

УДК 627.83+621.221 (575.2) (04)

СОСТОЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ИССЫК-АТИНСКОЙ ГЭС И МЕРЫ ПО ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ*

М.К. Торопов – ст. преподаватель,
К.И. Суматохин, А.Т. Серебрянский – студенты

The state of reconstruction of small power plant on Issyk-Ata River and influence of its operation on power grid and economic efficiency of its introduction is performed.

Одним из наиболее эффективных направлений развития нетрадиционной энергетики является использование энергии небольших водотоков с помощью микро- и малых ГЭС. Это объясняется значительным потенциалом таких водотоков в Кыргызстане при сравнительной простоте их использования [1].

Небольшие электростанции позволяют сохранять природный ландшафт, окружающую среду не только на этапе эксплуатации, но и в процессе строительства. При последующей эксплуатации отсутствует отрицательное влияние на качество воды: она полностью сохраняет первоначальные природные свойства. В реках сохраняется рыба, вода может использоваться для водоснабжения населения, выработки дешевой электроэнергии. К тому же сооружение объектов малой гидроэнергетики низкочастотное.

На территории Кыргызстана работают 17 ГЭС, которые используют от 6,0 до 7,0% гидроэнергетического потенциала малых рек [2]. Поскольку в последние годы снова встал вопрос о восстановлении и сооружении малых ГЭС и все больший интерес начали приобретать частные малые ГЭС, в 2001 г. было при-

нято решение о реконструкции Иссyk-Атинской ГЭС [3].

Малая ГЭС “Иссyk-Ата” расположена на реке Иссyk-Ата в 300 м южнее села Сын-Таш Чуйской области, в 60 км юго-восточнее г. Бишкек [3].

Следует отметить, что станция проработала 33 года (с 1939 по 1972 г.) По проекту института “Киргизпромстрой” в 1965 г. был построен инженерный водозаборный узел (горный тип водозаборного узла с фронтальным наклонным порогом).

Забор воды осуществлялся из Иссyk-Ата в левобережный деривационный канал, выполненный в земляном русле с уклоном дна, изменяющимся от 0,0003 до 0,0005 на пропускную способность 3,5 м³/с. Сечение канала принято трапецеидальным с полуторным заложением откосов, шириной по дну 1,25 м и строительной высотой 2,0 м. Общая протяженность канала составляет 2,32 км.

Для гидростанции Иссyk-Ата, мощностью 1480 кВт, были установлены радиально-осевые турбины Френсиса, а также два гидрогенератора по 740 кВт каждый. Требуемый расход воды для работы турбин составлял 1,6 м³/с на один агрегат (всего 3,2 м³/с).

Вода к гидроагрегатам подводилась по трубопроводу (стальная труба диаметром 600 мм и длиной 80 м). Перепад высот (величина стати-

* Научный руководитель докт. техн. наук, проф. Н.П. Лавров, консультации докт. техн. наук, доц. Ю.П. Симаков.

ческого напора) составляет 60 м. Здание станции – кирпичное одноэтажное сооружение размерами 9×16 м. Среднегодовая выработка электроэнергии составляла 7,34 млн. кВт/ч, станция использовалась в течение 4960 часов в год.

Состояние станции к началу работ по реконструкции. Водозаборное сооружение на р. Иссык-Ата практически полностью разрушено и занесено плотно слежавшимся грунтом в результате ежегодных летних паводков и двух селевых потоков, прошедших со времени прекращения эксплуатации ГЭС. Не была оптимальной и схема сооружения, на речном пролете которого были установлены плоские затворы с винтовыми подъемниками, что требует непрерывного наблюдения за быстромежняющим стоком р. Иссык-Ата в створе сооружения. В начале деривационного канала на длине 280 м наблюдается полное разрушение, от ПК 2+80 до ПК 12+00 канал частично разрушен подземными родниками, зарос кустарником, имеет труднопроходимый участок, далее засорен каменными осыпями и слежавшимся грунтом. В существующем железобетонном напорном бассейне предусмотрены все необходимые для работы станции эксплуатационные устройства: промывной затвор, водослив бассейна и запирающий затвор для напорного трубопровода. Напорный бассейн, напорный трубопровод и сбросной водовод находятся в удовлетворительном состоянии, но требуют ремонта.

Здание станции было частично отремонтировано в 2001 г., однако работы не были доведены до завершения. Из силового оборудования сохранились лишь турбины, требующие капитального ремонта. Отводящий канал от здания ГЭС заилен на 70–80%.

Комплексное использование водного ресурса реки возможно при условии изменения трассы отводящего канала ГЭС, с переброской через русло реки непосредственно в Иссык-Атинский подпитывающий канал.

Предлагаемые работы по реконструкции. Для обеспечения устойчивого подхода реки к водозаборному сооружению предлагается устройство криволинейного в плане зарегулированного русла общей длиной 150 м, шириной 17 м, заложением откосов 1,5 и креплением бутобетоном.

Было принято решение сохранить плотинный боковой забор воды из реки, построив на концевом участке подводящего зарегулированного русла новый речной пролет плотины, укомплектованный гидравлическим авторегулятором уровня верхнего бьефа (конструкция Л.В. Бочкарева и А.И. Рохмана) и водоприемную камеру с ломанным в плане наносозащитным порогом перед водозабором в деривационный канал (рис. 1). Конструкция водозаборного сооружения была разработана и испытана группой КАУ и КРСУ (патент КР №607).

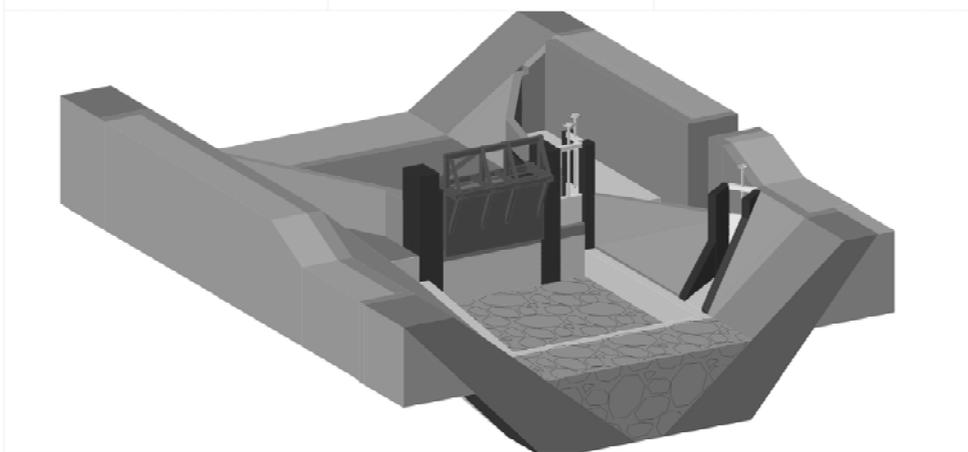


Рис. 1. Общий вид водозаборного сооружения Иссык-Атинской ГЭС.

Детальные исследования новой конструкции водозаборного сооружения для деривационных ГЭС (ВСДГ) [4] подтвердили его работоспособность при основных режимах эксплуатации для условий р. Иссык-Ата [5].

Указанное инженерное решение должно обеспечить стабильный забор воды в деривационный канал независимо от режима водотока, а качество очистки воды от наносов должно стать несоизмеримо выше. При этом затраты на эксплуатацию такого сооружения сократятся за счет сокращения численности эксплуатационного персонала и отсутствия необходимости в средствах телемеханики.

В предлагаемой конструкции водозаборного сооружения для деривационных ГЭС имеется:

- ↪ промывное отверстие, оборудованное двойным затвором;
- ↪ косонаправленный к основному течению катастрофический водослив из монолитного железобетона толщиной 30 см;
- ↪ водоприемная камера с криволинейным в плане наносоотбойным порогом и катастрофическим водосливом. В концевой части катастрофического водослива, примыкающей к береговому устою, устанавливается двойной затвор для опорожнения водоприемной камеры и промывки наносов;
- ↪ водоприемный оголовок деривационного канала из монолитного железобетона, оборудованный стабилизатором расхода и соудерживающей решеткой;

↪ водобойный колодец в нижнем бьефе, доковой конструкции, выполнен из монолитного железобетона и заполнен рваным камнем $d = 50\text{--}70$ см.

Принцип работы водозаборного сооружения предложенной конструкции подробно описан в [5].

В настоящее время ОАО «Беловодская ПМК» выполнено примерно 80% работ по строительству водозаборного сооружения для малой ГЭС на р. Иссык-Ата (рис. 2).

Начальный участок деривационного канала, который был полностью разрушен, выполняется в облицовке из монолитного бетона трапециевидального сечения, к настоящему моменту строительство завершено на 85%. Работы на остальной части канала полностью завершены – произведена очистка от наносов, ремонт бетонной облицовки канала, восстановление насыпей, построено два селедука.

Напорный бассейн очищен от наносов и отремонтировано покрытие, изготовлены металлические конструкции.

Для существующего напорного металлического трубопровода необходимо произвести ремонт и очистку нижней части. В здании ГЭС требуются дополнительные бетонные работы для формирования опорных подушек под агрегаты, косметический ремонт здания, строительство пристройки к основному зданию для



Рис. 2. Строящееся водозаборное сооружение для малой ГЭС Иссык-Ата.

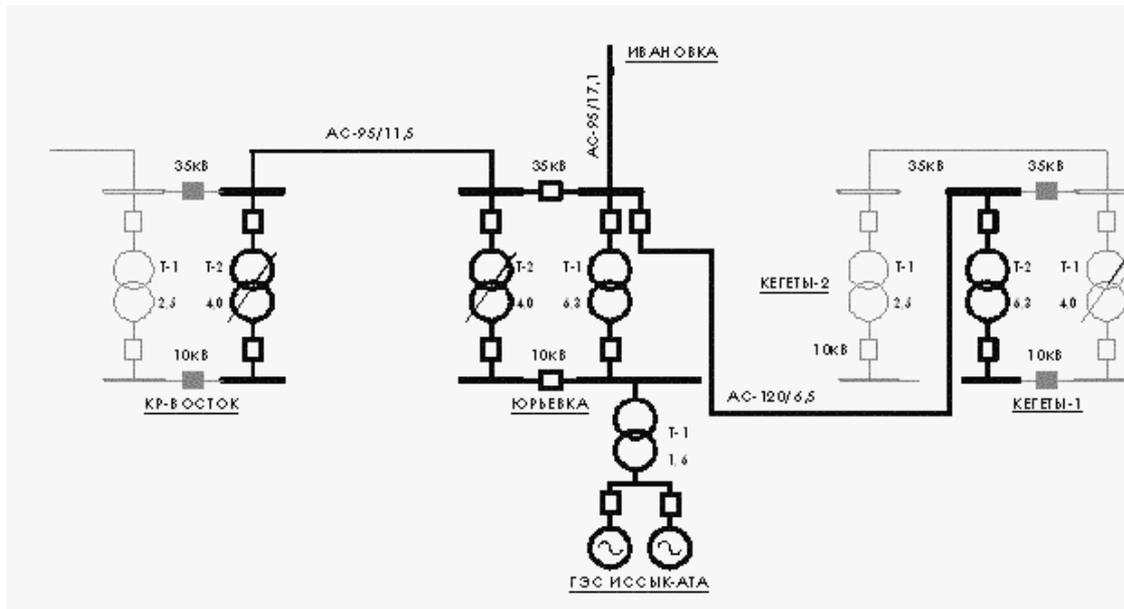


Рис. 3. Схема электрических соединений подстанций.

размещения обслуживающего персонала и эксплуатационной базы, оснащение окон здания решетками и обустройство территории. Значительный объем работ также предстоит выполнить по очистке и реконструкции отводящего тракта.

Все старое оборудование Исык-Атинской ГЭС пришло в негодность, и было демонтировано. Поэтому при восстановлении станции требуется полная замена основного и вспомогательного гидромеханического оборудования. На станции будут установлены две радиально-осевые гидротурбины типа РО 230/791-Г-50 мощностью 800 кВт каждая, с диаметром рабочего колеса 0,5 м и расходе воды по 1,6 м³/с на каждую турбину. Гидроагрегаты вместе с генераторами будут смонтированы на общей металлической опорной раме специальной конструкции. Соединение вала гидроагрегата с валом электрогенератора предлагается провести с помощью пальчиковой муфты индивидуальной разработки, что обеспечит минимальные значения величин осевого и радиального биения. В настоящее время, по заранее сделанному заказу, заводом “Кыргызэнергоремонт” изготовлены две гидротурбины и рамы, производится сборка и наладка оборудования.

Предлагается установка на станции двух синхронных генераторов с выходным напряжением 6300 В и скоростью вращения ротора – 1000 об/мин. Электросиловая часть электрооборудования была поставлена из Германии.

Оценка параметров режима сети после ввода станции в эксплуатацию. Связь станции с энергосистемой и потребителями предполагается осуществлять через подстанцию 35/10 кВт “Юрьевка”, соединенную с подстанциями “КР-Восток” и “Кегети-1” (рис. 3). На подстанции установлены два трансформатора 4000 кВ·А и 6300 кВ·А. Расположение подстанции – 15 м севернее здания ГЭС. С вводом ГЭС в эксплуатацию, очевидно, изменится режим сети, что в основном приведет к уменьшению технологического расхода электрической энергии при передаче по линии “Ивановка – Юрьевка”, так как при передаче электроэнергии с шин электростанции до потребителя часть электроэнергии неизбежно расходуется на нагрев проводников, создание электромагнитных полей и другие эффекты [6].

По условию водотока принято, что девять месяцев ГЭС работает на полную мощность, а три зимних месяца работает один агрегат, при этом мощность станции составляет половину

Технико-экономическое сравнение режимов линии “Ивановка – Юрьевка”

Параметр	Без ввода ГЭС	С вводом ГЭС
Потери электроэнергии, МВт·ч	1516,065	1219,012
Потери мощности, МВт	0,963	0,774
Время наибольших потерь, ч	1574,838	1574,838
Максимальное время использования, ч	3000	3000
Стоимость потерь электроэнергии (при тарифе 0,63 сом/кВтч), тыс. сом	955,121	767,978
Экономия, долл. США	4823,277	

от установленной. Исходя из этого, приведенная мощность станции с учетом расходов электроэнергии на потери в трансформаторе ТМ-1600 10/6,3 составит 1,285 МВт, т.е. работая 12 месяцев с данной мощностью, станция выработает такую же мощность, что и работая в обычном режиме.

Для определения потерь электроэнергии принят один из наиболее простых методов: расчет по времени наибольших потерь [6]. Из всех режимов выбирается режим, в котором потери мощности наибольшие. Поэтому, возможно определиться с нагрузкой по приближенному расчету, исходя из условия максимальной загрузки трансформатора.

Рассчитываем потери электроэнергии до подстанции “Юрьевка” для двух режимов: без Иссык-Атинской ГЭС и с включением ее в сеть. Очевидно, что добавочная мощность ГЭС разгружает подстанцию, а соответственно и линию “Ивановка – Юрьевка”. Имея мощность подстанции, считаем потери при передаче электроэнергии по линии. Далее, задавшись временем наибольшей нагрузки $T_{ноб}=3000$ ч [6], для групп потребителей, питающихся с подстанций “Юрьевка”, “КР-Восток”, “Кегети-1”, определяем потери электроэнергии (см. таблицу).

Данный расчет позволил оценить экономический эффект, вызванный сокращением потерь электроэнергии в линии “Ивановка – Юрьевка”. После ввода ГЭС в систему линия “Ивановка – Юрьевка” разгрузится на 1,474 МВт, потери уменьшатся на 188,62 кВт,

или 297,053 МВтч энергии в год, что составит экономию средств, при существующем тарифе для бытовых потребителей 0,63 сома – 4823,277 долл. США в год.

Выработка же электроэнергии составит примерно 11256,6 МВтч/год, годовой доход от реализации электроэнергии при отпускном тарифе 0,23 сом/кВтч составит 68132 долл. США в год, т.е. срок окупаемости станции при стоимости ее восстановления около 700 тыс. долл. США значительно превысит 10 лет, что свидетельствует о невозможности строительства и эксплуатации новых малых ГЭС при указанном (0,23 сом/кВтч) тарифе на электроэнергию.

Литература

1. Гидроэнергоресурсы Киргизии и их использование. Сб. научн. тр. – Фрунзе: Илим, 1970.
2. Тезисы докладов республиканского совещания “Проблемы использования энергоресурсов малых рек Киргизии”. – Фрунзе: КирНИОЭ, 1984. – С. 88.
3. Патент КР №607 МПКЕ02В 13/60. Водозаборное сооружение для деривационных ГЭС / Н.П. Лавров и др. – Бюл. №11. – Бишкек, 2003.
4. Модель водозаборного сооружения деривационной ГЭС на р. Иссык-Ата // Н.П. Лавров, А.И. Рохман, Г.И. Логинов, М.К. Торопов // Вестник КРСУ, 2003. – Т. 3. – №2. – С. 87–92.
5. Проект ПКТИ “Водавтоматика и Метрология”.
6. *Идельчик В.И.* Электрические системы и сети. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.