

Разработка прототипа плавучей низконапорной микроГЭС с быстроходным гидроагрегатом

Работа проведена в 2015 г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 гг.» в период с 01 января 2015г. по 30 июня 2015г.

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.574.21.0076 от 27 июня 2014г. (Этап 2)

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

На этапе № 2 в период с 01 января по 30 июня 2015 г. выполнялись следующие работы:

- проведен выбор схемы и разработана математическая модель МкГЭС, в т.ч.:
 - ✓ проведен выбор схемы прототипа МкГЭС по результатам сравнительных экспериментальных исследований ГЭУ;
 - ✓ разработана математическая модель прототипа МкГЭС;
 - ✓ проведена экспериментальная верификация математической модели МКГЭС на физической модели ГЭУ.
- проведены вычислительные эксперименты – вычислительные исследования динамики МкГЭС;
- проведено обоснование расчетных параметров МкГЭС и ее гидроагрегата по результатам вычислительных экспериментов;
- проведен синтез схемы и параметров САУ МкГЭС;
- проведен выбор параметров макета МкГЭС, макетов гидроагрегата и САУ.
- разработаны программа и методики экспериментальных исследований макетов МкГЭС и ее гидроагрегата;
- разработан эскизный проект макета гидроагрегата МкГЭС;
- разработан эскизный проект макета МкГЭС и ее САУ.

- использовано стендовое оборудование МЭИ для экспериментальной верификации математической модели МкГЭС.

При выполнении работ были получены следующие результаты:

- впервые аналитически обосновано наличие предела энергоэффективности для ГЭУ в напорных водоводах, аналогичного пределу Бетца-Жуковского для ветроэнергетических установок, и получено численное значение этого предела ($2 \cdot 27^{-0,5}$), которое подтверждено экспериментально.
- предложен оригинальный подход к многопараметрической оптимизации ГЭУ сифонного типа на ранних этапах проектирования, на основе которого впервые получены аналитические зависимости оптимальных расчетных параметров осевой турбины от гидродинамических параметров напорного водовода.
- разработан и подтвержден экспериментами оригинальный метод расчета осевой турбины для микроГЭС.
- инициированы дополнительные патентные исследования для оценки охраноспособности РИД, полученных в рамках работ 2-го этапа.

Проведена популяризация результатов ПНИ – текущие результаты работы были представлены:

- на техническом семинаре «Водоснабжение, водоотведение: развитие систем водоснабжения и водоотведения; комплексная модернизация системы водоснабжения, опыт и разработки» в рамках 21 международной специализированной выставки-форума «Энергетика 2015» г. Самара 10 – 13 февраля 2015 года;
- на всероссийской конференции "Студенческая научная весна - 2015" (секция "Гидромеханика, гидромашин и гидропневмоавтоматика"), проходившей 15 апреля 2015 года в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Область применения результатов проекта

- 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 гидроэнергетики.

Результаты работ, полученные на втором этапе выполнения Соглашения, полностью соответствуют техническим требованиям к выполняемому проекту и дают основание полагать, что продолжение работы позволит выполнить все поставленные задачи и результаты ПНИР 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», преподаваемых в ИЭЭ.