

В диссертационный совет Д 212.092.01
ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет» по адресу:
681013, г. Комсомольск-на-Амуре,
пр. Ленина, 27, ауд. 201, корпус 3.

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Дьяконова Афанасия Алексеевича «Разработка двухслойных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и эластомеров», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении)

1. Актуальность работы. Одним из приоритетов развития современного материаловедения является разработка новых полимерных композиционных материалов (ПКМ), обеспечивающих высокие показатели надежности при эксплуатации. Требованиями промышленности является постоянное улучшение эксплуатационных свойств материалов, что может быть достигнуто за счет разработки новых методов их переработки. При этом разработка новых материалов и технологий их получения невозможна без всестороннего изучения физико-химических свойств, морфологических и структурных особенностей. С этой точки зрения разработка полимер-эластомерных композитов на основе СВМПЭ и резины, представляющих существенную перспективу для практического использования, является актуальной научно-технической проблемой.

Использование комбинации кардинально разных по химической природе полимеров позволяет получать материалы, сочетающие уникальные свойства каждого из компонентов. Такие материалы могут быть использованы в качестве конструкционных, функциональных, защитных покрытий и т. д. Диссертационная работа Дьяконова А.А. посвящена решению одной из наиболее актуальных задач при разработке слоистых ПКМ, в частности обеспечение взаимодействия между сверхвысокомолекулярным полиэтиленом (СВМПЭ) и эластомерами, прежде всего при создании двухслойных композитов.

Таким образом, диссертация направлена на решение практических задач, а именно разработка эффективных конкурентоспособных материалов нового поколения, способных обеспечить надежную и безопасную работу технических систем, включая развитие технологий получения материалов с дополнительными функциональными свойствами. Также, в ключе «способ получения - структура – свойства» анализируются научные основы создания и переработки двухслойных композиционных материалов на основе СВМПЭ и эластомеров с высокой адгезионной прочностью.

2. Научная новизна работы заключается в следующем:

- выявлено повышение адгезионного сцепления между СВМПЭ и резинами на основе бутадиен-нитрильного, изопренового и бутадиен-стирольного каучуков в 1,5-3,0 раза вследствие образования сульфидных связей между макромолекулами СВМПЭ и каучука при применении дифенилгуанидина (ДФГ) в качестве

ускорителя вулканизации резиновых смесей. Показано, что на прочность адгезионного взаимодействия СВМПЭ с резиной оказывает влияние полярность каучуков. Эластомеры на основе каучука БНКС-18, имеющего в своем составе полярную акрилонитрильную группу, образуют менее прочное соединение с СВМПЭ по сравнению с эластомерами на основе каучуков СКС-30 и СКИ-3;

- установлены корреляционные связи между физико-механическими свойствами, а также стойкостью к абразивному износу бутадиен-нитрильной резины с тонким защитным слоем из СВМПЭ и параметрами процесса формирования вулканизационной сетчатой структуры резины. Доказана целесообразность проведения процесса вулканизации в две стадии, включающие предварительную вулканизацию для формирования равномерного по толщине слоя из СВМПЭ;

- установлены закономерности структурообразования в двухслойном композите, включая межфазную границу, обеспечивающие повышение адгезионного сцепления между слоями. Показано, что введение частиц СВМПЭ в материал эластомерного слоя позволяет снизить разницу в коэффициентах температурного расширения между резиной и защитным слоем из СВМПЭ. Это позволяет предотвратить разрушение двухслойных полимерных материалов по межфазной границе при температурных перепадах в процессе эксплуатации изделий.

3. Практическая значимость работы состоит в разработке технологии совмещения СВМПЭ с резинами на основе различных по химической природе каучуков, позволяющей повысить адгезионное взаимодействие между полимером и эластомером за счет образования сульфидных связей; и разработке нового состава двухслойного материала с повышенными прочностью, морозо-, износо- и агрессивностойкостью; расширении номенклатуры полимерных композитов и методов их получения. Практическая значимость диссертационной работы также определяется технико-экономическим и эффектом от внедрения результатов на предприятиях Республики Саха (Якутия).

4. Обоснованность и достоверность полученных результатов

Достоверность и обоснованность полученных в работе экспериментальных результатов, выводов и рекомендаций обеспечена корректностью постановки задачи, использованием аттестованного оборудования, поверенных средств измерений и апробированных методик экспериментальных исследований, а также согласием полученных результатов, опубликованным данным других авторов.

5. Структура и содержание работы:

Диссертация состоит из введения, литературного обзор, четырех глав, в которых представлено содержание выполненной работы, выводов и списка литературы, включающего 145 наименований. Объем диссертации составляет 149 страниц, включая 21 таблицу и 48 рисунков.

Во введении автором диссертационной работы обосновывается актуальность выбранной темы, сформулированы цели и задачи исследований,

указана научная новизна и практическая значимость научных результатов, выносимых на защиту.

В первой главе представлен обзор литературных источников по теме диссертации, проведен анализ методов модификации и переработки полимерных материалов. Приведены данные об объектах исследования, а именно СВМПЭ, каучуках, их строении, свойствах, способах переработки. Подробно описаны предпосылки обеспечения взаимодействия СВМПЭ с эластомерами при добавлении различных активных наполнителей и ускорителей вулканизации. Проанализированы работы в области создания двухслойных материалов на основе термопласта и эластомера, описаны их недостатки.

Во второй главе представлены объекты и методики экспериментальных исследований, описано оборудование для исследования механических и структурных характеристик исследуемых материалов. В качестве объектов исследования выбраны три разных резиновых смеси на основе бутадиен-нитрильного, бутадиен-стирольного и изопренового каучуков. В качестве полимерного слоя выбран СВМПЭ с молекулярной массой 3,9 млн. марки Ticona GUR 4113.

В третьей главе представлены результаты исследований влияния активности технического углерода и ускорителя вулканизации ДФГ на адгезионное взаимодействие между СВМПЭ и эластомерами. Приведены свойства резин в зависимости от типа каучука, концентрации технического углерода и ДФГ. Показано, что при введении «более активного» технического углерода, а также при введении ДФГ в резиновую смесь происходит увеличение прочности адгезии между СВМПЭ и эластомерами. Установлено, что увеличение адгезии между материалами обусловлено образованием между СВМПЭ и эластомерами сульфидных связей, идентифицированных методом ИК спектроскопии. Структурными исследованиями методом растровой электронной микроскопии выявлен факт формирования мелкосферолитной надмолекулярной структуры СВМПЭ в межфазной области. При исследовании адгезионной прочности между СВМПЭ и различными резинами приводится анализ характера разрушения при расслоении.

В четвертой главе приводятся данные о технологических особенностях изготовления двухслойных материалов. Автором показано, что предварительное введение частиц СВМПЭ в резиновую смесь при разработке двухслойного материала на основе промышленно выпускаемой резины В-14 позволяет контролировать коэффициент линейного термического расширения резины. Представлен способ формирования на поверхности эластомера тонкого (защитного) слоя из СВМПЭ, позволяющего повысить износостойкость эластомеров до 5 раз, без потери ее основных служебных свойств.

В пятой главе представлены результаты опытно-промышленных испытаний разработанных двухслойных материалов в различных узлах техники и оборудования. Разработаны уплотнительные и демпфирующие резинотехнические изделия для насосной станции жилищно-коммунального хозяйства.

В заключении приведены выводы по результатам диссертационного исследования.

Таким образом, в диссертации представлен обширный экспериментальный материал, полученный, в большинстве, лично соискателем. Изложенные результаты, их интерпретация, сделанные выводы дают необходимые основания считать, что в ходе выполнения работы и написания диссертации соискатель приобрел необходимую для исследователя - экспериментатора профессиональную квалификацию.

6. Замечания по диссертационной работе

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 воздействие 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.

Указанные замечания не затрагивают сути основных выводов и выносимых на защиту положений диссертации, ее оригинальности и научной значимости. Полученные соискателем результаты достоверны, а выводы обоснованы. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

7. Оформление диссертации. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям (ГОСТ Р 7.0.11-2011). Материал диссертации изложен последовательно и логично грамотным техническим языком. **Автореферат** диссертации соответствует её содержанию.

8. Публикации по работе. По теме диссертационного исследования опубликовано 14 научных работ, включающих 3 статьи в научных журналах из перечня ВАК, 2 статьи в изданиях из наукометрической базы данных Web of Science и Scopus, 7 публикаций в сборниках трудов конференций и 2 патента РФ, имеются 3 акта внедрения. Результаты широко обсуждены и апробированы на российских и международных конференциях, симпозиумах, конкурсах.

9. Общая характеристика работы

В работе четко сформулирована цель и задачи, а само исследование выполнено на высоком научном уровне. Прослеживается логическая взаимосвязь между главами, анализ литературных данных позволил автору, основываясь на парадигме материаловедения, правильно выбрать методику и пути исследования. Опираясь на полученные экспериментальные данные, были разработаны две технологии изготовления двухслойных материалов. Завершающим этапом научного исследования в работе является опытно-промышленное внедрение разработок резинотехнических изделий на основе СВМПЭ с эластомерами и получение 2 патентов РФ.

10. Заключение

Оценивая диссертацию в целом, следует отметить, что по совокупности полученных результатов она является завершенным научным исследованием. Основные выводы исследования базируются на обобщении большого объема экспериментальных данных и применении адекватных задаче методов исследований. Достоверность выводов подтверждается согласованными результатами, полученными с использованием различных экспериментальных методов. Автореферат и публикации достаточно полно и объективно отражают содержание диссертации. В работе получен ряд новых в научном и практическом отношении важных результатов. Отмеченные в отзыве недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертации и не затрагивают основные выводы.

По актуальности избранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверности и новизне, а также значимости для науки и практики диссертация Дьяконова Афанасия Алексеевича на тему «Разработка двухслойных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и эластомеров» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а также П. 9 «Положения о присвоении ученых степеней ВАК Минобрнауки РФ», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а также паспорту

специальности 05.16.09, а её автор заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

На обработку персональных данных согласен.

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор
Панин Сергей Викторович,

ученая степень: доктор технических наук,
шифр научной специальности: 01.02.04 –
Механика деформируемого твердого тела,
ученое звание: профессор по специальности
МДТТ, профессор РАН
должность: заведующий лабораторией
механики полимерных композиционных
материалов Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт
физики прочности и материаловедения
Сибирского отделения Российской академии
наук (ИФПМ СО РАН),
адрес: 634055, г. Томск, пр-т Академический,
д. 2/4,
Телефон: +7 (3822) 49-18-81,
E-mail: root@ispms.tomsk.ru

подпись С.В. Панина заверяю,
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН,
Кандидат физико-математических наук

Н.Ю. Матолыгина