

Соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий № ЭБ 075-15-2019-1206 от «3» июня 2019 г. (Внутренний номер соглашения № 14.574.21.0153).

Тема проекта: Разработка и экспериментальная апробация научно-технических решений по созданию модулей гибридных накопителей электроэнергии для мультиплицирования при построении сетевых гибридных накопителей энергии мегаваттного диапазона.

В ходе проведения прикладных научных исследований (ПНИ) на этапе 3 получены следующие научно-технические результаты:

1) Изготовлен макет гибридного накопителя энергии (ГНЭ) на основании ранее разработанной эскизной конструкторской документации и изготовленных и испытанных компонентов макета ГНЭ.

2) Разработано программное обеспечение макета ГНЭ с учетом результатов стендовых испытаний компонентов макета ГНЭ. Разработанное программное обеспечение установлено на макет ГНЭ в соответствии с программной документацией на макет ГНЭ RU.TE.00033-01.

3) Разработана эксплуатационная документация на макет ГНЭ.

4) Разработана Программа и методики стендовых испытаний макета ГНЭ 0153.565516.010 ПМ.

5) Проведены стендовые испытания макета ГНЭ. Испытания проводились в Московском Политехе в соответствии Программой и методиками стендовых испытаний макета ГНЭ 0153.565516.010 ПМ. В ходе испытаний было выявлено несоответствие характеристик макета ГНЭ 0153.565516.010 некоторым пунктам Программы испытаний и технического задания. Были предложены пути достижения требуемых характеристик и даны рекомендации по корректировке макета ГНЭ.

6) По результатам стендовых испытаний была проведена корректировка эскизной конструкторской документации на макет ГНЭ. Была доработана конструкция шкафа аккумуляторных батарей в части увеличения её жесткости, доработана конструкция дросселей преобразователей

постоянного напряжения для увеличения их индуктивности, доработана конструкция суперконденсаторного модуля для обеспечения большей надежности и электробезопасности, доработана панель коммутационного оборудования и системы управления.

7) Проведена корректировка программного обеспечения макета ГНЭ по результатам стендовых испытаний. В ПО макета ГНЭ была изменена структура и реализация ПИД-регуляторов управления компонентами ГНЭ, рассчитаны новые коэффициенты ПИД-регуляторов, добавлен функционал по динамической настройке ПИД-регуляторов, произведен рефакторинг исходного кода программных модулей макета ГНЭ. Достигнута устойчивая работа ПИД-регуляторов при изменении нагрузок. В результате внесенных изменений достигнута более высокая производительность работы программных блоков макета ГНЭ. Также были внесены изменения в графический интерфейс пользователя.

8) Были проведены стендовые испытания макета ГНЭ с доработанным программным обеспечением. Испытания проводились в Московском Политехе в соответствии Программой и методиками стендовых испытаний макета ГНЭ 0153.565516.010 ПМ. Объект испытаний и его техническая документация выдержали стендовые испытания по всем пунктам Программы испытаний. Подтверждено соответствие технических характеристик макета ГНЭ требованиям технического задания.

9) Проведена сравнительная оценка полученных результатов ПНИ с достигнутым современным научно-техническим уровнем. Разработанный в ходе проведения ПНИ макет гибридного накопителя энергии соответствует современному научно-техническому уровню. В сравнении с известными аналогами разработанное решение не только не уступает современным разработкам, но и превосходит некоторые из них по массогабаритным показателям, ресурсу и стоимости хранения электроэнергии.

10) Определены направления дальнейших исследований на основании результатов ПНИ. Дальнейшими направлениями исследований на основании

ПНИ являются улучшение технических характеристик ГНЭ, разработка и приспособление ГНЭ для различных областей применения, расширение линейки устройств по типу климатического исполнения и категории размещения. По каждому из возможных направлений предложены тематики исследований. Поданы заявки на охранные документы по перспективным тематикам.

11) Проведено технико-экономического обоснования применения гибридных накопителей с рекомендациями по номенклатуре подобных устройств, подтверждающее экономическую целесообразность тиражирования ГНЭ такого типа и возможность создания благоприятных условий для привлечения инвестиций из бюджетов различных уровней, частного капитала, а также роста коммерческой заинтересованности.

12) Подготовлены предложения и рекомендации по реализации (коммерциализации) результатов ПНИ и вовлечению их в хозяйственный оборот. Для вовлечения результатов ПНИ в хозяйственный оборот необходимо применение упорядоченной стратегии продвижения научно-технических результатов, состоящей из этапов проведения опытно-конструкторских работ (ОКР), проведения опытно-технологических работ (ОТР) и проведения дополнительных работ.

13) Разработан проект технического задания на проведение ОКР по теме: «Разработка опытного образца ГНЭ мощностью 1 МВт для изолированных локальных электрических сетей».

14) Проведен анализ выполнения требований ТЗ на ПНИ.

15) Проведено обобщение результатов проекта и оценка полноты решения задач ПНИ.

16) В рамках третьего этапа ПНИ было принято участие в:

- IX Международной научно-практической конференции «Актуальные направления научных исследований: перспективы развития» с докладом «К вопросу о внедрении комплексов быстрой зарядки электромобилей на АЗС» 19 июля 2019 года в г. Чебоксары;

- IV Международной научно-практической конференции «Фундаментальные основы механики» с докладом «Моделирование теплового режима аккумуляторного шкафа» 25 октября 2019 года в г. Новокузнецк.

17) Были опубликованы научные статьи в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus:

- Khripach N.A., Shustrov F.A., Chirkin V.G., Papkin I.A., Stukolkin R.V. Hybrid Energy Storage Devices for Rapid Charge Stations of Electric Vehicles. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, vol. 8(7), 2019, pp. 2239-2244.

- V.G. Chirkin, L.Yu. Lezhnev, D.A. Petrichenko, A.A. Velikoretskiy, A.S. Nekrasov Design of a 100-kW Three-phase Interleaved DC/DC Power Converter for Hybrid Supercapacitor-battery Energy Storage // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). 2019. №Volume-8 Issue 6. Pages 2927-2932.

- Khripach, N. A., Chirkin, V. G., Velikoretskiy, A. A., & Stukolkin, R. V. (2019). A 100kW three-phase power inverter for hybrid energy storage system based on batteries and supercapacitors. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(6), 4571-4574.

18) Были получены РИД и поданы заявки на регистрацию:

- полезной модели «Система терморегулирования для аккумуляторного накопителя энергии», заявка № 2019141991 от 18.12.2019;

- изобретения «Способ терморегулирования для аккумуляторного накопителя энергии», заявка № 2019141993 от 18.12.2019;

- полезной модели «Стенд для исследования гибридного накопителя энергии», заявка № 2019141989 от 18.12.2019.

Прикладные научные исследования на этапе 3 и по проекту в целом соответствуют техническому заданию, плану-графику исполнения обязательств, выполнены в полном объеме и в установленные сроки. Задачи, поставленные в проекте, решены в полном объеме. Цели ПНИ достигнуты.