



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
Акционерное общество "Государственный научно-
исследовательский институт химии и технологии
элементоорганических соединений"**



В 1986 году институт
награжден орденом
Трудового красного
знамени

Аспирант: *Похоренко Анастасия Сергеевна*

Год поступления: 2019

Направление: «Химические науки» 04.06.01

Специальность: «Химия элементоорганических соединений» 1.4.8

Лаборатория: №4 «Специальные волокна и
компоненты композиционных материалов»

e-mail: anastasiyapohorenko@yandex.ru

Тема диссертационного исследования:

***Керамообразующие
органомангнийоксаналюмоксаны,
модифицированные тугоплавкими
металлами и кремнием:
синтез, свойства, пиролиз***

***Тема диссертационного исследования утверждена
решением секции ученого совета
«Элементоорганика» ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС»,
протокол № 2 от 27 ноября 2019 г.***

Научный руководитель:



***Щербакова Галина Игоревна,
доктор химических наук,
ведущий научный сотрудник,
лаборатории №4***

Актуальность

Интенсивное развитие техники связано с использованием конструкционных материалов, способных работать в условиях резких температурных перепадов, не разрушаясь и сохраняя высокие показатели механических и тепло-физических свойств. Изделия из таких материалов должны обладать высокой термической устойчивостью, поэтому предпочтение отдается композиционным керамическим материалам. Известно что, чем выше чистота используемых сырьевых материалов, тем выше возможность получения высокоплотной оксидной керамики с однородной структурой, что обеспечивает хорошую воспроизводимость эксплуатационных свойств. Использование в качестве исходных веществ керамообразующих элементорганических олигомеров, является одним из наиболее перспективных подходов. Особые преимущества этих олигомеров заключаются в возможности управления составом и строением керамических композиций на всех уровнях (микроструктурном, наноструктурном или аморфном), которые в полном объеме невозможно осуществлять любыми другими известными способами.

Таким образом, разработка нового поколения керамокомпозитов на основе органоэлементоксановых олигомеров позволит решить ряд фундаментальных проблем при получении высокоплотных материалов.

Новизна

Предполагаемая научная новизна

Синтез новых керамообразующих органоэлементоксанмагний-оксаналюмоксановых олигомеров с различным мольным отношением, которые могут быть использованы в качестве прекурсоров для получения компонентов (связующие, пропиточные композиции, волокна, керамические порошки) высокочистых оксидных керамокомпозитов

Ожидаемая теоретическая значимость

Изучение особенностей молекулярной структуры органоэлементоксанмагний-оксаналюмоксанов и термохимической трансформации синтезированных олигомеров в керамические фазы с подробным систематическим исследованием начальных, промежуточных и конечных продуктов

Ожидаемая практическая значимость

Будет разработан способ синтеза керамообразующих органомагний-оксаналюмоксановых олигомеров, модифицированных тугоплавкими металлами и кремнием, предшественников компонентов для создания принципиально новых высокотемпературных керамокомпозитов конструкционного и функционального назначения

Результаты промежуточной аттестации



№	Предмет	Оценка
1	История и философия науки	Отлично
2	Иностранный язык	Отлично
3	Химия элементоорганических соединений	Отлично

Статьи:

- Shcherbakova, G.; Pokhorenko, A. Synthesis of Preceramic Organomagnesium Oxanealumoxane Siloxanes. *Proceedings*. 2019, 41 (52)
- Г.И. Щербакова, А.С. Похоренко, П.А. Стороженко, А.И. Драчев, М.Г. Кузнецова, М.С. Варфоломеев, А.А. Ашмарин. Магнийоксаналюмоксансилоксаны: синтез, свойства, термотрансформация. // *Журн. неорган. химии*. 2021, Т. 66, № 1, С. 30–40. DOI: 10.31857/S0044457X21010086 (G.I. Shcherbakova, A.S. Pokhorenko, P.A. Storozhenko, A.I. Drachev, M.G. Kuznetsova, M. S. Varfolomeev, A.A. Ashmarin. Magnesiumoxanealumoxane siloxanes: synthesis, properties, thermal transformation. // *Rus. J. Inorg. Chem.* 2021, Vol. 66, № 1, pp. 25–34. DOI: 10.1134/S0036023621010083)
- Г. И. Щербакова, М. К. Шаухин, А. Д. Кирилин, П. А. Стороженко, А. С. Похоренко, Квантово-химический расчет геометрии алкокси(гидрокси)(этилацетоацетат)алюмоксана. *Журн. общ. химии*. 2021, 91, № 2. С. 283-289. DOI: 10.31857/S0044460X21020128 [G. I. Shcherbakova, M. K. Shaukhin, A. D. Kirilin, P. A. Storozhenko, A. S. Pokhorenko, Quantum-Chemical Calculation of Alkoxy(hydroxy)(ethylacetoacetate)alumoxane Geometry. *Russ. J. Gen. Chem.* 2021, 91, 235-240. DOI: 10.1134/S1070363221020122.]

Статьи:

- Shcherbakova, G.; Pokhorenko, A. Synthesis of Preceramic Organomagnesium Oxanealumoxane Siloxanes. *Proceedings. 2019*, 41 (52)
- Gumennikova E.A., Titov D.D., Shcherbakova G.I., Pokhorenko A.S., Lysenkov A.S., Konovalov A.A., Danilin K.D., Kargin Yu.F and Senina M.O. Sintering mechanism and activation energy of $MgAl_2O_4$ synthesized by preceramic organomagnesiumoxanealumoxan // *Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing. 2021, Vol. 1942, № 1, С. 012043. DOI:10.1088/1742-6596/1942/1/012043*
- Титов Д.Д., Щербакова Г.И., Гуменникова Е.А., Похоренко А.С., Лысенкова А.С., Фролова М.Г., Каргин Ю.Ф. Влияние добавки Sm_2O_3 на процесс спекания $MgAl_2O_4$ из предкерамического Al,Mg-олигомера // *Журнал неорганической химии. 2021, Т. 66, № 8, С. 1032–1039. DOI: 10.31857/S0044457X21080298*
- Щербакова Г.И., Похоренко А.С., Стороженко П.А., Варфоломеев М.С., Драчев А.И., Титов Д.Д., Ашмарин А.А. Zr(Hf)-оксанмагнийоксаналюмоксаны – предшественники модифицированной алюмомагниево-оксидной керамики // *Журнал неорганической химии. 2022, Т. 67, № 5, С. 1–12. DOI: 10.31857/S0044457X22050166*

Статьи:



- Щербакова Г.И., Похоренко А.С., Кривцова Н.С., Варфоломеев М.С., Драчев А.И., Лебедь Ю.Б., Ашмарин А.А., Апухтина Т.Л., Чернышев А.Е., Стороженко П.А. Цирконий(гафний)-содержащие иттрийоксаналюмоксаны и многокомпонентная керамика на их основе // *Журнал неорганической химии*. 2023, Т. 68, № 11, С. 1664–1680. DOI: 10.31857/S0044457X23600925 [Shcherbakova G.I., Pokhorenko A.S., Krivtsova N.S., Varfolomeeva M.S., Dracheva A. I., Lebed J.B., Ashmarin A.A., Apuhtina T.L., Chernyshev A. E., Storozhenko P.A. Zirconium (hafnium)-containing yttriumoxane alumoxanes and multicomponent ceramics based on them // *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 2023, Vol. 68, No. 11, pp. 1657–1673.]
- Щербакова Г.И., Похоренко А.С., Кривцова Н.С., Варфоломеев М.С., Апухтина Т.Л., Драчев А.И., Ашмарин А.А., Стороженко П.А. Синтез, свойства и пиролиз органоалюмоксанов, модифицированных тугоплавкими металлами // *Журнал общей химии*. 2023, Т. 93, № 11, С. 1773–1784. DOI: 10.31857/S0044460X23110148

- Galina Shcherbakova, Anastasiya Pokhorenko, Synthesis of preceramic organomagnesiumoxane alumoxane siloxanes, Published: 14 November 2019 by MDPI AG in The 23rd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry session Polymer and Supramolecular Chemistry [10.3390/ecsoc-23-06466](https://doi.org/10.3390/ecsoc-23-06466) (registering DOI).
- Похоренко А.С., Щербакова Г.И., Варфоломеев М.С. Оксидная керамика $x\text{MgO}-y\text{Al}_2\text{O}_3-z\text{SiO}_2$ на основе органомагнийоксаналюмоксансилоксанов. Инновационные материалы и технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, г. Минск, 9–10 янв. 2020 г. – Минск : БГТУ, 2020. – С. 341 – 344 (635 с.) ISBN 978-985-530-724-3.
- Похоренко А.С., Щербакова Г.И., Титов Д. Д., Варфоломеев М.С., Ашмарин А. А., Стороженко П. А. Zr, Hf- содержащие магнийоксаналюмоксаны - прекурсоры модифицированной алюмомагниево-цинковой шпинели. VIII Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества», г. Суздаль, 5 – 9 октября 2020. – Суздаль ФНМ, 2020. – С. 363 – 365 (381 с.) ISBN 978-5-6043996-5-1

Доклады на конференциях:



- **Титов Д.Д., Гуменникова Е.А., Данилин К.Д., Похоренко А.С., Щербакова Г.И., Лысенков А.С., Фролова М.Г., Петракова Н.В., Каргин Ю.Ф. Влияние добавок LiF и HfO₂ на реологические свойства алюмомагнезиальной шпинели. VIII Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества», г. Суздаль, 5 – 9 октября 2020. – Суздаль ФНМ, 2020. – С. 87 – 89 (381 с.) ISBN 978-5-6043996-5-1**
- **Похоренко А.С., Щербакова Г.И., Варфоломеев М.С. Керамические композиционные материалы на основе органомагнийоксаналюмоксансилоксановых олигомеров. Восьмая всероссийская Каргинская конференция. Полимеры в стратегии научно-технического развития РФ. «Полимеры - 2020», г. Тверь, 9 – 13 ноября 2020. – С. 228 (555) ISBN 978-5-6043721-3-5**
- **Щербакова Г.И., Стороженко П.А., Похоренко А.С., Варфоломеев М.С., Титов Д.Д., Ашмарин А.А. Металлоксанмагнийоксаналюмоксаны - предшественники модифицированной алюмомагниево-кислородной керамики. Шестой междисциплинарный научный форум с международным участием "новые материалы и перспективные технологии", г. Москва, 23–27 ноября 2020. Сборник материалов. ТОМ I – М: центр научно-технических решений (АНО ЦНТР), 2020 г., С. 296-301 (1034 с). ISBN 978-5-6043996-2-7**

Доклады на конференциях:



- Гуменникова Е.А., Титов Д.Д., Похоренко А.С., Щербакова Г.И., Сенина М.О., Лысенков А.С. Реологические свойства порошка Al_2O_3 - MgO - Y_2O_3 . Шестой междисциплинарный научный форум с международным участием "новые материалы и перспективные технологии", г. Москва, 23–27 ноября 2020. Сборник материалов. ТОМ I – М: ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ (АНО ЦНТР), 2020 г., С. 88-89 (1034 с). ISBN 978-5-6043996-2-7
- Похоренко А.С., Щербакова Г.И. Синтез Zr, Hf - содержащих органомагнийоксаналюмоксанов. Инновационные материалы и технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, г. Минск, 19–21 янв. 2021 г. – Минск : БГТУ, 2021. – С. 469 – 471 (626 с.). ISBN 978-985-530-920-9
- Похоренко А.С., Пилипенко А.А., Щербакова Г.И., Варфоломеев М.С. Гафнийоксаналюмоксан, как связующее для высокотермостойкой керамики в литейном производстве. Инновационные материалы и технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, г. Минск, 23–24 марта 2022 г. – Минск : БГТУ, 2022. – С. 469 – 471 (626 с.). ISBN 978-985-530-724-3

Доклады на конференциях:

- Щербакова Г.И., Похоренко А.С., Кривцова Н.С., Кутинова Н.Б., Варфоломеев М.С., Жигалов Д.В., Стороженко П.А., Семенов А.В. Органоцирконийоксанилтрийоксаналюмоксаны предшественники алюмоиттриевой керамики модифицированной цирконием. III Научная конференция с международным участием «ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИИ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ», посвященная 145-летию со дня рождения академика А.Е. Арбузова (Казань, 2022): тезисы докладов. – Казань: ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, 2022. – С. 194.
- Похоренко А.С., Щербакова Г.И., Титов Д.Д., Варфоломеев М.С., Стороженко П.А. Керамообразующие органометаллоксанмагнийоксаналюмоксаны и оптические свойства алюмомагниевого керамики на их основе. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «IV Байкальский материаловедческий форум» (1–7 июля 2022 г., Улан-Удэ – оз. Байкал): электронное издание. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2022. – С. 406-407.



Доклады на конференциях:

- Щербакова Г.И., Похоренко А.С., Кривцова Н.С., Варфоломеев М.С., Драчев А.И., Стороженко П.А. Синтез, свойства, термотрансформация олигомерных органогафнийоксаниитрийоксаналюмоксанов. Тезисы VII Всероссийской конференции с международным участием «Техническая химия. От теории к практике», посвященной 50-летию академической науки на Урале.: Сб. тезисов / под ред. Г.В. Черновой; Институт технической химии УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН. – Пермь, 2022. – С. 126.
- Похоренко А.С., Пилипенко А.А., Варфоломеев М.С., Щербакова Г.И., Драчев А.И., Лебедь Ю.Б. Y,Nf-алюмоксановое связующее для корундовой керамики. IX Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ И ВЫСОКОЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА». Суздаль. 3 - 7 октября 2022 г./ Сборник материалов. – М: ООО «Буки Веди», 2022. – С. 233-235.



Доклады на конференциях:



- Pokhorenko A.S., Shcherbakova G.I., Varfolomeev M.S., Arukhtina T.L., Vorobyev A.A. Spinel-garnet fibers based on organomagnesiumoxane yttriumoxane aluminates. Перспективные исследования в технических и естественных науках: сборник статей международной научной конференции (Санкт-Петербург, Август 2023). – СПб.: МИПИ им.Ломоносова, 2023. – 22 с. URL: https://disk.yandex.ru/d/XZVtRPu_ghZF2g (дата публикации: 22.08.2023) ISBN 978-5-907676-96-1. DOI 10.58351/230822.2023.24.77.001
- Семенов А.В., Юрков Г.Ю., Солодилов В.И., Щербакова Г.И., Похоренко А.С. Композиционные материалы на основе предкерамических полимеров и железосодержащих наночастиц. XIX Международная научно-практическая конференция «Новые полимерные композиционные материалы», г. Нальчик, 3 – 8 июля 2023 / Сборник материалов. Издательство «Принт Центр», 2023. – С. 371.

Патенты:



- Щербакова Г.И., Похоренко А.С., Кривцова Н.С., Варфоломеев М.С., Новоковская Е.А., Стороженко П.А. Способ получения органоматгнийоксаналюмоксансилоксанов, связующие и пропиточные материалы на их основе. – РФ № 2 726 365 от 20.06.2019
Опубликовано: 13.07.2020 Бюл. № 20
- Щербакова Г.И., Похоренко А.С., Варфоломеев М.С., Стороженко П.А. Способ получения органометаллоксанмагнийоксаналюмоксанов. Заявка на патент РФ № 2020121970 от 02.07.2020 положительное решение от 04.08.2021
- Щербакова Г.И. , Кутинова Н.Б., Воробьев А.А. , Абрамов О.Н., Кривцова Н.С., Похоренко А.С., Варфоломеев М.С., Апухтина Т.Л., Жигалов Д.В., Стороженко П.А. Способ получения волокон смешанного шпинельно-гранатового состава. РФ № 202111617 от 23.04.2021 заявл. 23.04.2021. Опубл. 18.07.2022. Бюл. № 20.