

## **Разработка прототипа плавучей низконапорной микроГЭС с быстроходным гидроагрегатом**

Работа проведена в 2016 г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 гг.» в период с 01 июля 2016г. по 31 декабря 2016г.

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.574.21.0076 от 27 июня 2014г. (Этап № 5)

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

Ответственный исполнитель: старший научный сотрудник НЦ «Износостойкость», к.т.н. Парыгин Александр Гаврилович.

### **Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

1) Вывод на рынок новой научно-технической продукции – плавучей низконапорной микроГЭС модульной конструкции, обеспечивающей повышение технического и экономического потенциалов гидроэнергетики малых равнинных рек и гидротехнических сооружений, снижение капитальных затрат на восстановление ранее существовавших малых ГЭС, ускорение решения проблемы электроснабжения отдаленных локальных потребителей, снижение нагрузки на объединенные электросети.

2) Разработка и обоснование технических решений плавучей модульной микроГЭС для работы в условиях геометрического напора воды не более 2 метров при скоростях потока в русле менее 1 м/с, обеспечивающих электроснабжение автономных и объединенных электросетей. Создание, исследование и параметрическая оптимизация прототипа гидроагрегата.

### **Решаемые задачи:**

- 1) сравнительная оценка перспективных схем построения низконапорных микроГЭС и обоснование предпочтительной схемы;
- 2) исследование динамики низконапорной микроГЭС и научно обоснованный выбор расчетных параметров ГЭУ и всей микроГЭС;
- 3) разработка системы автоматического управления низконапорной микроГЭС;
- 4) создание макета низконапорной микроГЭС с установленной мощностью не менее 3 кВт и его экспериментальные исследования;
- 5) разработка методических рекомендаций по расчету и построению модульных низконапорных микроГЭС для работы в автономных и объединенных электросетях.

### **2. Основные результаты ПНИ**

В 2016 году в рамках 5 этапа выполнялись следующие работы:

- обобщены результаты ПНИ, проверено их соответствие требованиям ТЗ, оценена результативность ПНИ и эффективность результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем;
- разработаны методические рекомендации по расчету и построению плавучих модульных МкГЭС для работы в автономных и объединенных электросетях;
- подготовлены предложения и рекомендации по реализации (коммерциализации) результатов ПНИ, вовлечению их в хозяйственный оборот;
- разработаны технические требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации продукции с учетом технологических возможностей и особенностей промышленного партнера;
- разработано техническое задание на ОКР по созданию МкГЭС для работы в автономных и объединенных электросетях.

При этом были получены следующие результаты:

Оптимизирована схема прототипа сифонной МкГЭС. Разработана математическая модель прототипа. Проведены вычислительные эксперименты по исследованию динамики

МкГЭС. Синтезированы оптимальная структура и параметры системы автоматического управления (САУ). Оптимизированы параметры макета МкГЭС и его гидроагрегата. Разработаны, изготовлены и исследованы на экспериментальном стенде макеты МкГЭС, ее гидроагрегата и САУ (рис. 1 и 2).

При этом впервые аналитически обосновано наличие передела энергоэффективности для ГЭУ в напорных водоводах и получено его численное значение  $2 \times 27^{-0,5}$ , которое подтверждено экспериментально. Разработан и апробирован новый метод расчета осевой турбины для МкГЭС. Впервые предложена и апробирована оригинальная схема построения генератора электрического тока для локальной автономной электросети на основе асинхронного электродвигателя без мультипликатора.



Рис. 1



Рис. 2

Разработанный прототип МкГЭС рассчитан на выходную мощность не менее 3 кВт для работы в условиях геометрического напора воды не более 2 метров при скоростях потока в русле от 0 м/с, что подтверждено экспериментально и полностью соответствует требованиям ТЗ. Технические решения, использованные в прототипе МкГЭС, отвечают требованиям новизны и патентной чистоты. Поданы 2 заявки на изобретения: № 2015151675 от 02.12.2015г. «Приплотинная гидроэлектростанция», РФ и № 2016104987 от 16.02.2016г. «Приплотинная гидроэлектростанция», РФ.

По результатам ПНИ опубликовано 5 статей в изданиях, индексируемых в Scopus.

В 2016 году результаты ПНИ докладывались на двух всероссийских и трёх международных конференциях:

- XXII Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов "Радиоэлектроника, электротехника и энергетика", НИУ "МЭИ", г. Москва;
- Всероссийская научно-техническая конференция "Студенческая научная весна – 2016", МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;
- IX Международная научно-техническая конференция "Гидравлические машины, гидропневмоприводы и гидропневмоавтоматика. Современное состояние и перспективы развития", СПбПУ Петра Великого, г. Санкт-Петербург;
- 23-я Международная Конференция по Гидроэнергетике HydroTurbo'2016 (23 mezinárodní konference o vodní energetice HydroTurbo), г. Зноймо, Чешская Республика;
- XX Всероссийская научно-техническая конференция студентов и аспирантов "Гидравлические машины, гидроприводы и гидро- пневмоавтоматика", НИУ "МЭИ", г. Москва.

В целях коммерциализации (практического использования) результатов интеллектуальной (научно-технической) деятельности, полученных в рамках проекта ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ" совместно с ООО "НПО "ПАУЭР СОЛЮШН" осуществляют подготовку к выполнению ОКР/ОТР по созданию типоразмерного ряда МкГЭС для работы в автономных и объединенных электросетях и организации его производства.

### **Область применения результатов проекта**

- объединенные и локальные электроэнергетические системы, в том числе изолированные, преимущественно в равнинных регионах;
- системы оборотного водоснабжения с бассейнами на промышленных предприятиях (например, ТЭС, ТЭЦ, АЭС и объекты химической промышленности);
- очистные сооружения;
- водоканалы и ирригационные системы.

Результаты ПНИ могут быть использованы:

- как альтернативный способ восстановления ранее существовавших малых ГЭС с использованием только сохранившихся подпорных объектов (плотин, дамб) без восстановления гидроагрегатов;
- при проектировании микро- и малых ГЭС;
- при подготовке кадров малой распределенной гидроэнергетики.

Результаты работ, полученные на пятом заключительном этапе выполнения Соглашения, полностью соответствуют техническим требованиям к выполняемому проекту и дают основание полагать, что выполнены все поставленные задачи и результаты ПНИ найдут широкое применение в промышленности.

Результаты работы планируются к использованию в лекционных курсах и практических занятиях по дисциплинам «Проектирование ГЭУ» и «Нетрадиционные возобновляемые источники энергии».

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