

## ПРОТОКОЛ № 109

заседания диссертационного совета Д 003.038.02 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения СО РАН (ИФПМ СО РАН)  
от 20.09.2018 г.

На заседании присутствовали члены диссертационного совета:

Ф.И.О.	Ученая степень, шифр специальности в совете
1. Псахье Сергей Григорьевич	д.ф.-м.н., 05.02.07 технические науки
2. Кульков Сергей Николаевич	д.ф.-м.н., 05.16.09 технические науки
3. Данилов Владимир Иванович	д.ф.-м.н., 05.02.10 технические науки
4. Буякова Светлана Петровна	д.т.н., 05.16.09 технические науки
5. Гнюсов Сергей Федорович	д.т.н., 05.02.10 технические науки
6. Зуев Лев Борисович	д.ф.-м.н., 05.16.09 технические науки
7. Клименов Василий Александрович	д.т.н. 05.02.07 технические науки
8. Колубаев Александр Викторович	д.ф.-м.н., 05.16.09 технические науки
9. Колубаев Евгений Александрович	д.т.н., 05.02.10 технические науки
10. Плешанов Василий Сергеевич	д.т.н., 05.02.07 технические науки
11. Прибытков Геннадий Андреевич	д.т.н., 05.02.10 технические науки
12. Савченко Николай Леонидович	д.т.н., 05.16.09 технические науки
13. Сизова Ольга Владимировна	д.т.н., 05.02.07 технические науки
14. Тарасов Сергей Юльевич	д.т.н., 05.02.10 технические науки
15. Шаркеев Юрий Петрович	д.ф.-м.н., 05.02.07 технические науки

Слушали д.т.н. Буякову Светлану Петровну, председателя комиссии диссертационного совета по диссертации Охлопковой Татьяны Андреевны «Триботехнические материалы на основе СВМПЭ, модифицированного наноразмерными оксидными керамиками», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 Материаловедение (машиностроение).

Комиссия представила следующее заключение:

Представленная Охлопковой Т.А. диссертационная работа посвящена созданию полимерных нанокompозитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) с повышенными износостойкостью и механическими характеристиками и равномерно распределенных в полимерной матрице структурно-модифицирующих наноразмерных оксидных керамик и способа их совмещения.

Диссертационное исследование по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования и научной новизне соответствует паспорту специальности 05.16.09 Материаловедение (машиностроение), технические науки, пункты:

1) теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий;

3) разработка научных основ выбора материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций;

4) Разработка физико-химических и физико-механических процессов формирования новых материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой.

Содержание диссертационной работы соответствует данной специальности, что подтверждается публикациями автора в таких изданиях, как «Вопросы материаловедения», «Наука и образование», «Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова», «Журнал прикладной химии», «Key Engineering materials» «Bulletin of the Korean Chemical Society», «ASRTU Symposium on Advanced Materials and Processing Technology».

Материалы диссертационного исследования изложены в основных 9 печатных работах (в том числе 4 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, 4 статей – цитируемых SCOPUS и Web of Science, получен 1 патент на изобретение) и доложены на конференциях различного уровня, что соответствует п.п. П. 11 и П 13 Положения о присуждения учёных степеней.

Диссертация Охлопковой Т.А. представляет собой законченную и самостоятельную работу, которая обладает внутренним единством и содержит решение научной задачи, имеющей важное значение для

развития машиностроения. Предложенные в диссертации решения оценены по сравнению с другими известными аналогами (п. П. 10 Положения о присуждения учёных степеней).

**Основные результаты, полученные в диссертационной работе:**

- 1) разработан способ получения нанокompозитов на основе СВМПЭ и наноразмерных оксидных керамик, заключающийся в диспергировании агломератов наночастиц и совмещении компонентов в среде этанола и вакуумную отгонку жидкой среды под непрерывным воздействием УЗ-колебаний.
- 2) выявлено, что УЗ-обработка исходного ненаполненного СВМПЭ продолжительностью >40 мин приводит к возрастанию предела прочности при растяжении (на ~30%) и уменьшению относительного удлинения при разрыве (на ~10%) вследствие структурных изменений в фибриллярно-глобулярном строении и уплотнения ламелярной упаковки СВМПЭ.
- 3) установлена зависимость прочности и жесткости полимерных композитных материалов (ПКМ) от количества наполнителя, выражающаяся в увеличении этих характеристик при концентрациях наполнителей до 0,5-1,0 мас. % и некотором снижении при содержании наполнителей свыше 1 мас. %. Результаты механических испытаний показали увеличение модуля упругости на 60-70% при концентрации  $Al_2O_3$  и  $ZrO_2$ , равной 1 мас. %, а также увеличение предела прочности на ~65% в случае наполнения  $ZrO_2$  в количестве 1 мас. %.
- 4) показано, что в процессе трения поверхностный слой ПКМ подвергается структурированию с повышением степени кристалличности СВМПЭ с ориентированием полиэтиленовых ламелей по направлению трения. Выявлена локализация частиц наполнителя на поверхности трения с образованием сложных упорядоченных вторичных структур. Рентгеноспектральным методом установлено, что содержание наполнителей на поверхностях трения выше в 1,5-2 раза, чем в объеме, толщина слоя с концентрированием наполнителя составляет порядка 20 мкм.

5) в процессе трения ПКМ зарегистрировано протекание трибоокислительных процессов с образованием окси-, карбокси-, гидрокси- и сложноэфирных групп по результатам ИК-спектроскопии. Индекс окисления, рассчитанный по площади карбонилсодержащих групп, уменьшается (в 2 раза) только в случае наполнения СВМПЭ оксидом циркония.

б) показано, что оптимальными антифрикционными свойствами по триботехническим показателям, структуре поверхности трения и ингибированию трибоокисления СВМПЭ в металлополимерной паре трения обладает ПКМ с содержанием оксида циркония в количестве 0,5-1,0 мас. %. Износостойкость ПКМ такого состава улучшается в 7 раз по сравнению с ненаполненным СВМПЭ.

**Диссертация соответствует п. II.9 Положения о присуждении учёных степеней**, то есть является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение проблемы агломерирования наноразмерных модификаторов в полимерной матрице, имеющей значение для развития полимерных нанокomпозиционных материалов, изложены новые научно обоснованные технические решения, позволяющие получать полимерные материалы с повышенными износостойкостью и механическими характеристиками для техники, функционирующей в экстремальных условиях эксплуатации.

**Теоретическая значимость работы** определяется тем, что на основе результатов комплексных исследований научно обоснован выбор модифицирующего наполнителя полимера и разработан состав композиционного материала антифрикционного назначения; разработаны научные основы способа получения нанокomпозитов на основе СВМПЭ и оксидных керамик в жидкой среде под непрерывным воздействием УЗ-колебаний, позволяющего получать материалы с равномерно распределёнными в полимере наноразмерными наполнителями; выявлены закономерности изнашивания разработанных полимерных композитных материалов, которые вносят вклад в развитие представлений о трибологии полимерных композитов.

### **Практическая значимость результатов исследования:**

Разработан способ совмещения СВМПЭ с наноразмерными оксидными керамиками под действием УЗ колебаний, приводящий к существенному повышению прочностных и триботехнических показателей ПКМ (патент РФ №2586979). Данный способ использован при выполнении х/д с компанией Changchun Zhongke Applied Chemistry Materials Co., Ltd (КНР) по разработке морозостойких полимерных композитов на основе другой полимерной матрицы политетрафторэтилена в системе «ПТФЭ - органическая жидкость ( $C_6H_{14}$ ,  $C_3H_6O$ ) - наночастицы  $ZrO_2$  – углеродные волокна». Положительной стороной использования данного способа является совмещение полимера с несколькими наполнителями в одной стадии с получением однородной по составу смеси. Разработанные ПТФЭ-нанокompозиты характеризуются износостойкостью в 1000 раз выше по сравнению с исходным ПТФЭ.

Разработаны новые материалы конструкционного назначения на основе СВМПЭ и нанооксидных керамик с улучшенными физико-механическими и триботехническими характеристиками для эксплуатации в экстремальных условиях: высоких нагрузках и скоростях скольжения, агрессивных средах, низких температурах. Полимерные нанокompозиты состава СВМПЭ+0,5%  $SiO_2$  и СВМПЭ+1,0%  $Al_2O_3$  внедрены в качестве подшипников рабочего колеса вытяжного вентиляционного устройства Якутской ГРЭС ОАО «Якутскэнерго» и подшипников скольжения конвейерной линии ОАО «ДСК». Использование разработанных антифрикционных материалов позволило уменьшить эксплуатационные затраты на ремонт и издержки на время простоя узла трения и увеличить его ресурс на 40%.

**Заемствование материалов** других исследователей автор производит только в литературном обзоре и обсуждении полученных в диссертации результатов. Все заимствования оформлены полными литературными ссылками.

С учётом вышеизложенного экспертная комиссия рекомендует принять к защите по специальности 05.16.09 Материаловедение (машиностроение)

(технические науки) работу Охлопковой Т.А. «Триботехнические материалы на основе СВМПЭ, модифицированного наноразмерной оксидной керамикой» в диссертационном совете Д 003.038.02 на базе ИФПМ СО РАН.

Совет решил:

– на основании заключения комиссии и соответствия, представленных соискателем документов требованиям п. IV.24 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» принять диссертационную работу Охлопковой Т.А. для защиты в диссертационном совете Д 03.038.02;

– назначить официальными оппонентами:

Кропотина Олега Витальевича доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой довузовской подготовки Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет» (предварительное согласие имеется);

Корниенко Людмилу Александровну кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории механики композиционных материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (предварительное согласие имеется);

– назначить в качестве ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук (предварительное согласие имеется);

– защиту провести 30.11.2018 г.

– разрешить соискателю Охлопковой Т.А. распечатать автореферат;

– поручить ученому секретарю совета Данилову Владимиру Ивановичу подготовить дополнительный список рассылки автореферата Охлопковой Т.А.;

– поручить ученому секретарю совета Данилову В.И. представить текст

объявления о защите диссертации Охлопковой Т.А. в Минобрнауки РФ и разместить на сайте ИФПМ СО РАН объявление о защите и автореферат диссертации Охлопковой Т.А.;

– поручить комиссии диссертационного совета в составе членов совета д.т.н. Буяковой С.П. (председатель), д.т.н. Батаева В.А., и д.т.н. Овчаренко В.А. подготовить проект заключения по диссертации Охлопковой Т.А.

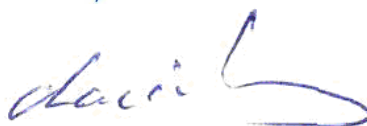
Результаты голосования: за – 15, против – 0, воздержавшихся – 0.

Председатель  
диссертационного  
совета Д 003.038.02



Псахье С.Г.

Ученый секретарь  
диссертационного  
совета Д 003.038.02



Данилов В.И.