 как основы для исследования тонких покрытий СВМПЭ, если в соответствии с выводом 3 на стр.18 этот каучук образует менее прочное соединение с СВМПЭ по сравнению с СКС и СКИ?

12. Песецкий Степан Степанович – доктор технических наук, заведующий отделом «Технологии полимерных композитов» государственного научного учреждения «Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого НАН Беларуси», член-корр. НАН Беларуси, г. Гомель. Замечания: 1) На стр. 9 высказано предположение (2-я фраза сверху) о том, что, возможно, сера вступает в реакцию не только с каучуком, но и с макромолекулами СВМПЭ. Далее, например, в выводе 2 это предположение используется как доказанный факт, что не совсем явно следует из автореферата. 2) При рассмотрении СЭМ изображений на рис. 9 и др. автор указывает на образование мелкосферолитной структуры в зоне межфазного контакта СВМПЭ/резина, однако на снимках, приведенных в автореферате, сферолитная структура явно не выражена. 3) По тексту автореферата имеется ряд терминологических и смысловых неточностей, например: «... повышение адгезионного взаимодействия ...» (стр.3, абзац 1); вместо используемого автором термина «межфазная граница» лучше было бы применить общепринятый термин «межфазный слой»; на стр. последняя строка «... 21 таблицы» следует написать «... 21 таблицу»; на стр.5 (предпоследний абзац) сказано, что при температуре $140-160^{\circ}C$ СВМПЭ переходит в высокоэластичное состояние, но температура стеклования аморфной фазы этого полимера находится в области глубоких отрицательных температур, выше которых она пребывает в высокоэластичном состоянии, поэтому точнее будет сказать, что при температуре выше $140^{\circ}C$ полимер переходит не в высокоэластичное состояние, а в высокопластичное; на стр. 11 (последняя фраза перед рис. 6) говорится о том, что возможно сера нуклеирует кристаллизацию СВМПЭ, но ведь сера молекулярно распределена (растворена) в каучуке и поэтому не должна выполнять функции обычно твердых центров (зародышей) кристаллизации.

Все отзывы положительные. В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость полученных результатов исследования для обеспечения надежности технических средств, указано, что полученные автором диссертации результаты значимы, содержат научные данные по

разработке двухслойных материалов на основе СВМПЭ и эластомеров с улучшенными свойствами.

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов, наличием рейтинговых публикаций в соответствующей области исследования, характеризующихся глубокими теоретическими выкладками в области разработки полимерных материалов; выбор ведущей организации обусловлен тем, что ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» является признанным научным центром РФ в области материаловедения, в том числе переработки полимеров и композитов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны двухслойный материал на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и эластомеров с высокой адгезионной прочностью между материалами; способ нанесения тонкого защитного покрытия из СВМПЭ на эластомер, обеспечивающего повышение износостойкости материалов в 5 раз;

подтверждена научная гипотеза о влиянии дифенилгуанидина как ускорителя вулканизации на образование сульфидных связей между сверхвысокомолекулярным полиэтиленом и эластомерами при их совмещении;

доказано, что введение дифенилгуанидина на стадии смешения резиновой смеси приводит к увеличению прочности адгезионного взаимодействия между сверхвысокомолекулярным полиэтиленом и эластомерами при совмещении; предварительное введение частиц СВМПЭ в эластомерный слой позволяет регулировать коэффициент линейного температурного расширения резины, что позволяет снизить разницу изменения линейных размеров СВМПЭ и эластомеров в процессе эксплуатации изделий.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

доказана эффективность использования дифенилгуанидина не только в качестве усилителя вулканизации, но и в качестве компонента, обеспечивающего повышенное адгезионное взаимодействие между сверхвысокомолекулярным полиэтиленом и эластомерами вследствие образования химических связей между компонентами;

раскрыты особенности взаимодействия сверхвысокомолекулярного полиэтилена с эластомерами в процессе технологического совмещения с применением дифенилгуанидина и технического углерода разной активности, введённых в резиновую смесь; при нанесении слоя из СВМПЭ на резиновые изделия зарегистрировано повышение износостойкости материала в 5 раз; предварительное введение частиц СВМПЭ в резиновую смесь

позволяет регулировать линейные размеры соединяемых материалов при изменениях температуры;

изучены взаимосвязи состава, структуры, механических и теплофизических свойств двухслойных материалов, сформированных в процессе переработки в зависимости от концентрации дифенилгуанидина и времени предварительной вулканизации; установлено оптимальное время вулканизации, обеспечивающее структурную трансформацию в межфазных областях двухслойного материала и повышение стойкости к отслаиванию и абразивному износу.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны: двухслойный материал на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и эластомеров, способ нанесения защитного покрытия на эластомеры с применением предварительной вулканизации;

разработаны и внедрены двухслойные материалы на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и эластомеров, проведены опытные испытания амортизационных втулок на автомашине класса минивэн, поршня насоса АН-2-16, сайлентблоков на автомашине класса внедорожник, уплотнительных манжет на хлораторе «Advance» и полумуфт центробежного насоса марки Д 1250/63 на водозаборной станции АО «Водоканал» г. Якутска

определены перспективы практического использования двухслойных материалов на основе термопластов и эластомеров, позволяющих получить материалы с повышенным сопротивлением износу и воздействию агрессивных сред;

представлены рекомендации по выбору концентрации вводимого дифенилгуанидина в резиновую смесь на основе каучука БНКС-18, СКИ-3 и СКС-30; рекомендации по выбору технологических режимов нанесения тонкого защитного покрытия сверхвысокомолекулярного полиэтилена на эластомер, обеспечивающих повышение механических и износостойких свойств формируемого покрытия.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

экспериментальные исследования проводились с применением современного оборудования и средств измерения, а также методов исследования состава, структуры и свойств материала в аттестованных лабораториях;

теория предложенного способа и научные положения, выносимые на защиту, подтверждены общепринятыми положениями материаловедения;

идея основывается на результатах известных работ, включающих исследования взаимодействия макромолекул полиэтилена с серой при применении ускорителей вулканизации, образовании серных соединений

между макромолекул каучука в процессе вулканизации, совмещении СВМПЭ и эластомеров при изготовлении двухслойных материалов;

установлено, что предложенный способ увеличения адгезионного взаимодействия приводит к повышению прочности соединения сверхвысокомолекулярного полиэтилена с эластомерами;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, обеспечивающие воспроизводимость и достоверность результатов исследований; использован необходимый и достаточный комплекс физико-химических, физико-механических методов исследования, проведенный на современном оборудовании, в т.ч. ИК-Фурье-спектрометре FTS 7000, сканирующем электронном микроскопе JSM-7800F, дифференциально-сканирующем калориметре DSC 204 F1 Phoenix, испытательной машине Autograph AGS-J.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач исследования, в получении экспериментальных данных и их интерпретации, в обобщении полученных результатов, изготовлении, изготовлении и испытании опытных образцов. Соискатель лично участвовал в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе, что подтверждается участием в международных и российских конференциях.

Диссертация охватывает основные вопросы сформулированной цели исследования и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается логичной структурой разделов диссертации, непротиворечивостью используемых методик и процедур, взаимосвязью полученных результатов и выводов.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа Дьяконова Афанасия Алексеевича является законченной научно-квалифицированной работой и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (ред. от 01.10.2018), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании «25» декабря 2019 г. диссертационный совет Д212.092.01 принял решение присудить Дьяконову Афанасию Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении) (технические науки) за решение важной научно-технической задачи по разработке новых двухслойных машиностроительных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и эластомеров, а также по установлению закономерностей формирования их структуры и свойств, имеющие существенное значение для развития материаловедения (в машиностроении).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении), участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против «нет», недействительных бюллетеней «нет».

Председатель диссертационного
совета, д.т.н., профессор



О.Ю. Еренков

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.т.н.

А.Е. Проценко

25 декабря 2019 г.