Резюме проекта, выполняемого/выполненного
в рамках ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»
(по этапу №1)

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.583.21.0014
Тема: «Улучшенные функционализированные кремниевые аэрогели и полученные на их основе углеродные композиты: экспериментальные исследования и численное моделирование»
Приоритетное направление: индустрия наносистем
Критическая технология: технологии получения и обработки функциональных наноматериалов
Период выполнения: 01.02.2016 г. – 31.12.2018 г.
Плановое финансирование проекта: 18 млн. рублей
Бюджетные средства 9 млн. руб.,
Внебюджетные средства 9 млн. руб.
Получатель/Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
Иностранный партнер Швейцарские федеральные лаборатории материаловедения и технологий
Ключевые слова: кремний-органические аэрогели (композиты), кремний-углеродные композиционные материалы, золь-гель переход, пиролиз, резорцинол, аэрогели на основе диоксида кремния с функционализированной поверхностью

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 кремниевых аэрогелей, условий их высокотемпературной обработки в отсутствии 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

На первом этапе выполнения работ были проведены анализ научно-технической литературы, а также патентный поиск с целью технико-экономического анализа и обоснование выбора технических, художественно-конструкторских решений (из числа

известных объектов промышленной собственности), отвечающих требованиям создания новых и совершенствования существующих объектов техники и услуг. Патентный поиск был оформлен в виде отчета о патентных исследованиях в соответствии с требованиями ГОСТ 5.11-96. Данные работы позволили определить области проведения экспериментальных исследований, перспективные для получения материалов, соответствующих поставленным задачам проекта.

Были разработаны два проекта лабораторных методик получения функционализированных органическими группами кремниевых аэрогелей: 1 - Лабораторная методика получения функционализированных органическими группами кремниевых аэрогелей совместным гелированием силанов с последующим удалением растворителя в сверхкритических условиях; 2 – лабораторная методика получения алкогелей диоксида кремния с последующей функционализацией поверхности адсорбцией и удалением растворителя в сверхкритических условиях.

Были разработаны три проекта лабораторных методик получения кремний-органических аэрогелей (композитов): 1 – лабораторная методика получения кремний-резорцинол-формальдегидных аэрогелей с использованием в качестве источников кремния тетраэтоксисилана и аминопропиламиноэтилтриметоксисилана с раздельным гидролизом органического и неорганических золей и проведением стадии поликонденсации в кислых условиях; 2 – лабораторная методика получения кремний-резорцинол-формальдегидных аэрогелей с использованием в качестве источников кремния тетраэтоксисилана и аминопропиламиноэтилтриметоксисилана с совместным гидролизом органического и неорганического золей; 3 – лабораторная методика получения кремний-резорцинол-формальдегидных гелей разной плотности с использованием в качестве источников кремния метилтриметоксисилана и аминопропиламиноэтилтриметоксисилана.

По проектам представленных лабораторных методик была наработана первая партия экспериментальных образцов и проведены их аналитические исследования, позволившие выявить связи между условиями синтеза, соотношениями реагентов и характеристиками получаемых материалов.

На основании сделанных наблюдений была проведена корректировка проектов лабораторных методик.

Был разработан проект лабораторной методики получения кремний-углеродных композитов путем пиролиза кремний-органических аэрогелей, в соответствии с которым был проведен пиролиз первой партии кремний-органических аэрогелей (композитов) и выполнены их аналитические исследования. По полученным результатам была проведена корректировка проекта лабораторной методики.

Были разработаны программы и методики испытаний функционализированных кремниевых аэрогелей, кремний-органических аэрогелей (композитов), кремний-углеродных композитов.

Разработанные лабораторные методики являются авторской разработкой и не имеют точных аналогов, исходя из результатов анализа научно-технической литературы и патентного поиска.

Работы по этапу 1 выполнены в соответствии с планом-графиком исполнения обязательств, а полученные результаты соответствуют требованиям к выполняемому проекту. Полученные результаты соответствуют мировому уровню работ в данном направлении.

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

На первом этапе выполнения работ охраняемые результаты интеллектуальной деятельности не разрабатывались.

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 позволить производить экономию 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 этапе 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 позволить производить экономию 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».

ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева
И.о. ректора _____ Е.В. Юртов

Руководитель работ по проекту
Руководитель МУНЦГТ _____ Н.В. Меньшутина
МП