

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ

И.А. Аккозиев – докт. техн. наук,

В.В. Кириллов – канд. техн. наук, доцент,

Д.К. Байтлеуова – научн. сотрудник
ИА НАН КР

Статья посвящена использованию микроГЭС для энергоснабжения автономного потребителя в высокогорных регионах. Приведены результаты экспериментальных исследований опытного действующего образца низконапорной микроГЭС.

Горный рельеф Кыргызской Республики в совокупности с другими природными факторами богат ледниками, что оказывает существенное влияние на энергообразующую и хозяйственную деятельность, специализацию отдельных высокогорных отраслей экономики и условия жизни населения. Освоение высокогорных (более 3000 м) плато, отличающихся суровыми природными условиями и ледниками, сопряжено с большими трудностями.

Природа Кыргызской Республики как высокогорная экологическая система относится к особо уязвимым и хрупким субстанциям, постоянно подверженным сильнейшим антропогенным воздействиям. И уже сейчас необходимо предпринимать активные действия по предотвращению экологических катастроф. И начинать надо с формирования научного подхода к решению возникающих проблем. Главная задача – мони-

торинг запасов нетрадиционных и возобновляемых источников, разработка новых ресурсосберегающих технологий, проведение комплексных климатологических, агроклиматических, экономико-географических, геоэкологических исследований с использованием современных методологических подходов. Одним из возобновляемых источников являются горные водные источники, обладающие малым потенциалом и экологически чистыми энергоресурсами.

Использование тепловой энергии методом прямого сжигания в горных регионах влечёт за собой непредсказуемые последствия. В результате деятельности человека за последние 50 лет претерпели существенную деградацию многие экосистемы КР, что привело к исчезновению 11 видов и поставило под угрозу исчезновения около 150 видов флоры и фауны. Животные и птицы, такие, как барс снежный, яки, баран гор-

ный тяньшанский, медведь тяньшанский, рысь горная, сокол-балабан и т.п., утратив среду обитания, погибают. В результате неполного сгорания выделяется большое количество продуктов, которые способствуют развитию малоизвестных форм вирусных заболеваний диких животных и птиц и трансформируются на человека. Это в итоге может привести к развитию новых вирусных заболеваний. Кроме того, образование диоксидов и взвешенных продуктов от неполного сгорания в горных регионах, является катализатором интенсивного таяния ледников – источника влаги всего Центральноазиатского региона. Самопроизвольное разложение неиспользуемых животноводческих отходов ежегодно сопровождается выделением около 100 тыс. т CO_2 , что способствует увеличению парникового эффекта.

Следует отметить и низкий образовательный уровень экологических знаний населения горных регионов. Рациональное использование энергоресурсов в высокогорных районах является одной из проблем энергообеспечения проживающего там населения. Удаленность от цивилизации и недостаточные возможности доступа населения к соответствующему образованию, суровые климатические условия создают серьезные препятствия для устойчивого развития горных регионов Кыргызстана. Все это недостаточно бережное отношение к экологическому состоянию окружающей среды, исчезающие виды флоры и фауны обязывают шире использовать новые технологии энергообеспечения. Использование в горных регионах энергоносителей на основе ВИЭ улучшит качество энергопотребления и позволит сохранить экологический баланс и защитить уникальные природные объекты от вредных выбросов.

Основными компонентами биомассы являются посевные культуры, сельскохозяйственные отходы, дрова, отходы обработки древесины, а также бытовые и животноводческие отходы. Энергетические возможности биомассы в республике используются очень слабо из-за низкой эффективности технологий. Современные методы преобразования биомассы позволяют получать газообразное, жидкое и твердое топливо, а также эффективно использовать продукты переработки в качестве кормовых добавок, органических удобрений, сырья и материалов для изготовления различных препаратов и другой продукции.

Солнечная энергия в Кыргызской Республике в основном используется для горячего водоснабжения потребителей частного секто-

ра, соцкультбыта и некоторых промышленных предприятий. Однако подобные установки в горных регионах не используются по причине отсутствия данных по потенциалу солнечной энергии.

Использование ветровой энергии в республике находится на этапе предварительной оценки, поскольку широкие научные исследования по оценке потенциала ветровой энергии не проводились. В основном ветроэнергетические установки (ВЭУ) используются для обслуживания дорожных постов на горных перевалах. Ветроустановки эксплуатируются без должной оценки энергopotенциала. Это приводит к их неэффективному использованию, потому что они бездействуют большую часть года. В то же время использование ветроэнергетических установок особенно эффективно в комплексе с другими типами ВИЭ (солнечной, гидравлической). Мониторинг ветровой энергии позволит более эффективно использовать ветроустановки для комплексного энергоснабжения потребителей горных регионов.

Гидроэнергетический потенциал крупных водотоков Кыргызской Республики достаточно хорошо изучен. Гидроэнергия используется для выработки электроэнергии в основном на крупных ГЭС для электроснабжения равнинных регионов. Потребители высокогорных регионов потенциал малых рек для энергоснабжения используют не в полной мере. По предварительным данным Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, потенциал малых водотоков составляет более 80 млрд. кВт·ч в год. Для более точных данных необходим мониторинг малых водотоков высокогорных регионов. Широкое применение микроГЭС в высокогорных регионах сдерживает отсутствие систематизированных данных энергетического потенциала малых водотоков горных местностей и отсутствие разработок низконапорных малоэнергоёмких микропреобразователей для эффективного использования в горных регионах.

Горные регионы, удаленные от централизованного энергоснабжения, имеют значительные запасы гидроэнергетических ресурсов и в то же время испытывают значительные затруднения в электрическом обеспечении [1]. Это обусловлено тем, что доставка топлива и электроснабжение сопряжено с рядом трудностей, вызванных отсутствием или плохим состоянием подъездных путей, значительными транспортными расходами и крупными капиталовложениями на строительство электрических сетей. Затраты на

доставку электроэнергии от энергосистемы на 1 кВт·ч составляют в среднем 120–150\$ США капиталовложений и 1300\$ эксплуатационных расходов. Только на электрические сети в горных регионах потребуется около 100 млн. \$ США капиталовложений. Также сложна доставка топлива к потенциальным потребителям. Из-за плохого состояния дорог в горной местности 1 т/км доставки грузов обходится в среднем 25\$. Себестоимость доставленной потребителю 1 т сжиженного газа достигает 110\$, нефтепродуктов – 250\$, угля – 180–200\$. Сложность транспортировки вынуждает многих потребителей запасать топливо в ограниченных объемах, недостаточных для нормальной жизнедеятельности.

В последние годы разработано множество конструкций микроГЭС [2–4]. По техническим характеристикам они имеют следующие недостатки: предназначены для эксплуатации при высоких напорах (7–20 м); имеют большие массогабаритные показатели (0,12 т и более); имеют низкий КПД (40–60%). Например, микроГЭС мощностью 5 кВт работает при напоре 7 м и имеет массу до 0,25 т. Отсутствие подъездных путей для проезда специальной техники для монтажа оборудования также составляют определённые трудности. Все это сдерживает их использование у потенциальных потребителей.

КПД гидроустановки зависит от вырабатываемой мощности и величины потерь, которые состоят из механических, электрических и гидравлических [2]. КПД крупных станций достигает 95–98%. Класс микроГЭС установленной мощности от 100 Вт до 100 кВт обладает КПД 40–50% и менее. Нижний предел КПД относится к микроГЭС с диапазоном мощностей 1–5 кВт. Такие значения КПД обуславливаются гидравлическими потерями, связанными с использованием низких напоров $H=2\div 6$ м и малых расходов $Q=0,3$ м³/с. Гидравлические потери микроГЭС в основном образуются из-за неполного преобразования энергии воды, взаимодействующей с лопатками рабочего колеса [1, 2]. Распределение поля скоростей поступающей на лопатки рабочего колеса воды имеет неравномерный характер [1]. Вследствие чего вводится коэффициент неравномерности α :

$$\alpha = \frac{\int F \cdot v_i^2 \cdot v_{ni} \cdot dF}{v_{cp}^2 \cdot Q} \approx \frac{\sum v_i^2 \cdot v_{ni} \cdot f_i}{v_{cp}^2 \cdot Q} \quad (1)$$

Если величина коэффициента неравномерности α входящей жидкости составляет

$\alpha_1=1,1\div 1,5$, то значение коэффициента неравномерности исходящей жидкости составляет $\alpha_2=3\div 7$. Таким образом, достаточная часть кинетической энергии у низконапорных микроГЭС не используется, вследствие чего КПД снижается до указанных выше величин. С целью повышения КПД низконапорной микроГЭС возможно применение дополнительной турбины – центрифуги для полного использования энергии отработавшего водного потока. Применение центрифуги позволит сократить коэффициент неравномерности до пределов $\alpha=1,1\div 1,5$. Тогда кинетическая энергия будет равна:

$$W_{2кин} = \frac{v^2 \cdot \alpha^2}{2g} \quad (2)$$

При коэффициенте неравномерности $\alpha=1,1\div 1,5$ КПД низконапорной микроГЭС составит $\eta=0,73\div 0,92$. Изучив существующие конструкции установок, выявлено, что возможно существенное увеличение отбора мощности кинетической энергии.

На техническое решение низконапорной микроГЭС получен патент, создан экспериментальный образец, проводятся экспериментальные исследования и получены положительные результаты. Исследования проводились на экспериментальной установке, которая состоит из гидравлического стенда и опытного образца низконапорной микроГЭС (рис. 1).

Экспериментальные исследования опытного образца низконапорной микроГЭС показали (рис. 2), что увеличение расхода приводит к увеличению числа оборотов вала турбины и оборотов генератора. Кривые 4 и 5 показывают очевидные гидравлические потери, при этом увеличение расхода рабочей жидкости не сопровождается увеличением выходной мощности – следовательно, уменьшается КПД установки. Кривая 6 – это результаты теоретических расчетов мощности при расчетных конструктивных параметрах направляющего аппарата и КПД $\eta=0,65$.

Сравнение экспериментальных кривых с теоретическими показывает, что отклонение выходных параметров происходит из-за несовершенства изготовленного рабочего колеса, его конструктивных несоответствий параметрам запроектированного и изготовленного образца турбины. Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что отсасывающая труба оказывает существенное влияние на обороты турбины и на выходную мощность установки в целом.



Рис. 1. Общий вид экспериментального стенда: 1 – напорная емкость; 2 – циркуляционный насос; 3 – прямоугольный лоток; 4 – емкость нижнего бьефа; 5 – вентиль напорного резервуара; 6 – гибкий трубопровод; 7 – опытный образец микроГЭС.

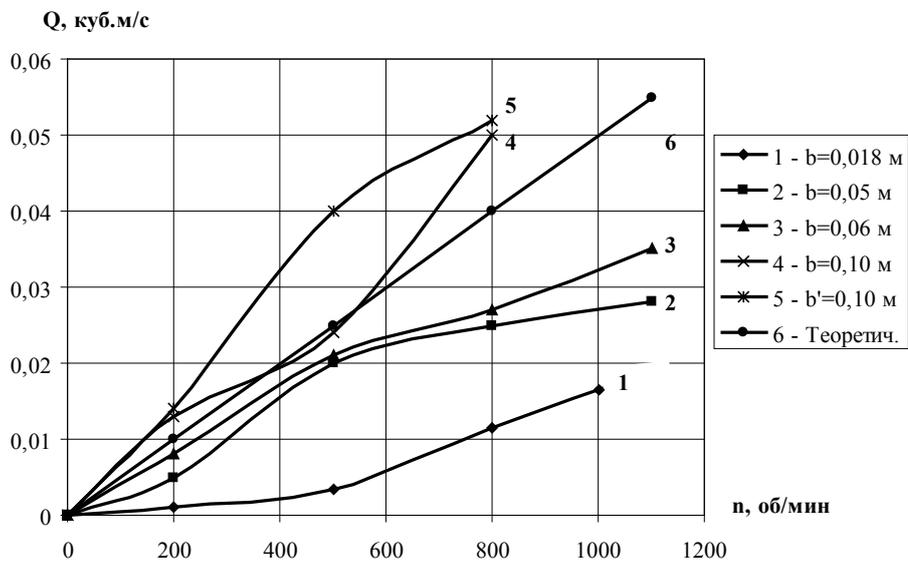


Рис. 2. Зависимость числа оборотов от конструкции направляющего аппарата.

Исследования опытного образца показали, что, несмотря на конструктивное несовершенство проточного тракта, установка выдает 70% номинальной мощности и вполне работоспособна.

Производство таких установок, как микроГЭС, а также ВЭУ, биогазовых установок, солнечных тепловых преобразователей не требует использования высоких технологий. Промышленность республики в состоянии освоить производство данных установок в областных центрах, а также в промышленных городах.

Комплексное использование ВИЭ позволит благоустроить быт жителей высокогорных регионов, использовать современные методы получения образования с помощью сети Интернет, организовать переработку производимой ими продукции, соответственно снизить отток населения из высокогорных регионов. Внедрение установок ВИЭ в повседневную практику даст импульс к переоценке отношения местного населения к уникальной природе высокогорных регионов, будет способствовать повышению рекреационного потенциала гор, сокращению ин-

тенсивного таяния ледников, развитию горного туризма в КР.

Использование возобновляемых источников энергии в горных регионах позитивно решит ряд проблем, связанных с оседлостью населения горных регионов, возрождению экосистемы горных регионов, с сохранением исчезающих видов флоры и фауны.

Литература

1. *Колтон А. Ю., Этинберг И.Э.* Основы теории и гидродинамического расчета водяных турбин. – М.: Машгиз, 1958. – С. 360.
2. *Гутовский Е.В., Колтон А.Ю.* Теория и гидродинамический расчет гидротурбин. – Л: Машиностроение, 1974. – С. 368.
3. *Овчаров Е.Е., Захаровская Н.Н.* Гидрология и гидрометрия. – Л: Гидрометеиздат, 1986. – С. 230.
4. *Кириллов В.В., Байтлеуова Д.К., Постнов А.* Асинхронный генератор для низковольтной микроГЭС // Проблемы автоматики и управления. – Бишкек: Илим, 2006. – С. 230.