

НАУЧНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ – ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Обозов А.Дж., Исаев Р.Э.

*Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова,
кафедра «Возобновляемые источники энергии», Бишкек, Кыргызстан*

В статье рассматриваются вопросы обоснования научно-экспериментальных работ для создания высокоэффективной производственной базы освоения энергоресурсов малых водотоков.

Введение. Кыргызская Республика обладает огромным потенциалом использования водных энергоресурсов. Широко разветвленная речная сеть с наличием множества средних, мелких и мельчайших рек в сочетании с высокогорным рельефом и обилием атмосферных осадков определяют чрезвычайно большие потенциальные возможности для получения электроэнергии.

В современных экономических условиях Кыргызстана строительство малых, мини- и использование автономных микроГЭС требует вложения сравнительно больших начальных инвестиций, что является одним из главных сдерживающих факторов развития малой гидроэнергетики. Стоимость сооружения и использования данной категории ГЭС определяется в основном стоимостью гидромеханического и электрического оборудования, производимого только за рубежом, а так же стоимостью проектировочных работ.

В связи с вышеизложенным, разработка и создание базы для проведения экспериментально-модельных исследований гидромеханического оборудования, разработки и синтеза различных конструкций микроГЭС, систематизации разнообразных компоновочных схем проектирования гидротехнических сооружений, подбора и разработки маломощных гидрогенераторов, их систем возбуждения, регулирования напряжения и частоты, релейной защиты и автоматики, а так же другого электрического оборудования представляется чрезвычайно важной и актуальной задачей.

Экспериментально-модельные исследования гидромеханического оборудования. В гидротурбостроении для проектирования проточных элементов турбин используют методы гидродинамического расчета. Однако невозможно лишь теоретическим путем определить наилучшую конфигурацию проточного тракта, обладающего наивысшим к.п.д. и необходимыми кавитационными качествами (для реактивных видов турбин) при заданном напоре и расходе воды. Еще более трудно определить энергетические и кавитационные качества при нерасчетных режимах работы турбины. Поэтому при создании новых конструкций турбин необходим расчет нескольких вариантов проточной части, после чего модели этих вариантов испытывают в лаборатории и устанавливают оптимальные формы проточной части проектируемой турбины.

Для обеспечения гидроэлектростанций высокоэффективным гидротурбинным оборудованием необходимо проведение работ по разработке конструкций гидротурбин различных типов, надежности и долговечности машин, повышению их технологичности, снижению трудоемкости и затрат на строительство, сокращению производственного цикла и себестоимости. Все это в свою очередь требует поиска новых типов машин, новых конструктивных, компоновочных и технологических решений. В связи с этим особое значение приобретают исследовательские работы по проектированию, разработке конструкций, созданию и вводу в эксплуатацию гидротурбин. Среди этих исследований главную и определяющую роль занимают модельные исследования.

Достоинство методов моделирования заключается в том, что они позволяют изучать практически все процессы, происходящие в натуральных условиях. При этом на относительно малой по размерам модельной установке можно получить данные для любой мощности агрегатов. Точность измерений на модельных установках выше, чем в натуральных условиях. В результате испытаний в широком диапазоне режимов работы составляют характеристики машины, дающие полное представление о ее энергетических и кавитационных показателях.

Для определения параметров гидромеханического оборудования необходимо проведение следующих видов испытаний:

- Энергетические, позволяющие исследовать зависимость к.п.д. от режима работы гидротурбины, определить число оборотов, расход и мощность, зафиксировать открытие направляющего аппарата и углы поворота лопастей, а так же установить комбинаторные зависимости в поворотно-лопастных турбинах;
- кавитационные, при которых определяются зависимость кавитационного коэффициента от режима работы турбины, его критическое значение, а так же влияние этого явления на различные конструкционные материалы гидротурбин;
- разгонные, при которых определяется разгонная частота вращения гидроагрегата;
- силовые, при которых определяются силы и моменты, действующие на лопатки направляющего аппарата и лопасти рабочего колеса и суммарная гидравлическая сила, приложенная к ротору гидротурбины;
- исследование нестационарных процессов, при которых определяются пульсация давлений, возникновение и диссипация вихревых явлений и т. п.;
- прочностные, при которых исследуются напряженные состояния деталей гидротурбин.

Для освоения рек с малыми и средними напорами необходимо создание турбин с большой удельной пропускной способностью, а так же высокими удельными оборотами. Первое дает возможность получить при минимальных габаритах турбины максимальную мощность, а второе – предельно уменьшить габариты и вес генератора.

Для получения экономичного агрегата необходимо, повышая быстроходность рабочего колеса, одновременно добиться максимальных значений к.п.д., близких или незначительно уступающих максимальным значениям к.п.д. менее быстроходных колес.

Задачи создания новых высокоэффективных гидротурбин выдвигают необходимость развития и усовершенствования методов исследования кавитации гидротурбин. Сложность явления кавитации не дает возможности с помощью теоретических методов полностью исследовать физику этого явления. Поэтому практически определение кавитации производится по одному или нескольким ее проявлениям:

- по эрозии лопастей рабочих колес и других частей гидротурбин;
- по падению числа оборотов и к.п.д. гидротурбин;
- по вибрации элементов конструкции турбин;
- по специфическим шумам.

Энергетический метод исследования кавитации может быть применен только на моделях турбин, при наличии соответствующего оборудования, позволяющего изменять режим работы моделей. Однако и этот метод не вскрывает полностью природы кавитационного явления.

Расчет на прочность многих деталей гидротурбин, работающих в условиях неравномерного напряжения и сложного нагруженного состояния, весьма затруднителен. Для его выполнения надо знать действующие силы не только при расчетных установившихся режимах, но и в процессе регулирования при переходных режимах работы. При проектировании гидротурбин часто используются приближенные методы

расчета. Для определения степени точности приближенных методов расчета и их уточнения пользуются данными экспериментальных исследований напряжения и деформации деталей машин, определяемых такими методами как тензометрирование, метод покрытий, поляриционно-оптический и т. д. Так же следует отметить тот факт, что вращающийся ротор гидроагрегата имеет большие маховые массы. При несбалансированном роторе возникают значительные инерционные силы. На ротор могут действовать боковые силы при несимметричном воздействии потока на рабочее колесо и одностороннем магнитном притяжении ротора генератора. Все эти усилия и весовые нагрузки должны надежно и длительно восприниматься опорами. Для горизонтальных гидроагрегатов основными нагрузками являются веса деталей, направленные перпендикулярно оси вала. В связи с тем, что турбина и генератор являются по существу единым агрегатом, имеющим иногда даже единый вал, опоры вала – подшипники и подпятник – должны выбираться и устанавливаться с учетом общей компоновки гидростанции, конструкции гидроагрегата и нагрузок, действующих на его ротор.

Таким образом, для разработки и создания высокоэффективного оборудования необходимы экспериментальные исследования, направленные на установление общих закономерностей, используя которые можно будет создавать высокоэффективные узлы гидротурбин. Как правило, основополагающей частью этих работ являются модельные исследования.

Разработка и синтез различных конструкций микроГЭС. Характерной особенностью микроГЭС является большое разнообразие различных конструкций, которые работают в очень тяжелых условиях. В этих условиях весьма важны данные, полученные путем испытаний в лабораторных условиях. Это позволяет произвести анализ различных вариантов или их отдельных элементов и отобрать наиболее лучшие из них. При этом следует отметить, что условия испытаний остаются стабильными: напор, расход, температура, состав воды сохраняется неизменным, что очень важно для полученных результатов.

Систематизация разнообразных компоновочных схем проектирования гидротехнических сооружений. Строительство малых ГЭС сопровождается сооружением низконапорных водохранилищных гидроузлов, которые, как правило, возводят с помощью местного материала (камня, различных грунтовых пород), без применения широкой механизации. При этом в теле плотины необходимо сооружать водосбросные, водовыпускные и водопропускные системы. В определенных условиях их функции могут быть частично совмещены, что как правило, дает существенный экономический эффект. Комплексные гидроузлы, включающие сооружения разного функционального назначения, обычно строят по индивидуальным проектам. Вместе с тем массовое строительство низконапорных водохранилищных узлов на малых реках и каналах имеет определенный потенциал снижения стоимости их проектирования и возведения путем типизации их основных гидротехнических узлов.

Подбор и разработка маломощных гидрогенераторов, их систем возбуждения, регулирования напряжения и частоты, релейной защиты и автоматики и др. электрического оборудования. Гидрогенератор является составной частью единого энергетического агрегата гидроэлектростанции, в котором узлы и детали генераторов и турбин компоновочно, конструктивно и технологически взаимосвязаны. Основными параметрами генератора, которые приходится выбирать, исходя из типа и конструкции турбин, являются расположение вала и число полюсов, которое определяется скоростью вращения. Учитывая необходимость экономии металла, гидрогенераторы малых ГЭС обычно изготавливают малополюсными, что обуславливает их значительные скорости вращения. Это значительно повышает требования к их технологическим и прочностным характеристикам.

Эксплуатация малых и микроГЭС осуществляется при малом числе специального обслуживающего персонала или вообще без него. Поэтому все процессы по регулированию мощности, напряжения и частоты электрического тока должны быть автоматизированы. Основными параметрами, подлежащими регулированию при изменениях нагрузки потребителей, являются напряжение и частота электрического тока. Способ регулирования зависит от типа генератора и условий его работы, что предполагает разработку и адаптирование различных схем релейной защиты, автоматики и телемеханики.

Выводы. Использование малой гидроэнергетики в условиях сложившегося социально-экономического положения наряду с другими источниками получения энергии является наиболее привлекательным. При этом для удаленных потребителей решаются следующие задачи:

- независимость от централизованного электроснабжения;
- образование дополнительных рабочих мест;
- экономия первичных источников энергии;
- образование оседлого образа жизни в горных регионах;
- снижение миграции сельского населения в города;
- сохранение экологии.

Таким образом, освоение гидроресурсов малых рек Кыргызстана требует фундаментальное развитие научно-производственной базы для снижения стоимости сооружения малых и миниГЭС, а так же широкого практического применения микроГЭС.

Литература

1. Модельные исследования гидротурбин/ Под ред. В.М. Малышева. Изд-во “Машиностроение”. Ленинград, 1971.
2. Отчет НИР “Исследование и разработка низконапорной микрогидростанции”. КГТУ, Бишкек, 2006.
3. Орго В.М. Гидротурбины. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1975.
4. Рахимов К.Р., Беляков Ю.П. Гидроэнергетика Кыргызстана. Бишкек: ИЦ «Техник», 2006.
5. Программа Финансового Инжиниринга по развитию Малых ГЭС в Кыргызстане. Отчет по информационному семинару. Бишкек, 20 Апреля 2004. The Norwegian-Kyrgyz co-operation on Small Hydro Power Stations. Energy Saving International AC