

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.312.09,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20 декабря 2023 г. № 34

О присуждении Даниловой Сахаяне Николаевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка композиционных материалов на основе модифицированного синтетическим волластонитом сверхвысокомолекулярного полиэтилена и технологии их формирования» по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов принята к защите 18.11.2023 г. (протокол заседания № 22) диссертационным советом 24.2.312.09, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. К. Маркса, 68, приказ Минобрнауки России о создании совета от 24.10.2022 г. № 1351-НК.

Соискатель, Данилова Сахаяна Николаевна, 05.12.1992 года рождения, в 2016 г. окончила Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования (ФГАОУ ВО) «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации), в 2020 г. окончила аспирантуру ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова». В настоящее время работает младшим научным сотрудником в лаборатории «Полимерные композиты для Севера» Института естественных наук ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории «Полимерные композиты для

Севера» Института естественных наук ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Охлопкова Айтилина Алексеевна, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», учебно-научно-технологическая лаборатория «Технология полимерных нанокомпозитов имени доцента Сарданы Афанасьевны Слепцовой», главный научный сотрудник-руководитель лаборатории.

Официальные оппоненты:

Панин Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физики прочности и материаловедения» Сибирского отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией механики полимерных композиционных материалов;

Хузаханов Рафаиль Мухаметсултанович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», профессор кафедры технологии переработки полимеров и композиционных материалов, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", в своем положительном отзыве, подготовленным к.х.н., профессором кафедры технологии переработки пластмасс Тихоновым Николаем Николаевичем и утвержденным д.х.н., проректором по науке Щербиной Анной Анатольевной, указала, что работа Даниловой С.Н., является завершенным научно-квалификационным исследованием, в котором решена важная научно-практическая задача разработки композитов функционального назначения на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), повышающих ресурс работы изделий и запчастей для автотранспорта. Разработанные морозостойкие материалы на основе СВМПЭ могут расширить области применения, ассортимент изделий и запчастей технических систем и переход на импортозамещающие аналоги в реальном секторе экономики РФ, в особенности РС(Я). По актуальности, объему материала, научной новизне, теоретической и практической значимости, достоверности полученных результатов

представленная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и паспорту специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов, а ее автор Данилова Сахаяна Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Соискатель имеет 34 опубликованные работы по теме диссертации общим объемом 18,9 печ.л. (личный вклад автора 80%), из них 8 статей в рецензируемых научных изданиях из списка, рекомендованного ВАК РФ для размещения материалов диссертаций, 5 статей в изданиях, входящих в базу данных Web of Science и Scopus, 3 патента на изобретение РФ, 1 Евразийский патент, 1 база данных, 16 тезисов докладов в сборниках материалов международных, всероссийских и региональных научных конференций.

В работах соискателя приведена информация по синтезу волластонита гидротермальным и гидрохимическим методами в различных системах, рассмотрено влияние синтетического волластонита на свойства и структуру полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе СВМПЭ, также исследовано влияние на свойства ПКМ модификатора 2-меркаптобензотиазола как отдельно, так и совместно с синтетическим волластонитом.

Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах. В диссертационной работе отсутствует заимствованный материал без ссылки на автора или источник заимствования, а также результаты научных работ, выполненных соискателем в соавторстве, без ссылок на соавторов.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Данилова, С.Н. Модифицирование СВМПЭ волластонитом, синтезированным из отходов борного производства / С.Н. Данилова, С.Б. Ярусова, И.Ю. Буравлев [и др.] // Полимерные материалы и технологии. – 2021. – Т. 7, № 1. – С. 71-82.

2. Данилова, С.Н. Исследование триботехнических свойств сверхвысокомолекулярного полиэтилена, наполненного серой, дифенилгуанидином и 2-меркаптобензотиазолом / С.Н. Данилова, А.А. Дьяконов, А.П. Васильев [и др.] // Вопросы материаловедения. – 2019. – № 3 (99). – С. 91–98.

3. Danilova, S.N. UHMWPE/CaSiO₃ nanocomposite: Mechanical and tribological properties / S.N. Danilova, S.B. Yarusova, Y.N. Kulchin [et al.] // Polymers. – 2021. – Vol. 13, N. 4. – P. 570.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от д.т.н., профессора Кудиной Е.Ф., заведующей кафедрой водоснабжения, химии и экологии Учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» (г. Гомель); от д.т.н., профессора **Сапожникова С.Б.**, главного научного сотрудника кафедры технической механики политехнического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (г. Челябинск); от д.т.н., профессора **Люкшина Б.А.**, заведующего кафедрой механики и графики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (г. Томск); от д.х.н., профессора **Кахраманова Н.Т.**, заведующего лабораторией механо-химической модификации и переработки полимеров Института полимерных материалов Министерства Науки и Образования Азербайджана (г. Баку); от д.т.н. **Кропотина О.В.**, профессора кафедры физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет» (г. Омск); от д.т.н., профессора **Адаменко Н.А.**, профессора кафедры материаловедения и композиционных материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (г. Волгоград); от д.т.н., профессора **Струк В.А.**, профессора кафедры материаловедения и ресурсосберегающих технологий учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (г. Гродно); от д.т.н. **Голых Р.Н.**, профессора кафедры методов и средств измерений и автоматизации Бийского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (г. Бийск); от к.х.н. **Шилова И.Б.**, доцента кафедры химии и технологии переработки полимеров Института химии и экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Вятский государственный университет» (г. Киров).

Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что проведенные в работе С.Н. Даниловой исследования, обусловлены необходимостью разработки ПКМ, способных эксплуатироваться в экстремальных условиях, что является актуальной задачей материаловедения. Результаты работы расширяют научно-практические знания по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов и представляют интерес для выбора оптимальных наполнителей и составления рецептуры для ПКМ, для расширения ассортимента изделий для деталей узлов трения и уплотнительных элементов автотранспорта на основе СВМПЭ.

В качестве основных замечаний по содержанию автореферата отмечено:

1) На стр. 11 автореферата соискатель констатирует, что при увеличении содержания МБТ коэффициент трения снижается на 42 %, однако, при каких концентрационных соотношениях компонентов достигается данный результат, не указан. В автореферате целесообразно было бы привести сравнение свойств разработанных материалов с аналогами. (Кудина Е.Ф.).

2) В автореферате приведены реакции, протекающие при синтезе волластонита различными методами, однако не указаны исходные компоненты и условия синтеза. В таблице 1 продуктов синтеза и волластонита после обжига не приведены значения гранулометрического состава, что не дает возможности оценить оптимальный метод синтеза (Сапожников С.Б.).

3) На стр.3 автореферата утверждается, что «подобраны оптимальные рецептуры композиционного материала на основе СВМПЭ, волластонита и МТБ с повышенной прочностью и износостойкостью для эксплуатации в экстремальных условиях», однако категории оптимальности, процедура оптимизации далее в автореферате не обсуждаются. Представленные зависимости физико-механических, триботехнических и др. эффективных свойств композиций от содержания компонентов не снабжены информацией о количестве испытанных образцов и проведенных экспериментов (Люкшин Б.А.).

4) В автореферате не приводятся температура, время, давление процесса горячего прессования образцов (Адаменко Н.А.).

5) На стр.10 автореферата на основании микрофотографий, указано: «Обнаружено, что мВР имеет слабую межфазную адгезию с полимерной матрицей», однако веские основания для такого вывода в автореферате не

приводятся. Целесообразно было бы подкрепить исследования надмолекулярной структуры полимерной матрицы в композитах результатами рентгеноструктурного анализа. В автореферате не приведены данные о методах, оборудовании и условиях проведенных экспериментальных исследований, что затрудняет сравнение полученных автором результатов с известными результатами (Кропотин О.В.).

6) В автореферате имеются данные по внедрению разработанного на основе СВМПЭ материала в качестве шайбы упорного шарнира, но не показано, каким способом был получен этот материал и на каком оборудовании его переработали в реальное изделие (Кахраманов Н.Т.).

7) В тексте автореферата желательно было бы привести объяснение наличия минимума на зависимости скорости изнашивания от содержания волластонита (рис. 5б) (Шилов И.Б.).

8) В работе указано, что синтетический волластонит получен из остаточных продуктов производства борной кислоты (борогипса), однако в используемых для синтеза продуктах не указано их строение. В тексте автореферата недостаточно обоснована необходимость использования в качестве функциональной добавки 2-меркаптобезтиазола (МБТ) для создания композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (Струк В.А.).

9) Как заявлено в автореферате, в четвертой главе рассмотрено влияние синтетического волластонита на физико-механические, трибологические, термодинамические характеристики. Однако о термодинамических характеристиках (теплопроводность, удельная теплоемкость и т.д.) даже словесное упоминание отсутствует. Приводятся лишь механические, триботехнические характеристики, микроструктура и ИК-спектры (Голых Р.Н.).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, наличием публикаций по проблематике, связанной с темой диссертации, компетенцией в вопросах, имеющих отношение к теме работы, а также способностью профессиональной оценки научно-практической значимости диссертационного исследования.

Ведущая организация является широко известным научно-исследовательским центром в области химической технологии, в том числе, по разработке новых полимерных композиционных материалов различного технологического назначения. Ведущая организация активно занимается научной и инновационной деятельностью с реализацией крупных проектов федеральных целевых программ и грантов Российских научных фондов.

Исследования в данной области отражены в публикациях ученых ведущей организации (Воротынцев И.В., Горбунова И.Ю., Дятлов В.А., Штильман М.И., Тарасова Н.П., Кусков А.Н., Киреев В.В., Филатов С.Н., Меньшутина Н.В., Межуев Я.О., Артюхов А.А. и др.) в международных и российских изданиях (Polymers, Polymer Science, Materials Chemistry and Physics, International Journal of Molecular Sciences, Applied Sciences, Успехи в химии и химической технологии, Химическая технология, Бутлеровские сообщения, Высокомолекулярные соединения, Все материалы. Энциклопедический справочник и др.). Ведущая организация и оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем, и их научная новизна заключаются в следующем:

- *выявлена* взаимосвязь условий синтеза волластонита из модельных систем и техногенных отходов, с его структурой и морфологией, что позволяет направленно формировать надмолекулярную структуру связующего и свойства ПКМ. Впервые показано, что трансформация структуры СВМПЭ от крупносферолитной в мелкосферолитную, обусловлено наличием центров кристаллизации, которыми являются частицы волластонита, с образованием более плотной упаковки, обеспечивающей повышение прочностных показателей ПКМ;

- *установлены* закономерности повышения износостойкости ПКМ в условиях сухого трения скольжения в процессе фрикционного нагружения, заключающиеся в структурообразовании поверхностного слоя ПКМ и в протекании трибохимических реакций с образованием сложных упорядоченных структур, которые защищают материал от дальнейшего изнашивания и обеспечивают адаптацию материала к внешним нагрузкам. В поверхностном слое композита наблюдается локализация частиц волластонита, что значительно уменьшает площадь фактического контакта;

- *зарегистрировано* формирование вторичных структур при трении на поверхностях ПКМ, зависящее от содержания волластонита и функционального модификатора МБТ, свидетельствующие об интенсификации трибохимических реакций, приводящих к структурированию поверхностного слоя.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- *показано*, что гидротермальные и гидрохимические методы синтеза волластонита в системах $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$,

«борогипс+KOH» и $\text{CaCl}_2+\text{Na}_2\text{SiO}_3+\text{H}_2\text{O}$ приводят к формированию волластонита различной морфологии, гранулометрического и фазового состава, что позволяет выработать основу рекомендаций для разработки промышленных технологических параметров при синтезе силикатов кальция;

- *раскрыто* влияние концентрации и соотношения модификаторов в виде синтетического волластонита и 2-меркаптобензтиазола на процессы кристаллизации полимерного связующего, заключающиеся в диспергировании агломерированных наночастиц волластонита и усилению межфазного взаимодействия между компонентами ПКМ, обеспечивающих формирование более мелких сферолитоподобных и упорядоченных структур СВМПЭ;

- *выявлено*, что частицы синтетического волластонита являются усиливающими элементами СВМПЭ, выступая центрами нуклеации роста кристаллов, а 2-меркаптобензтиазол участвует в формировании сложноупорядоченных вторичных структур на поверхности трения материала в виде кластеров;

- *установлены* закономерности структурных изменений поверхностных слоев трения ПКМ, определяющие механизмы формирования вторичной структуры на поверхности трения, заключающиеся в протекании интенсивных трибоокислительных процессов;

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

- *разработаны* новые составы полимерных композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена с применением комбинированного модификатора, включающего синтетический волластонит и 2-меркаптобензтиазол, характеризующихся улучшенным комплексом механических и трибологических характеристик.

- *определены* перспективы использования разработанных композиционных материалов в качестве шайбы упорного шарнира для фургона УАЗ и проставки на передние стойки автомашины Toyota Vitz, которые обеспечивают повышение ресурса работы деталей автотранспорта в 1,5-2 раза.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что работа выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне, результаты основаны на экспериментальных данных, полученных с использованием современного оборудования согласно стандартным методам исследования.

Теоретические выкладки базируются на известных фактах и

установленных закономерностях по тематике исследования, согласуются с опубликованными экспериментальными результатами по направлению диссертационной работы. Идея базируется на анализе литературных данных и выявлении проблем в области материаловедения, касающейся разработки деталей автотранспорта на полимерной основе. Достоверность результатов и выводов подтверждается воспроизводимостью результатов и не противоречат литературным данным.

Личный вклад соискателя заключается в постановке цели и задач исследования, анализе литературных данных по теме диссертации, проведении экспериментов, обработке и интерпретации полученных результатов, формулировке научных выводов, подготовке публикаций и обсуждении результатов работы на международных и всероссийских конференциях и форумах. Все выводы основаны на данных, полученных соискателем лично.

В ходе защиты диссертации существенных критических замечаний высказано не было. Соискатель ответил на замечания и задаваемые в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию. С рядом высказанных замечаний соискатель согласился.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования:

С результатами диссертации целесообразно ознакомить научно-исследовательские институты, занимающиеся разработкой полимерных композиционных материалов триботехнического назначения; организации: ФГБУН «Институт физики прочности и материаловедения» Сибирского отделения; Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения РАН»; Институт высокомолекулярных соединений РАН, а также ВУЗы и колледжи страны, готовящие специалистов в области полимерного материаловедения, в частности, ФГАОУ ВО "Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет", ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС».

Диссертационным советом сделан вывод, что диссертация Даниловой С.Н. является завершенной научно-квалификационной работой, соответствует п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки России (постановление Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. в действующей редакции). По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов, а именно п.п. 2, 3, 5, 6.

