

ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА МИКРОГЭС ДЛЯ ОТДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ИХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

И.Г. Кенжаев, д.т.н., профессор, E-mail: ikenjaev@oshsu.kg
З.Ш. Айдарбеков, к.т.н., доцент, E-mail: zaidarbekov@oshsu.kg
Ж.Ж. Турсунбаев, к.т.н., доцент, E-mail: jtursunbaev@oshsu.kg
А.М. Жороев, старший преподаватель, E-mail: ajoroev@oshsu.kg

Ошский государственный университет
Ош, 723500, Кыргызская Республика

Аннотация: В статье приведен опыт внедрения микроГЭСов в горных местностях, удаленных от централизованного электроснабжения. Приведена методика определения технико-экономических показателей микроГЭС на примере микроГЭС мощностью 40 кВт, установленной в ущелье Чычкан Токтогульского района.

Ключевые слова: микроГЭС, механизм, радиально-осевая турбина, асинхронный генератор, гидросооружение, капиталовложение, себестоимость.

АЛЫСТА ЖАЙГАШКАН КЕРЕКТӨӨЧҮЛӨР ҮЧҮН МИКРОГЭСТЕРДИ КУРУУ ТАЖРЫЙБАСЫ ЖАНА АЛАРДЫН ТЕХНИКАЛЫК-ЭКОНОМИКАЛЫК КӨРСӨТКҮЧТӨРҮН ЭСЕПТӨӨНҮН УСУЛУ

Аннотация: Макалада борбордоштурулган электр менен камсыздоо тармагынан алыс жайгашкан тоолуу жерлерде микроГЭСтерди орнотуруу боюнча тажрыйбалардын натыйжалары келтирилген. Токтогул районуна караштуу Чычкан капчыгайында орнотулган кубаттуулугу 40 кВт болгон микроГЭСтин мисалында микроГЭСтердин технико-экономикалык көрсөткүчтөрүн эсептөөнүн методикасы келтирилген.

Ачкыч сөздөр: микроГЭС, механизм, радиал-октуу турбина, асинхрондуу генератор, гидрокурулма, капиталдык салым, өздүк баа.

EXPERIENCE IN THE CONSTRUCTION OF MICRO-POWER PLANTS FOR REMOTE CONSUMERS AND CALCULATION METHODS OF THEIR TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS

Abstract: The article presents the experience of implementation of micro hydropower plants in mountainous areas, away from centralized electricity supply. The methodology of determining the technical and economic parameters on the example of micro hydro micro hydro power 40 kW installed in the gorge Chychkan Toktogul district.

Key words: microHES, mechanism, radial-axial turbine, asynchronous generator, hydraulic construction, capital investment, cost.

1. Введение

Энергетический кризис, связанный с уменьшением запаса органического топлива, и стремительно возрастающие проблемы охраны окружающей среды определяют все больший интерес во всем мире к использованию возобновляемых источников энергии.

В настоящее время всё больше стран в мире выделяют колоссальные средства на развитие и внедрение возобновляемых источников энергии, понимая, что получать её посредством сжигания углеводородов – это всё равно, что пилить сук, на котором сидишь.

В условиях Кыргызстана среди возобновляемых источников энергии весьма значительное место по масштабам и запасам занимает энергия горных водотоков.

На территории Кыргызской республики 90% малых и мелких водотоков сосредоточено в верхних и средних русловых участках, где в сельской и горной местности расположены рассредоточенные потребители, испытывающие наибольший дефицит электроэнергии.

В республике насчитывается 252 крупных и средних реки, потенциал которых оценивается в 18,5 млн. кВт мощности и более 140–160 млрд. кВт·ч электроэнергии, из которых используется менее 10% [4].

Потенциал малых рек и водотоков оценивается в 1,6 млн. кВт мощности, а выработка может составить порядка 5–8 млрд. кВт·ч в год [4].

Сама по себе, гидроэлектростанция представляет собой комплекс различных сооружений и оборудования, использование которых позволяет преобразовывать энергию воды в электроэнергию. Гидротехнические сооружения обеспечивают необходимую концентрацию потока воды, а дальнейшие процессы производятся при помощи соответствующего оборудования.

Внедрение микроГЭС является сложной задачей и требует решения вопросов, относящихся к его работоспособности, надежности конструкции, выбору оптимальных режимов работы. Механизмы микроГЭС испытывают циклические и случайные воздействия со стороны водяного потока. Это приводит к появлению существенных динамических нагрузок на механизмах устройства [1].

1. Материалы и методы исследования

Механическая часть привода микро ГЭС состоит из нескольких звеньев и представляет собой сложную кинематическую цепь с большим числом движущихся элементов.

Допустим, что указанная механическая часть состоит из абсолютно жестких, недеформируемых элементов и не содержит воздушных зазоров. При этом движение одного элемента дает полную информацию о движении всех остальных элементов, т. е. функциональные зависимости, соответствующие законам движения всех звеньев кинематической цепи привода, пропорциональны друг другу, и от движения одного элемента можно перейти по заранее известной взаимосвязи между координатами к движению любого другого элемента. Таким образом, движение привода можно рассматривать на каком-либо одном механическом элементе, к которому приведены все внешние моменты или силы, а также все инерционные массы механических звеньев. За такой элемент принимаем вал водяного колеса. В работе [2] проведен расчет вала водяного колеса микроГЭС с учетом принятых выше допущений.

2. Результаты и обсуждения

Нами проведены определенные работы по разработке, созданию и внедрению в производство микроГЭСов различного исполнения. При разработке каждого конкретного типа микроГЭС детали каждого звена подобраны на основании этих расчетов.

Созданные микроГЭСы рассчитаны для установки их на поверхности водотока, так и на деривационных водотоках от предгорных и горных рек.

На рисунках 1-8 приведены часть созданных и внедренных нами микроГЭСов, которые установлены на труднодоступных горных местностях республики, удаленных от энергосистемы:

- микроГЭС мощностью 40 кВт в ущелье Чычкан на 241 км автодороги Бишкек-Ош;
- микроГЭС мощностью 5 кВт в ущелье Чычкан (кафе «Огонек»);
- микроГЭС мощностью 37 кВт в ущелье Чычкан (кафе «Форель»);
- микроГЭС мощностью 85 кВт в селе Кербен (Аксы́йский район);
- микроГЭС мощностью 5 кВт в селе Кашкалдак (Ноокатский район);
- микроГЭС мощностью 5 кВт в селе Майдан (Кадамжайский район);
- микроГЭС мощностью 5 кВт в селе Кыпчак-Талаа (Ноокенский район);
- микроГЭС мощностью 5 кВт в селе Большевик (Узгенский район).



Рис. 1. МикроГЭС 40 кВт в ущелье Чычкан на 241км автодороги Бишкек-Ош.



Рис. 2. МикроГЭС мощностью 5 кВт в ущелье Чычкан (кафе «Огонек»).



Рис. 3. МикроГЭС мощностью 37 кВт в ущелье Чычкан (кафе «Форель»).



Рис. 4. МикроГЭС мощностью 85 кВт в селе Кербен (Аксы́йский район).



Рис. 5. МикроГЭС мощностью 5 кВт в селе Кашкалдак (Ноокатский район).



Рис. 6. МикроГЭС мощностью 5 кВт в селе Майдан (Кадамжайский район).



Рис. 7. МикроГЭС мощностью 5 кВт в селе Кыпчак-Талаа (Ноокенский район).





Рис. 8. МикроГЭС мощностью 5 кВт в селе Большевик (Узгенский район).

Приведенные в данной статье микроГЭСы просты по конструкции и, применяемые в их изготовлении материалы доступны. В конструкции микроГЭС с радиально-осевой турбиной используются такие недефицитные и недорогие материалы, как стальной лист, уголок, швеллеры и трубы различных размеров, которых можно приобрести на любом рынке металлов.

При изготовлении микроГЭС с радиально-осевой турбиной выполняются несложные токарные, фрезерные и сварочные работы.

МикроГЭС с радиально-осевой турбиной (рис.1-4) состоит из деривационного канала, водозаборного устройства, напорного водовода, помещения для энергоблока, в котором находятся: 2 задвижки, радиально-осевая турбина, маховик, муфта, асинхронный генератор с конденсаторами для самовозбуждения и щит измерительных приборов [3]. Задвижки предназначены для ручного регулирования поступления воды в турбину и аварийного сброса. Водозаборное устройство состоит из шлюза, сороудерживающей решетки, фильтра-отстойника (пескоуловитель), аварийного сброса и воздуховыводящей трубы (вантус).

Для определения технико-экономических показателей созданных микроГЭСов нами разработана методика их расчета.

При выполнении технико-экономических расчетов необходимо учитывать капиталовложения в строительство микроГЭС и годовые издержки (затраты) на эксплуатацию микроГЭС.

В капиталовложения включают затраты на предпроектные изыскания, проектные работы совместно с бизнес-планом строительства, приобретение оборудования, технических средств и инвентаря, строительство водозаборного устройства, водовода, помещения микроГЭС, строительно-монтажные работы, изготовление, монтаж и пуск оборудования микроГЭС.

Технические данные построенных микроГЭС сведены в табл. 1.

Таблица 1.

Основные технические данные разработанных и внедренных микроГЭС

№	Наименование микро ГЭС	Предельная мощность, P_m (кВт)	Напор воды, $H(m)$	Расход воды, $Q(m^3/c)$	Стоимость строительства, долл.США
1	МКГЭС-5 РО	5	8	0,07-0,09	2 750,0
2	МКГЭС-37 РО	37	40	0,19-0,23	10 120,0
3	МКГЭС-40 РО	40	43	0,22-0,25	10736,0
4	МКГЭС-85РО	85	32	0,56-0,59	17 200,0

На основании приведенных технических данных микроГЭСов определим капитальные вложения и стоимость производимой электроэнергии при использовании микроГЭС. При этом использование резервной ДЭС нам не представляется необходимым.

Таблица 2.

Капиталовложения на строительство микроГЭС мощностью 40 кВт

№	Наименование оборудования	Стоимость, долл.США
1	Агрегаты МКГЭС мощностью 40 кВт, включая асинхронный генератор с конденсаторами, турбину, муфту, задвижки, щит электроприборов	2753,0
2	Здание ГЭС площадью 10 м ² для размещения агрегатов и электрощита	806,0
3	Водозаборное устройство и водовод длиной 250 м	4640,0
4	Линия электропередачи напряжением 380/220 В длиной 200 м	2030,0
5	Блок регулирования реактивной мощности (устройство поперечной компенсации)	507,0
Суммарные капитальные вложения		10736,0

Амортизационные отчисления на 1 год эксплуатации согласно общей норме амортизационных отчислений 6,4% в год равны:

$$C_{\text{МКГЭС.АМОРТ}} = C_{\text{МКГЭС.КАП}} \cdot 0,064 = 10736,0 \cdot 0,064 = 687,1 \text{ долл.США /год.}$$

Оценим сумму расходов на обслуживание МГЭС, сведя статьи расходов в табл. 3. (заработная плата).

Таблица 3.

Состав и зарплата персонала микроГЭС

Должность	Количество	Зарплата на человека в месяц, долл.США	Зарплата в год, долл.США
Дежурный оперативный персонал: электрик	1	120,0	1440,0
Сумма зарплаты персонала	1 человек	Зарплата персонала в год C_{зп} = 1440,0	

Итого ежегодные издержки на эксплуатацию:

$$C_{\text{СУМ МКГЭС}} = C_{\text{МКГЭС.АМОРТ}} + C_{\text{ЗП}} = 687,1 + 1440,0 = 2127,1 \text{ долл.США /год,}$$

Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии от микроГЭС:

$$C_{\text{кВт / МКГЭС}} = \frac{C_{\text{СУМ.МКГЭС}}}{W_{\text{ПОТП / год}}} = \frac{2127,1}{40 \cdot 24 \cdot 365} = 0,0061 \text{ доллСША / кВт} \cdot \text{ч.}$$

Выводы

1. Опыт внедрения микроГЭСов на отдаленных горных местностях показывает, что механизмы микроГЭСов испытывают циклические и случайные динамические нагрузки, что требует подбор деталей механической части с учетом запаса прочности.
2. Построение гидросооружений требует тщательного анализа рельефа местности для каждого конкретного внедряемого микроГЭСа.
3. Предлагаемая методика расчета технико-экономических показателей отличается универсальностью и применима для любых видов малых и микроГЭСов.

Литература:

1. Малая гидроэнергетика. Под ред. Л.П.Михайлова. М.: Энергоатомиздат, 1989.–189 с.
2. Липкин В.И., Богомбаев Э.С. Микро и малые гидроэлектростанции в Кыргызской Республике. Справочное пособие. Бишкек: 2012. – С.116
3. Айдарбеков З.Ш., Жороев А.М., Манасов М.Д. Система стабилизации частоты автономной микроГЭС без регулятора расхода воды. Российская академия естествознания. Энергетические гидросооружения и гидроузлы.// Электронный ресурс/. март - 2011. - Режим доступа: www.econf.rae.ru/article/5944.
4. Ясинский В.А., Мироненков А.П., Сарсембеков Т.Т. Современное состояние и перспективы развития малой гидроэнергетики в странах СНГ. Отраслевой обзор №14. Евразийский банк развития Алматы, - Алматы: 2011. – С. 36.