

## Резюме проекта, выполняемого

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: 14.574.21.0150

Тема: «Разработка нового накопителя электроэнергии на основе бромно-органической проточной редокс-батареи»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (ЭЯ)

Критическая технология: Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику

Период выполнения: 26.09.2017 - 30.06.2020

Плановое финансирование проекта: 75.00 млн. руб.

Бюджетные средства 60.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 15.00 млн. руб.

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

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью «Корпорация Связи»

Ключевые слова: Бромно-органическая полимер-электролитная редокс-батарея, мембранно-электродный блок, долгосрочное хранение электроэнергии, хинон-гидрохинонная редокс-пара, бром-бромидная редокс-пара

## 1. Цель проекта

Основная задача проекта – это поиск и разработка новых накопителей электроэнергии, способных запасать излишки электроэнергии, как на месте генерации или в промежуточных узлах электросетей, так и непосредственно у потребителя. Актуальность создания таких аккумуляторов особенно возрастает в связи с развитием возобновляемой энергетики – ветряных и солнечных электростанций, работа которых зависит от погодных условий.

Целью проекта является разработка принципов и оптимизация условий функционирования нового накопителя электроэнергии на основе бромно-органической проточной редокс-батареи.

## 2. Основные результаты проекта

При выполнении работ первого этапа были получены следующие результаты и выводы:

- Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной и методической литературы показал, что технология проточных бромно-органических редокс-батарей - это перспективное решение для создания новых накопителей электроэнергии.

- По собранным и проанализированным данным установлено, что растворы 1М антрахинондисульфокислоты и  $\text{NBt/Br}_2$  способны обеспечить высокую разрядную мощность и эффективную перезарядку разрабатываемого устройства, однако плотность хранимой энергии целесообразно повысить за счет использования бром-бромидной редокс-пары. Вопросам применения этой редокс-пары на катоде ПРБ для производства электроэнергии посвящена подготовленная и направленная в печать статья.

- В качестве материалов электродов для использования были выбраны моноуглеродные материалы, в качестве мембраны будет использована мембрана Nafion производства Dupont. По собранным и проанализированным данным была подготовлена заявка на полезную модель "Устройство испытательной ячейки". Описанная в ней конструкция будет использована в основе экспериментального образца бромно-органической ПРБ, изготовлению и испытанию которого посвящен следующий этап проекта.

- Произведен выбор материалов и компонентов для вспомогательных узлов и агрегатов бромно-органической проточной редокс-батареи.

- В соответствии с ГОСТ Р 15.011 96 проведен патентный поиск на тему конструкций электрохимических устройств хранения энергии на основе производных антрахинона и бромного окислителя. Наиболее релевантные патентные документы датируются 2014-2017 годами. Таким образом, объект исследования относится к новому классу проточных батарей и соответствует мировому уровню, перспективен с точки зрения патентования на более поздних этапах проекта и может быть использован для

генерации и накопления электроэнергии на основе бромно-органической проточной редокс-батареи.

- За счет средств Индустриального партнера ООО «Корпорация Связи» проведена закупка оборудования для изготовления экспериментальных образцов бромно-органической ПРБ.

- За счет средств Индустриального партнера ООО «Корпорация Связи» проведена закупка расходных материалов для исследовательских испытаний экспериментальных образцов бромно-органической ПРБ.

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

Полезная модель, заявка № 079049 (№2017146247) от 27.12.2017 «Устройство испытательной ячейки», РФ;

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Разработанный прототип накопителя электроэнергии на основе бромно-органической проточной редокс-батареи может быть использован для запасаания электроэнергии, как на месте генерации, так и в узлах потребителей энергосетей. Особенно актуально его применение приложительно к технологиям новых возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Необходимость постоянного уравнивания генерации и потребления электроэнергии является важнейшей проблемой современной электроэнергетики. Существует несколько подходов к ее решению – использование избыточных электрогенерирующих мощностей, стимулирующих ночных тарифов, – но самый перспективный и технологичный из них – это использование промышленных накопителей энергии. Наиболее обещающие среди них в свою очередь считаются электрохимические накопители на основе проточных редокс-батарей (ПРБ). Бромно-органическая ПРБ, разрабатываемая в проекте, будучи внедрённой в современные энергосети заметно повысит их энергоэффективность и может выполнять энергосберегающие функции, как на стадии генерации электричества, так и на стадии его потребления. В частности, использование ПРБ на объектах энергоструктуры по предварительным оценкам позволяет сэкономить до 25% капитальных затрат на электроэнергию из расчёта на период пиковой нагрузки, и до 10 % из расчета на периоды рабочей нагрузки.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

На основе полученных в рамках работы результатов интеллектуальной деятельности к концу проекта планируется целиком подготовить технологию создания электрохимических накопителей энергии на основе бромно-органических ПРБ, которая впоследствии поможет выпустить на рынок готовый продукт – новый накопитель электроэнергии. Такой продукт и является основным объектом будущей коммерциализации проекта. По нашим оценкам суммарный объем российского рынка источников тока для стационарного хранения энергии составляет около 10 млн. шт. аккумуляторов со средним ростом около 10 % в год. Ожидаемая доля рынка для бромных редокс-батарей около 5-7%, а прогнозируемые объёмы продаж на следующие пять лет составляют около 100 000 кВтч в форм-факторе устройстве от 10 до 1000 кВтч, что в денежном выражении составляет до 750 млн. рублей.

### **7. Наличие соисполнителей**

Соисполнители отсутствуют.

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**

Профессор

*(должность)*

*(подпись)*

Воротынцев М.А.

*(фамилия, имя, отчество)*

**М.П.**