

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

Актуальность темы диссертационного исследования.

В узлах трибосопряжений оборудования и машин, работающих в циклических экстремальных условиях в контакте с жидкими агрессивными средами, широко применяются резинометаллические узлы трибосопряжений с уплотнителями. Одним из методов повышения ресурса работы резинотехнических изделий можно отнести модификацию контактных поверхностей антифрикционными полимерными покрытиями. Такое модифицирование рабочей поверхности практически не влияет на объемные показатели резинотехнических изделий и позволяет существенно снижать коэффициент трения и износ трибопары. В качестве полимера, способного значительно повысить эксплуатационные характеристики резин, выбран сверхмолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), обладающий высокими механическими свойствами в широком интервале рабочих температур. Однако, его гидрофобность и химическая инертность препятствуют возникновению межфазного взаимодействия с другими материалами, в т.ч. с резинами. С этой точки зрения, задача исследования адгезии, интенсификации и направленного регулирования адгезионного взаимодействия между резиной и СВМПЭ для создания двухслойных материалов представляется актуальной и отвечает современным требованиям промышленности.

Структура и содержание работы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных литературных источников из 145 наименований и трех приложений. Работа изложена на 149 страницах, в т.ч. содержит 48 рисунков и 21 таблицу.

Работа выполнялась в рамках крупных научных программ: бюджетных программ СО РАН, ФНИ СО РАН, госзаданий Минобрнауки РФ, хоздоговорных работ.

Во введении обоснована актуальность и цель исследования, его новизна и практическая значимость.

В первой главе диссертации проведен анализ научных исследований в области модификации эластомеров, обоснована перспективность применения СВМПЭ в качестве защитного покрытия. Рассмотрены теоретические представления о взаимодействиях компонентов в гетерофазных системах, а также факторы (технологический способ, активный наполнитель, ускоритель вулканизации), влияющие на прочность адгезионного соединения. Обзор завершается аргументированными и обоснованными выводами.

В второй главе даны характеристики объектов и методики экспериментальных исследований. Автор для исследования выбрал целый комплекс современных методов исследования физико-механических и структурных характеристик материалов.

В третьей главе представлены результаты исследования адгезии между СВМПЭ и эластомерами. Исследовано влияние компонентов резиновой смеси на адгезионное взаимодействие между резиной и СВМПЭ. Разработана технология получения двухслойного материала на основе эластомеров и СВМПЭ. Показано, что с увеличением активности наполнителя (технический углерод, ТУ) повышаются не только механические свойства эластомеров, но и адгезионная прочность

двухслойных образцов. Установлено, что введение вторичного ускорителя вулканизации дифенилгуанидина (ДФГ) приводит к повышению адгезионного взаимодействия между резиной и СВМПЭ, которое реализуется за счет образования сульфидных связей и преобразования надмолекулярной структуры граничного слоя СВМПЭ.

В четвертой главе представлены результаты исследований полученных двухслойных материалов на основе промышленной резины В-14 и СВМПЭ. Показано, что предварительное введение частиц СВМПЭ в объем резиновой смеси приводит к увеличению адгезионной прочности двухслойных композитов и уменьшению разности коэффициентов линейного термического расширения эластомера и СВМПЭ. Разработана технология нанесения тонкого защитного покрытия из СВМПЭ на резину, заключающаяся в использовании способа предварительной вулканизации резиновой смеси. Данная технология позволяет получать двухслойные материалы с высокой межслоевой адгезией, способствующей повышенной износостойкости полученных изделий.

В пятой главе изложены результаты работ по внедрению разработок в реальное производство. Приведены результаты стеновых и опытно-промышленных испытаний, подтверждающие высокие показатели ресурса работоспособности разработанных материалов и изделий из них.

Новизна исследований и полученных результатов связана с установлением факта повышения межслоевой адгезии в двухслойных материалах вследствие образования сульфидных связей между макромолекулами СВМПЭ и эластомеров при применении дифенилгуанидина в качестве вторичного ускорителя вулканизации резиновых смесей.

Установлена зависимость эксплуатационных свойств резины с тонким защитным слоем из СВМПЭ от параметров процесса вулканизации. Показана целесообразность включения стадии

предварительной вулканизации для обеспечения регулируемого равномерного по толщине слоя из СВМПЭ.

Установлено, что при введении частиц СВМПЭ в объем эластомера происходит уменьшение разницы коэффициентов термического расширения резины и СВМПЭ, что позволяет предотвратить разрушение двухслойных изделий по межфазной границе при температурных перепадах в процессе их эксплуатации.

Практическая значимость работы определена следующими позициями:

- Разработанный двухслойный полимерный материал на основе резин и СВМПЭ для применения в качестве уплотнений подвижных и неподвижных соединений, работающих в различных агрессивных средах и при повышенных давлениях в широком интервале рабочих температур, имеет патентную защиту (патент РФ № 2615416 от 04.04.2017 г., Бюл. № 10 – 9 с.);
- Разработан способ нанесения на резину тонкого (50-100 мкм) защитного покрытия из СВМПЭ, позволяющий повысить износостойкость до 5 раз при сохранении физико-механических свойств резины (патент РФ № 2641816 от 22.01.2018 г., Бюл. № 3. – 6 с.);
- Изготовленные резинотехнические изделия на основе разработанных материалов прошли опытные испытания и внедрены на предприятиях республики Саха (Якутия) – АО «Водоканал» (акт внедрения от 19 февраля 2018 г.) и ФКУ СИЗО-1 УФСИН (акт внедрения от 9 апреля 2018 г.), а также прошли испытания в виде амортизационных втулок и сайлентблоков для легковых автомобилей (акт внедрения от 10 января 2018 г.).

Обоснованность и достоверность научных положений, основных выводов не вызывает сомнений. Защищаемые положения аргументированы фактическими данными физико-механических свойств и

структурного анализа. В процессе экспериментальной работы использовались современные приборы и оборудование, стандартизированные методики испытаний материалов. Выводы, сформулированные диссертантом, обоснованы и вытекают из полученных экспериментальных данных. Основные результаты работы прошли широкую апробацию на российских и международных конференциях.

Недостатки и замечания по диссертационной работе. Не подвергая сомнению основные научные положения и выводы соискателя, необходимо отметить следующие замечания и недостатки по работе:

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, К-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 К-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 без ДФГ; б) БНКС-18 с 0,3 масс.ч. ДФГ; в) СКИ-3 без ДФГ; г) СКИ-3 с 0,3 масс.ч. ДФГ; д) СКС-30 без ДФГ; 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.

Вышеуказанные замечания ни в коей мере не умаляют ценность и достоинства работы соискателя Дьяконова А.А.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертационная работа Дьяконова А.А. является законченной научной квалификационной работой и содержит научную значимость и практическую ценность.

Основные результаты диссертационной работы представлены в 5 статьях в реферируемых журналах, имеется 2 патента РФ.

Содержание автореферата в полной мере соответствует основным положениям диссертации.

Заключение.

Диссертационная работа Дьяконова Афанасия Алексеевича отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

Официальный оппонент,
кандидат технических наук
(05.16.09 – Материаловедение
(в машиностроении)),
научный сотрудник
лаборатории химии полимеров
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Байкальского института природопользования
Сибирского отделения Российской академии наук

— Оксана Жимбеевна Аюрова

670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

Э.почта: chem88@mail.ru

Тел. 89025646420