

Разработка и экспериментальная апробация комбинированного источника тепловой и электрической энергии на основе микроГЭС

Работа проведена в 2019 г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» в период с 01 января 2019г. по 31 декабря 2019г.

Соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидии № 075-15-2019-949 от 31 мая 2019 г. (ранее - соглашение о предоставлении субсидии № 14.586.21.0060 от 12 февраля 2018 г.) (Этап 2).

Уникальный идентификатор проекта RFMEFI58618X0060.

Научный руководитель проекта: главный научный сотрудник НЦ «Износостойкость», д.т.н. Волков Александр Викторович.

Зам.руководителя проекта: старший научный сотрудник НЦ «Износостойкость», к.т.н. Парыгин Александр Гаврилович.

1. Цели выполнения исследований

Создание научно-технического задела по разработке высокоэффективной автономной когенерационной установки мощностью не менее 15 кВт, обеспечивающей совокупную генерацию электрической и тепловой энергии в одном устройстве на основе использования микро- и малой гидроэнергетики.

2. Основные результаты, полученные при выполнении исследований

В 2019 году в рамках 2 этапа в период с 01 января 2019г. по 31 декабря 2019г. в соответствии с Планом-графиком исполнения обязательств выполнены следующие работы:

Проведена экспериментальная верификация разработанных методов проектирования гидравлических микро турбин с использованием виртуальных 3D моделей в среде ANSYS.

Проведена экспериментальная верификация разработанных методов проектирования гидравлических микро турбин с использованием виртуальных 3D моделей в среде FlowVision.

Проведена экспериментальная верификация разработанных методов проектирования гидравлических микро турбин на стенде НИУ "МЭИ".

Проведено уточнение методов оптимизации расчетных параметров гидравлической турбины по результатам.

Проведены исследования влияния характеристик поверхности лопастной системы на энергетические характеристики гидравлической турбины.

Разработан эскизный проект макета автономной системы когенерации на основе микроГЭС для условий России.

Иностранным партнером:

Проведена экспериментальная верификация разработанных методов проектирования гидравлических микро турбин на стенде CHV "SIGMA" и с использованием вычислительного комплекса ANSYS.

Проведено уточнение методов оптимизации расчетных параметров гидравлической турбины по результатам верификации.

Проведены расчетные и экспериментальные исследования по анализу влияния характеристик рабочих поверхностей на гидравлическое сопротивление трубопроводных систем и проточной части гидротурбин с использованием вычислительного комплекса ANSYS.

Проведены исследования влияния кавитации на гидродинамические характеристики гидравлических машин.

Разработан макет автономной системы когенерации на основе микроГЭС для условий Чехии.

При этом были получены следующие результаты:

Выполнена экспериментальная верификация разработанных на 1 этапе методов проектирования микро турбин в среде ANSYS с использованием 3-х виртуальных 3D-моделей: 1-й с классическим профилем лопастей и 2-х с лопастной системой, усовершенствованной с использованием принципов природоподобия (биомиметики). Выполнена качественная оценка разработанного расчётно-экспериментального метода и выявлены его недостатки. Выполнен анализ трендов изменения энергетических характеристик микро турбин с 2-мя типами модифицированных лопастных систем: с эффектом «плавника кита» и «законцовками крыла орла» (англ. winglets). Установлено, что использование принципа биомиметики позволяет изменить кривизну расходно-перепадной характеристики микро турбины и создать более глубокий вакуум в верхней точке водовода, тем самым обеспечивая устойчивую работу когенерационной системы в режиме выработки энергии.

Выполнена экспериментальная верификация разработанных методов проектирования микро турбин в среде FlowVision. Выполнено численное моделирование с использованием 3-х виртуальных 3D-моделей. Проведена оценка влияния геометрии и расположения характерных выступов на лопастях микро турбины при использовании эффекта «плавника кита». Установлено, что использование эффекта плавника позволяет повысить полезную мощность микро турбины на 20%.

Выполнена экспериментальная верификация разработанных методов проектирования микро турбин на стенде НИУ «МЭИ» с использованием 2-х макетов рабочих колёс микро турбин. Установлено повышение полезной мощности в среднем на 20% при использовании эффекта «плавника кита», что соответствует результатам численного моделирования в среде FlowVision. Выполнено сравнение рассчитанных в среде ANSYS и полученных на стенде регулировочных характеристик микро турбин. Погрешность расчётов в среде ANSYS не превысила 1%.

По итогам расчётно-экспериментальной верификации были усовершенствованы методы проектирования микро турбин с использованием оптимизационных подходов. Выполнена расчётная оценка их эффективности. По результатам численного моделирования установлено, что уточнённые методы позволяют дополнительно повысить КПД микро турбины на 5,4%.

Проведены исследования влияния характеристик поверхности лопастной системы на энергетические характеристики гидравлической турбины.

На основе схемного решения, полученного на предыдущем этапе, разработан эскизный проект макета автономной системы когенерации на основе микроГЭС для условий России.

Результаты работ второго этапа соответствуют требованиям Технического задания и Плана-графика исполнения обязательств по выполняемому проекту.

Проведена популяризация промежуточных результатов проекта на мероприятиях:

– конференция «KOTLE A ENERGETICKÁ ZAŘÍZENÍ 2019 XXVIII» («КОТЛЫ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ 2019»), 11-13 марта 2019г. г. Брно (Чешская республика);

– X МНТК «Разработка, производство и эксплуатация турбо–, электронасосных агрегатов и систем на их основе» – «СИНТ'19», 16-19 сентября 2019г. г. Воронеж.

Полученные результаты полностью соответствуют техническим требованиям к выполняемому проекту.

В качестве потенциальных объектов коммерциализации рассматриваются полученные в ходе выполнения работы патенты и прочие результаты интеллектуальной деятельности, а также лицензионные соглашения. На текущем отчетном этапе охраноспособные РИД не обнаружены.

3. Область применения результатов проведения исследований

Ожидаемые результаты проекта предназначены для применения в качестве научно-технического задела ОКР в области создания систем одновременного энергоснабжения автономных потребителей электрической и тепловой энергией.

4. Оценка перспектив продолжения работ по проекту

Результаты, полученные на втором этапе выполнения Соглашения, дают основание полагать, что продолжение работы позволит выполнить все задачи, запланированные на последующие этапы и результаты выполняемого исследования (проекта) найдут применение в отечественной промышленности.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.