

УДК 627.83(575.2)
DOI: 10.36979/1694-500X-2023-23-8-4-8

ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В КЫРГЫЗСТАНЕ

Б.А. Ботоканова, Усон кызы Эрмек, Э.И. Исмаилов

Аннотация. Рассмотрено современное состояние малой гидроэнергетики в Кыргызстане, проанализирован общий потенциал, а также приведены достижения отдельных стран в использовании возобновляемых источников энергии. Особое внимание уделено реконструкциям малых ГЭС и определению основных параметров гидротехнических сооружений. Проведен анализ и составлен баланс напора и мощности ГЭС для различных эксплуатационных режимов. Рассмотрены вопросы воздействия малых ГЭС на окружающую среду и определены меры по оптимизации негативного влияния на окружающую среду.

Ключевые слова: энергетический ресурс; водовод; напор; гидроэнергетика; мощность; водохранилища; деривационный канал.

КЫРГЫЗСТАНДА ЧАКАН ГИДРОЭНЕРГЕТИКАНЫ ӨНҮКТҮРҮҮНҮН АРТЫКЧЫЛЫКТАРЫ

Б.А. Ботоканова, Усон кызы Эрмек, Э.И. Исмаилов

Аннотация. Кыргызстандагы чакан гидроэнергетиканын азыркы абалы каралып, жалпы потенциалы талдоого алынып, айрым өлкөлөрдүн энергиянын кайра жаралуучу булактарын пайдалануудагы жетишкендиктери көрсөтүлдү. Кичи ГЭСтерди реконструкциялоого, гидротехникалык курулуштардын негизги параметрлерин аныктоого өзгөчө көңүл бурулган. Талдоо жүргүзүлүп, ар кандай иштөө режимдери үчүн ГЭСтердин басымынын жана кубаттуулугунун балансы түзүлдү. Чакан ГЭСтердин айлана-чөйрөгө тийгизген таасири боюнча маселелер каралып, айлана-чөйрөгө терс таасирин оптималдаштыруу боюнча чаралар аныкталган.

Түйүндүү сөздөр: энергетикалык ресурс; суу өткөргүч түтүк; басым; гидроэнергетика; кубаттуулук; суу сактагычтар; деривациялык канал.

PRIORITIES FOR THE DEVELOPMENT OF SMALL HYDROPOWER IN KYRGYZSTAN

B.A. Botokanova, Uson kzy Ermek, E.I. Ismatillaev

Abstract. The article considers the current state of small hydropower in Kyrgyzstan and analyzes the overall potential, as well as the achievements of individual countries in the use of renewable energy sources. In a market economy, there is an increase in the cost of energy, including small hydropower. In this regard, special attention is paid to the reconstruction of small HPPs and the determination of the main parameters of hydraulic structures. An analysis was carried out and a balance was drawn up for the pressure and power of the HPP for various operating modes. The issues of environmental impact were also considered and measures aimed at minimizing the negative impact on the environment were identified.

Keywords: energy resource; conduit; head; hydropower; power; reservoirs; diversion channel.

Введение. В настоящее время строительство малых ГЭС в отдаленных районах является основным решением для получения дополнительной энергии. Малыми ГЭС, в соответствии с законодательством Кыргызской Республики, считаются сооружения с установленной мощностью менее 30 МВт. Малые гидроэлектростанции генерируют от 0,01 до 30 МВт электроэнергии. Малая гидроэлектростанция мощностью 10 кВт может обеспечить электроэнергией большой дом, небольшую гостиницу или ферму [1].

До начала строительства крупных гидроэлектростанций в различных горных регионах республики действовало более 200 малых ГЭС. Были построены Уч-Курганская ГЭС мощностью 180 тыс. кВт, Ат-Башинская ГЭС 40 тыс. кВт. Самая крупная Токтогульская ГЭС мощностью 1 200 тыс. кВт объединила энергосистемы Севера и Юга Средней Азии. В связи с вводом в эксплуатацию крупных ГЭС десятки малых электростанций были законсервированы или демонтированы, а их оборудование и гидротехнические сооружения со временем пришли в негодность [2].

Последние 30 лет развитие гидроэнергетики в Кыргызстане сдерживалось следующими причинами [2]:

- отсутствием материально-технических и финансовых ресурсов для освоения энергетических ресурсов рек Нарын (прекращено строительство Камбаратинской ГЭС-1, Кокомерен, Ала-Буга и Чаткал);
- неплатежеспособностью энергопотребителей в высокогорных и сельских районах;
- высокой ценой на строительные материалы и оборудование.

Переход населения на электрическое отопление и пищеприготовление привело к увеличению потребления электроэнергии более чем на 50–60 %, что привело к ее дефициту на фоне постоянного увеличения спроса. Всё это, а также износ оборудования, рост цен на уголь и газ приводит к пониманию необходимости возврата к эффективному использованию потенциала малых рек и водотоков горных районов республики.

В рамках Государственной программы по развитию малых гидроэлектростанций в Кыргызской Республике предусматривается восстановление, реконструкция и модернизация 29 существующих малых ГЭС, а также строительство 33 новых станций [2]. В связи с этим становится актуальным решение практических инженерных задач, связанных с реализацией экономически эффективных проектов малых ГЭС с использованием инновационных технологий. Инвестирование в малые гидроэнергетические системы может сократить дефицит электроэнергии, защитить от загрязнения окружающую среду.

Материалы исследования. В качестве примера рассмотрены характеристики малой ГЭС на р. Иссык-Ата, которая была построена в 1960 г. и вырабатывала электроэнергию до 1972 года. Мощность станции составляла 1 450 кВт при уровне производства 8,0 млн кВт/час электроэнергии ежегодно. Связь станции с энергосистемой и потребителями осуществлялась через подстанцию 35/10 кВт «Юрьевка» [2].

Гидроэлектростанция относится к категории малых ГЭС и состоит из двух агрегатов мощностью по 800 кВт каждый (суммарная мощность станции 1,6 МВт). В 1972 г. в связи со строительством плотины с бассейном декадного регулирования (БДР), расположенного между головным водозаборным сооружением и водосбросным трактом гидроэлектростанции эта ГЭС была законсервирована по причине необходимости использования всего стока реки для нужд ирригации в течение всего вегетационного периода путем подачи воды в Иссык-Атинский правобережный подпитывающий канал [2].

Водозаборный узел относится к IV классу капитальности, поэтому в соответствии со СНиП расчет был произведен на расход однопроцентной обеспеченности $Q_{1\%} = 56 \text{ м}^3/\text{с}$, а руслоформирующий расход составлял $Q_{10\%} = 36 \text{ м}^3/\text{с}$ [3].

Водозаборный узел состоит из следующих элементов:

- подводящего и отводящего элементов;
- речного пролета плотины и водоприемника;
- промывника;
- левобережного деривационного канала.

Подводящее русло имеет прямолинейное очертание в плане с шириной по дну 15 м и длиной 70 м. Струенаправляющие дамбы выполнены из местного гравийно-галечникового грунта с креплением напорного откоса в виде кладки из рванного камня (насухо) с заглублением её ниже возможной глубины на 1,5 м. Толщина крепления дамб в верхней части достигает 0,5 м, а у основания – 1,5 м.

Отводящее речное русло имеет прямолинейное очертание и устойчивую ширину по дну 15 м. Струенаправляющие дамбы выполнены аналогично дамбам верхнего бьефа. Строительная высота крепления дамб верхнего бьефа составляет 5 м, а нижняя 4 м. Заложение напорного откоса дамб является полуторным.

Гидрологические расчеты реки Иссык-Ата производились 56 лет (с 1926 по 1982 г.) согласно методическим указаниям по расчету водно-энергетических характеристик малых ГЭС и гидрологическим расчетам рек. В результате этих расчетов были определены расходы реки расчетной обеспеченности [3, 4].

Деривационная ГЭС работает в четырех эксплуатационных режимах, включая весенний и осенний меженный период, зимний меженный период, летний период при пропуске среднесезонных расходов и летний период при пропуске паводков [5].

На рисунке 1 приведена схема баланса напоров Иссык-Атинской ГЭС. Баланс расходов воды и баланс напоров позволяют оценить энергетические показатели, т. е. составить баланс мощности деривационной ГЭС Иссык-Ата.

Баланс мощности будет рассматриваться без учета расхода водохранилища $Q_{вдх}$, расхода льдообразования $Q_{л}$, расхода водохозяйственной системы $Q_{вхс}$ и потери напора за счет динамического объема, то есть сработки водохранилища $\Delta H_{дин.}$, так как они незначительны для деривационной ГЭС без водохранилища.

Для оптимизации режима производства электроэнергии на Иссык-Атинской ГЭС и повышения КПД электростанции необходимы дальнейшие исследования (в том числе натурные), такие как потери напора и мощности на гидроузле, а также составление уточненного баланса энергии с учетом фактической выработки малой ГЭС в процессе ее эксплуатации [5, 6].

Существующий напорный бассейн можно использовать без проведения глобальной реконструкции. Для малой ГЭС предусмотрен напорный водовод с одной трубой на расход $3,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Водовод был построен в 1961 г., а с 1972 г. он не эксплуатировался. Водовод состоит из наклонного участка $D_y = 1000 \text{ мм}$ длиной 102 м , проложенного в горе, участка $D_y = 1000 \text{ мм}$ с меньшим уклоном под автодорогой длиной 23 м и стальной развилки, разделяющей водовод на два участка $D_y = 600 \text{ мм}$ длиной по $9,5 \text{ м}$, подходящих к гидроагрегатам. Величина рабочего напора водовода 60 м [5, 6].

Для возможности дальнейшей эксплуатации водовода необходимо:

1. Установить ремонтные накладки на изношенные коррозией участки верхнего компенсатора.

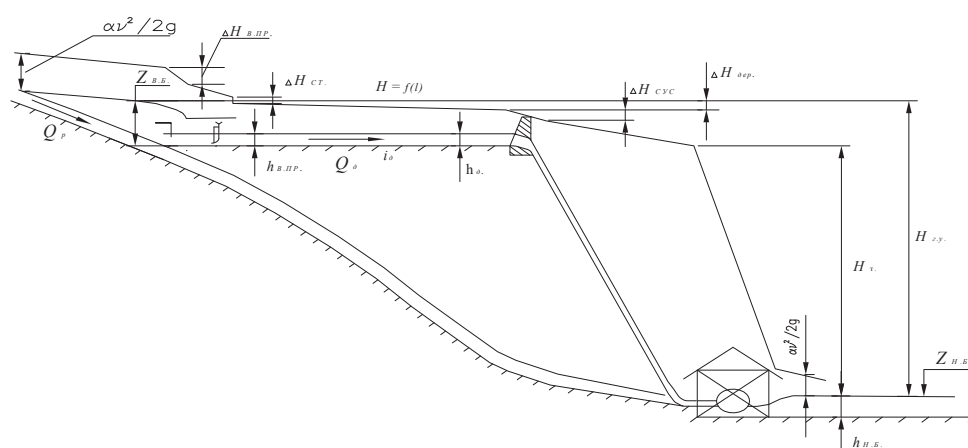


Рисунок 1 – Схема баланса напоров Иссык-Атинской ГЭС

2. Устранить трещину на угловом шве нижнего компенсатора.

3. Произвести гидравлическое испытание водовода путем заполнения водой и выдержкой 72 часа.

При условии успешного гидравлического испытания водовод может быть принят для дальнейшей эксплуатации.

Требуется капитально-косметический ремонт машинного зала, всех уплотнительных узлов и изношенных лопаток гидротурбин и строительство пристройки для вспомогательных и бытовых помещений. Необходима замена электросилового оборудования, включая генераторы (2 комплекта) и один силовой трансформатор.

Смета затрат на суммарные капиталовложения, включая приобретение, восстановление и реконструкцию составляет 855400 долл. США. Среднегодовое производство электроэнергии составит 11,2 млн кВт/час. Среднегодовая выработка будет обеспечена водным ресурсом реки Иссык-Ата в течение 90 % времени работы станции по годам. В маловодные годы возможно снижение производства до уровня 10 млн кВт/час. Этот объем выработки является гарантированным уровнем производства, который необходимо использовать при определении приведенной стоимости единицы электроэнергии [5, 6].

Учетная ставка на среднюю рыночную стоимость капитала в Кыргызстане составляет порядка 15 %, что несколько выше среднеевропейской стоимости капитала (13 %). Это обусловлено повышенными рисками и более высоким уровнем инфляции [6].

Опыт эксплуатации ГЭС аналогичной мощности и конфигурации (например, Калининская малая ГЭС мощностью 1 500 кВт) показывает, что уровень ежегодных затрат на обеспечение работы станции не превышает 40 000 долл. [6].

При минимальной годовой выработке электроэнергии на уровне 10 млн кВт/часов, стоимость производства 1 кВт/ч составит не более 0,0072 долл. (0,004 + 0,032).

При повышении годового объема выработки стоимость будет снижаться, так как ограничение будет накладываться только водными ресурсами реки в осенне-зимний период.

Отпускная цена на продажу электроэнергии в Кыргызстане определяется тарифом, установленным государством. В настоящее время тариф составляет от 0,02 до 0,023 долл. за 1 кВт/ч. Это обеспечит доход от продажи электроэнергии на уровне 200 тыс. долл. США.

При поставке энергии потребителям следует учитывать стоимость услуг по ее доставке, которую осуществляют предприятия электросетей. В Чуйской области, где расположены потребители и станция, стоимость транзита одного кВт/ч составляет порядка 0,005 долл. [6]. Общая прибыль от работы станции составит порядка 120 тыс. долл. Срок окупаемости 8–10 лет. Экономическая эффективность капиталовложений равна 0,125.

Проведенный анализ показал, что проект реконструкции, реабилитации и модернизации малой ГЭС Иссык-Ата является экономически и технически выгодным. Все это позволяет сделать следующие выводы.

Гидроэнергетика – это один из наиболее перспективных источников получения возобновляемой энергии, который может сыграть важную роль в развитии экономики и улучшении качества жизни населения. В Кыргызстане потенциал гидроэнергетики огромен, и его развитие является одним из приоритетов стратегии развития энергетического сектора страны.

В настоящее время в Кыргызстане существует более 20 гидроэлектростанций, которые обеспечивают около 90 % производства электроэнергии в стране. Однако, несмотря на это, потенциал гидроэнергетики в республике далеко не исчерпан. Согласно оценкам экспертов, потенциал гидроэнергетики в стране составляет около 142 млрд кВт ч/год.

Одной из основных задач, стоящих перед государством, является модернизация и расширение существующих гидроэлектростанций, а также строительство новых. В частности, государственная программа развития гидроэнергетики на 2019–2023 гг. предусматривает реализацию ряда крупных

проектов. Один из них – строительство гидроэлектростанции Камбарата-1 мощностью 1,9 ГВт, которая станет крупнейшей гидроэлектростанцией в Центральной Азии.

В рамках государственной программы планируется модернизация и реконструкция нескольких существующих гидроэлектростанций, таких как Токтогульская ГЭС, Уч-Куринская ГЭС и др. Эти мероприятия позволят увеличить производство электроэнергии и повысить эффективность работы гидроэлектростанций.

Закключение. Развитие гидроэнергетики в Кыргызстане может стать важным фактором привлечения инвестиций и создания новых рабочих мест. Строительство новых гидроэлектростанций и модернизация существующих требуют значительных инвестиций и способны стать мощным импульсом для развития экономики страны. Кроме того, использование гидроэнергетики является одним из приоритетных направлений развития энергетического сектора Кыргызстана и способствует:

- **Экологической безопасности.** МГЭС не загрязняют окружающую среду и не выделяют в атмосферу вредные вещества, что позволяет снизить уровень выбросов парниковых газов и уменьшить негативное воздействие на климат.
- **Энергоэффективности.** МГЭС работают на воде, которая является одним из наиболее эффективных источников энергии, что позволяет снизить затраты на производство электроэнергии и повысить ее доступность для потребителей.
- **Развитию регионов.** Строительство МГЭС способствует развитию малых и средних предприятий, созданию новых рабочих мест и повышению уровня жизни населения в регионах.
- **Диверсификации источников энергии.** МГЭС могут быть построены практически в любом регионе, где есть реки или потоки воды. Это позволяет диверсифицировать источники энергии и снизить зависимость от импорта энергоресурсов.
- **Повышению устойчивости к кризисам.** МГЭС могут работать даже при небольших колебаниях водоснабжения, что делает их более устойчивыми к экономическим кризисам и изменениям в мировой политике.

Таким образом, строительство малых гидроэлектростанций является актуальным направлением развития энергетики, которое позволяет решать ряд экологических, экономических и социальных проблем. Модернизация и расширение существующих гидроэлектростанций, а также строительство новых позволят увеличить производство электроэнергии, привлечь инвестиции и создать новые рабочие места.

Поступила: 19.04.23; рецензирована: 04.05.23; принята: 10.05.23.

Литература

1. Булатов Т.А. История развития малой гидроэнергетики и перспективы ее развития. Турчинские чтения // Матер. XIV между. молодежной науч. конф.: в 3 т. Т. 1. Ч. 2. Казань: Изд-во Казанск. госуд. энергетич. ун-та, 2019. С. 264–267. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44214337> (дата обращения: 17.04.2023).
2. Липкин В.И. Введение в малые и микроГЭС / В.И. Липкин. Бишкек: Алтын Тамга, 2012. 50 с.
3. Ботоканова Б.А. Методы исследований гидротехнических сооружений и определение их параметров / Б.А. Ботоканова, Н.У. Каипова // Вестник КРСУ. 2022. Т. 22. № 12. С 115–119. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50199523> (дата обращения: 17.04.2023).
4. Лавров Н.П. Водозаборные и водопроводящие сооружения в горно-предгорной зоне: учеб. пособие / Н.П. Лавров, Г.И. Логинов. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2016. 142 с.
5. Лавров Н.П. Водозаборное сооружение для деривационной ГЭС на р. Иссык-Ата / Н.П. Лавров, Г.И. Логинов, М.К. Торопов // Гидротехническое строительство. 2008. № 12. М.: НТФ «Энергопрогресс». С. 5–9.
6. Рабочий проект «Восстановление, реконструкция и модернизация малой ГЭС Иссык-Ата» / ОАО «Строительная фирма ARK». Бишкек, 2003.