

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 3

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.583.21.0014

Тема: «Улучшенные функционализированные кремневые аэрогели и полученные на их основе углеродные композиты: экспериментальные исследования и численное моделирование»

Приоритетное направление: Индустрия наносистем (ИН)

Критическая технология: Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов

Период выполнения: 01.02.2016 - 31.12.2018

Плановое финансирование проекта: 18.00 млн. руб.

Бюджетные средства 9.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 9.00 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Иностраный партнер: Швейцарская федеральная лаборатория материаловедения и технологий

Ключевые слова: Кремневые аэрогели, композиты органика-неорганика, пористая структура, химический синтез, численное моделирование, теплопроводность, механические свойства, сорбция воды

1. Цель проекта

Проект направлен на разработку композиционных кремний-органических и кремний-углеродных материалов для таких областей применения как теплоизоляционные материалы, материалы для сорбции паров воды и отдельных газов, а также на разработку математического описания для прогнозирования механических и сорбционных свойств названных материалов при известных текстурных характеристиках.

Разработка и последовательная отработка лабораторных методик с целью оптимизации условий синтеза и получения органически модифицированных кремневых аэрогелей, условий их высокотемпературной обработки в отсутствие кислорода (пиролиз органической составляющей) с целью последующей формулировки технических требований для разработки регламента на производство композиционных материалов. Разработка математического описания и проведение численного моделирования механических и сорбционных свойств полученных композиционных материалов с целью получения математического аппарата и его программной реализации, как инструмента для проведения прикладных поисковых исследований в области создания композиционных материалов с заданными свойствами.

2. Основные результаты проекта

Проведены патентные исследования, разработаны программы и методики испытаний кремний-органических аэрогелей и кремний-углеродных композитов, разработаны проекты лабораторных методик их изготовления. Нарботаны образцы (1-4 партии), частично проведены их испытания. Проведены дополнительные патентные исследования, корректировка программ и методик испытаний. Разработаны и адаптированы математические модели генерации микро и мезоструктуры композитов, модели расчета их термических и механических свойств, разработаны алгоритмы, выполнены программные реализации моделей и проведены вычислительные эксперименты.

Были получены следующие значимые результаты:

- 1 - Образцы М5-1 (М) (2), М5-2 (М) (2), М5-3 (М) (2), М5-4 (М) (2) показали низкие значения удельной теплопроводности: от 0.024 до 0.028 Вт/(м*К), что соответствует требованиям ПМ 30279979.216000.002.ПМ.1-1.1.
- 2 - Сорбционная емкость образца М7-1 по СО₂ при 273 К составила 27,3 см³/г, что соответствует требованиям, изложенным в ПМ 30279979.216000.002.ПМ.1-1.1.
- 3 - Сорбционная емкость при 30 С образца М4-17 составила 3, 21 ммоль/г; образца М4-6 - 2,01 ммоль/г; образца М4-7 - 4,41 ммоль/г; образца М4-8 - 2,78 ммоль/г; образца М4-9 - 2,05, что соответствует требованиям, изложенным в ПМ 30279979.216000.002.ПМ.1-1.1.

4 - Образцы кремний-углеродных композитов с М6-44 по М6-51 имеют электропроводность и меняют свое сопротивление в значимом диапазоне значений при сорбции паров C_2H_5OH , аммиака, NO_2 , при условии, что объемная концентрация паров не превышает 1 %, что соответствует требованиям ТЗ.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

Получены два свидетельства о регистрации программы для ЭВМ:

- Модуль генерации кремний-органических аэрогелей с закрытыми порами, № 2017661992;
- Модуль расчета процесса пиролиза в кремний-органических аэрогелях, № 2017662230.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Разрабатываемые композиционные материалы предназначены для применения в качестве теплоизоляционных материалов, сорбентов (пары воды, газы), материалов для датчиков. Внедрение результатов работы позволит производить экономно энергии, затрачиваемый на подогрев помещений в случае теплоизоляционных материалов, производить рекуперацию тепла при их использовании в качестве сорбентов паров воды в тепловых насосах сорбционного типа, снизить нагрузку на окружающую среду за счет извлечения CO и CO_2 газов из выбросов. Полученные на первом и втором этапах выполнения работ будут использованы на последующих этапах при доработке имеющихся методик и разработке новых как российскими участниками проекта, так и иностранным партнером, а так же при разработке и отладке программного обеспечения для прогнозирования механических и сорбционных свойств композиционных материалов. Наиболее значимые результаты будут освещаться на российских и международных конференциях и симпозиумах, а так же будут опубликованы в значимых периодических научных журналах.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Внедрение результатов работы позволит производить экономно энергии, затрачиваемый на подогрев помещений в случае теплоизоляционных материалов, производить рекуперацию тепла при их использовании в качестве сорбентов паров воды в тепловых насосах сорбционного типа, снизить нагрузку на окружающую среду за счет извлечения CO и CO_2 газов из выбросов.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Проект находится на начальной стадии разработки и на текущий момент не имеется результатов достаточной для коммерциализации степени проработки. Разрабатываемые в рамках проекта композиционные материалы предназначены для применения в качестве теплоизоляционных материалов, сорбентов (пары воды, газы), материалов для датчиков и являются востребованными на современном рынке с точки зрения импортозамещения.

7. Наличие соисполнителей

При выполнении 1 этапа работ во II квартале 2016 г в качестве соисполнителя работ по проекту было привлечено ООО «Малое инновационное предприятие «Новые решения». При выполнении 2 этапа работ по проекту в IV квартале 2016 г в качестве соисполнителя работ по проекту был привлечен ИП Челюков Виталий Вячеславович. При выполнении 3 этапа работ по проекту во II и IV кварталах 2017 г в качестве соисполнителя работ по проекту было привлечено ООО «Малое инновационное предприятие «Новые решения».

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Исполняющие обязанности ректора

(должность)

(подпись)

Мажуга А.Г.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

руководитель МУНЦ

(должность)

(подпись)

Меньшутина Н.В.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.