

**Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям
развития научно-технологического комплекса России на 2014 -
2020 годы»**

**Номер Соглашения о предоставлении субсидии/государственного
контракта:** 14.604.21.0126

Название проекта: Разработка научных основ создания литий-ионного аккумулятора на основе новых отечественных электродных функциональных материалов

Основное приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук

Руководитель проекта: Кулова Татьяна Львовна

Должность: заведующая лабораторией

E-mail: tkulova@mail.ru

Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, положительный электрод, отрицательный электрод, электролит, феррофосфат лития, нанотитанат лития, кремнийсодержащие комозиты, удельная энергоёмкость, ресурс.

Цель проекта

Целью проекта является создание литий-ионного аккумулятора с улучшенными энергетическими и эксплуатационными показателями на основе новых отечественных материалов для портативных накопителей энергии военного и гражданского применения.

Основными задачами проекта являются синтез новых функциональных материалов для положительного и отрицательного электродов литий-ионного аккумулятора, а также разработка лабораторного макета литий-ионного аккумулятора на основе новой электрохимической системы.

Новые электродные материалы на основе наноструктурированных феррофосфата лития, тройного оксида лития, нанотитаната лития и кремниевых композитов позволят выйти на новый уровень литий-ионных аккумуляторов как по удельным, так и по эксплуатационным характеристикам. Такие аккумуляторы будут характеризоваться удельной энергоёмкостью до 230 Втч/кг, способностью работать при пониженных температурах (до минус 40 оС), а также высоким ресурсом (до 1000 циклов).

Основные планируемые результаты проекта

Планируется синтезировать новые функциональные материалы для электродов литий-ионных аккумуляторов на основе феррофосфата лития, титаната лития, тройного литированного оксида никеля-кобальта-магния и кремнийсодержащего композита. Планируется разработать макеты аккумуляторов на основе двух новых электрохимических систем: "феррофосфат лития - титанат лития", "тройной литированный оксид - кремнийсодержащий композит". Ожидается, что литий-ионные аккумуляторы на электрохимической системе "тройной литированный оксид - кремнийсодержащий композит" по удельной энергоёмкости будут не ниже, чем лучшие на сегодняшний день литий-ионные аккумуляторы зарубежного

производства (не ниже 230 Втч/кг). Литий-ионные аккумуляторы системы "допированный феррофосфат лития - нанотитанат лития" будут характеризоваться высоким ресурсом (до 1000 циклов), низким саморазрядом, способностью работать при температурах минус 40 оС и высокими скоростями заряда-разряда (до 10С).

Краткая характеристика создаваемой/созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции

В результате выполнения проекта будут синтезированы порошковые материалы на основе феррофосфата лития, допированного феррофосфата лития, тройных литированных оксидов, титаната лития должны с удельной разрядной емкостью не менее 160 мАч/г при токе С/5. Синтезированные материалы на основе нановолокон кремнийсодержащих композитов должны иметь удельную емкость не менее 1000 мАч/г при токе С/5. Электроды на основе новых синтезированных материалов должны выдерживать токи заряда кратковременно до 10С и допускать заряд в импульсном режиме, при этом разрядная емкость должна составлять не менее 70% от номинальной емкости. Синтезированный жидкий электролит должен обеспечивать работоспособность литий-ионных аккумуляторов при температурах от минус 40 до плюс 50°С.

В результате выполнения работ должны быть выполнены следующие технические требования к экспериментальному образцу литий-ионного аккумулятора на основе новой электрохимической системы:

Емкость не менее 1 Ач.

Удельная энергоемкость аккумулятора:

- не менее 230 Втч/кг при токе С/5 для аккумулятора электрохимической системы с отрицательным электродом на основе кремнийсодержащих композитов;

- не менее 110 Втч/кг при токе С/5 для аккумулятора электрохимической системы с отрицательным электродом на основе нанотитаната лития.

Напряжение разряда при токе С/5:

- не менее 3.0 В для аккумулятора электрохимической системы с отрицательным электродом на основе кремнийсодержащих композитов;

- не менее 1.8 В для аккумулятора электрохимической системы с отрицательным электродом на основе нанотитаната лития.

Разрядная емкость при заряде током 10С (в постоянном или импульсном режиме) не менее 70% от номинальной емкости.

Способность работать в диапазоне температур от минус 40 до плюс 50°С.

Разрядная емкость при температуре минус 40°С должна составлять не менее 35 % от номинальной.

Ресурс:

- не менее 1000 циклов при токе 1С при глубине циклирования не менее 80% для аккумулятора электрохимической системы с отрицательным электродом на основе нанотитаната лития;

- не менее 500 циклов при токе 1С при глубине циклирования не менее 80% для аккумулятора электрохимической системы с отрицательным электродом

на основе кремнийсодержащих композитов.

Назначение и область применения, эффекты от внедрения результатов проекта

Основная область применения ожидаемых результатов связана с индустриальным партнером ОАО «Чеченнефтехимпром», а именно, внедрение на данном предприятии результатов проекта. Кроме того, российские промышленные предприятия, занимающиеся производством химических источников тока, такие как, ООО «Лиотех» (г. Новосибирск), АК Ригель (г. Санкт-Петербург), ОАО «НИАИ «Источник» (г. Санкт-Петербург), Холдинг «Русские аккумуляторы», ОАО «Литий-Элемент» (г. Саратов), ОАО «Энергия» (г. Елец), ОАО «Сатурн» (г. Краснодар) смогут использовать результаты проекта при создании новых образцов продукции и услуг. Ожидается, что при массовом производстве литий-ионных аккумуляторов на новой электрохимической системе стоимость энергии будет ниже, чем 300 руб. за 1 Втч. Прогнозируемый социально-экономический эффект заключается в обеспечении снижения себестоимости изготовления литий-ионных аккумуляторов и повышении их технико-экономических показателей, обеспечении гибкости производства и сокращении производственного цикла.

Текущие результаты проекта

В 2015 г разработаны лабораторные технологические регламенты синтеза феррофосфата лития, допированного феррофосфата лития, тройного литированного оксида никеля-марганца-кобальта для положительного электрода ЛИА. Разработаны лабораторные технологические регламенты синтеза нанотитаната лития и кремнийсодержащих композитов для отрицательного электрода ЛИА. На основе разработанных регламентов синтезированы электродные материалы, изучены их физико-химические и электрохимические характеристики, изготовлены лабораторные макеты ЛИА номинальной емкостью 100 мАч и проведены их ресурсные испытания. Разрядная емкость феррофосфата лития, допированного феррофосфата лития, тройного литированного оксида никеля-марганца-кобальта и титаната лития составила около 160 мАч/г при токе С/5. Разрядная емкость кремнийсодержащего композита составила около 1000 мАч/г при токе С/5. В 2015 по результатам проекта опубликованы 3 статьи в журналах, индексируемых базой Scopus, подана 1 заявка на патент. Результаты проекта отражены в материалах 3-х Международных конференций. Внебюджетное финансирование в 2015 г составило 6 млн. рублей.