6. Тема проекта: ***AP08856321 «Получение волоконных композитных материалов методом электроспиннинга и создание электродов на их основе для суперконденсаторов»***

***Актуальность:*** В настоящее время волоконные композитные материалы с электроформованием из лигнина находят применение в новых неструктурных продуктах, таких как устройства накопления энергии, например, конденсаторы и аккумуляторы. Интерес к возобновляемым источникам энергии выросли из-за предполагаемого риска использования ископаемого топлива. Усовершенствованные устройства накопления энергии, которые могут быть использованы в электромобилях, требуют дешевых углеродных волокон и волоконных композитных материалов с подходящей производительностью.

Углеродные нановолокна на основе лигнина применяются для хранения энергии, а именно в качестве электродов для суперконденсаторов, электроды для электрохимии ванадия-окислительно-восстановительной пары, для литий-ионных аккумуляторов большой емкости и высокой стабильности.

С развитием нанотехнологии появились новые пути совершенствования технологии электроспиннинга – это получение углеродных волоконных композитных материалов с добавками наночастиц различного состава (углеродных нанотрубок, наночастиц металлов и их оксидов, растворов солей), позволяющих получать качественно новые материалы с уникальными физико-химическими свойствами. Из свойств углеродных волоконных композиционных материалов следует отметить высокий модуль упругости, прочность, низкую плотность, низкий коэффициент трения, а также высокая стойкость к атмосферному влиянию и химическим реагентам.

Учитывая все вышесказанное, становится ясной актуальность разработки и отладки получения нановолокон методом электроспиннинга, в т.ч. полимерных, углеродных и композитов на их основе.

Проектом предусматривается получение методом электроспиннинга лигниновых нановолокон и композитов на их основе с использованием различных полимеров и отработка режимов для управляемого синтеза нановолокон требуемой длины, диаметра, пористости.

Синтез лигниновых волоконных композитных материалов методом электроспиннинга позволяет получать материалы различной модификации и размеров в зависимости от условий его реализации. При этом в качестве основы для получения нановолокон обычно применяются полимеры – прекурсоры, в нашей работе будет синтезирован лигнин из неклассифицированных опилок заменяющий дорогостоящего полимера. Волоконные композитные материалы будут синтезированы путем введения в исходный прекурсор различных наночастиц, которые определяют область дальнейшего применения полученного материала (например, для получения проводимого материала необходимо добавление углеродных нанотрубок к полимерным нитям и т.д.). Полученный композиционный материал, при необходимости, может подвергаться дальнейшей обработке (например, отжигу, в случае получения углеродного или неорганического нановолокна).

***Цель проекта:*** разработка управляемого синтеза лигниновых волоконных композиционных материалов требуемой длины, диаметра и пористости, содержащих наночастицы различного вида и создание на их основе электродов с высокой удельной емкостью для суперконденсаторов.

***Ожидаемые результаты:***

- будет получен лигнин и лигниновые нановолокон из древесных опилок;

- будет отработан метод получение волоконных композиционных материалов методом электроспиннинга;

- будет выбрана величина электрического напряжения в зависимости от размеров и вида получаемых волоконных композитных материалов;

- будут получены волоконные углеродные композиционные материалы с переходными металлами или их оксидами;

- будут выбраны составы, размеры наночастиц и их массовое количество для получения волоконных композитных материалов с заданными свойствами;

- будут проведены процессы стабилизации и карбонизации лигниновых волокон;

- будут проведены исследования полученных материалов физико-химическими методами анализа;

- будет выбрано оптимальное массовое соотношение для создания электродов на основе полученных метариалов;

- будут исследованы электрохимические характеристики полученных электродов для суперконденсаторов.

По мере выполнения определенных задач будут проводиться публикация полученных результатов.

***Достигнутые результаты:***

- проведен синтез лигнина из различных видов деревьев, такие как, сосна, карагач и неклассифицированные опилки;

- разработана методика извлечения лигнина и получения из лигнина недорогих электроформованных волокон, обладающих высокими эксплуатационными характеристиками для хранения энергии;

- ИК сканирование образцов показывает характерные пики для лигнина: широкий пик в районе 3400 и в 2920 и 1720 см-1;

- проведено комплексное исследование характеристик лигнина и лигниновых волокон физико-химическими методами: ИК-спектроскопия, ЯМР, ТГА, оптическая микроскопия, электронно-микроскопические исследования, элементный анализ, РФА;

- показана возможность получения лигниновых волокон методом электроспиннинга диаметры которых варьируются в диапазоне от 40 до 1000 нм;

- получены углеродные композиционные нановолокна с переходными металлами, такие как Ni и Co;

- были исследованы электрохимические характеристики полученных лигниновых волоконных композиционных материалов методами ЭИС, ЦВА и ГЗР. В результате установлено, что максимальная удельная ёмкость материала LP2080 10% NiNO3 + 15% PVDF + 10% CB равна 257,1 Ф/г.

***Члены исследовательской группы:***

1. Нажипкызы М., внс, к.х.н, доцент, руководитель проекта. Author ID в Scopus –55301187800, Researcher ID Web of Science – B-1153-2015, ORCID – <http://orcid.org/0000-0002-3716-0476>; Индекс Хирша – 4.
2. Малтай А.Б., нс, ответственный исполнитель, PhD докторант. Author ID в Scopus – 57195808177, ORCID – <http://orcid.org/0000-0003-3233-522X>; Индекс Хирша – 1.
3. Исанбекова А., нс , PhD. Author ID в Scopus – 57220127390.
4. Султахан Ш.Т., мнс, PhD докторант. ORCID – <https://orcid.org/0000-0003-2195-755X>.
5. Курманбаева Г.Г., лаборант, магистр. ORCID – <https://orcid.org/0000-0003-3526-6389>.
6. Асылханова Д.Д., лаборант, магистрант. ORCID – <https://orcid.org/0000-0002-9108-3600>.

***Список публикаций и патентов по проекту***

1. Турганбай А.Б., Нажипкызы М., Жапарова А.А., Султахан Ш. Получение лигниновых волокон из опилок методом электроспиннинга // Вестник КазНИТУ. – 2021. – №4. – С. 127-132.

2. Патент на ПМ № 5833 «Способ изготов-ления электродов для суперконденсатора» от 05.02.2021г. / Нажипкызы М., Зекенова А.А., Елеуов М.А., Жапарова А.А., Устаева Г.С.,Курманбаева Г.Г.

3. Тұрғанбай А.Б., Нажипкызы М., Лесбаев Б.Т., Жапарова А., Исанбекова А. Получение лигниновых волокон // Международный казахстанско-российский симпозиум «Химическая физика и наноматериалы». – 2021. – С. 4.

4. Turganbay A.B., Nazhipkyzy M., Sultakhan Sh., Asylkhanova D., IsSanbekova A.T. Fabrication of lignin fibers from wood by electrospinning method // Materials XII International Symposium «Combustion and Plasmochemistry. Physics and Chemistry of Material Science». – Almaty. – October 12-13, 2021. – P.19-20.