

УДК 621.311

Магистранты ЭФ А. Болиев и Д. Муминов, Таш ГТУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.

GIDROELEKTROSTANSIYALARDA EKSPLUATSIYA JARYONIDA GIDRAVLİK ENERGIYADAN FOYDALANISH.

USING HYDRAULIC ENERGY IN OPERATION OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS.

В статье рассматривается необходимость использования гидравлической энергии при эксплуатации гидроэлектростанций. Показано повышение их эффективности за счет использования холостого сброса воды в нижнем бьефе с применением микрогидростанций.

Разработана программа определения параметров микроГЭС при использовании их в условиях эксплуатируемых гидроэлектростанций.

Maqolada Gidroelektrostansiyalarda eksploatatsiya jarayonida gidravlik energiyani ishlatish majburiyatlari amalga oshiriladi. Ayniqsa quyi befga suvni salt tashlash samaradorligini oshirish uchun mikrogidrostansiyalar qo'llanilishi.

Gidroelektrostansiyalarni eksploatatsiya qilishda mikroGESni parametrlarini aniqlovchi programma ishlab chiqilgan.

The necessity of using hydraulic energy in operation of hydroelectric power stations was carried out in the article. Especially for increasing their effectiveness, due to the use of idle discharge of water into the bottom pools with the use of a microhydro station.

A program has been developed for determining parameters of microhydro power plants using operated hydroelectric power stations.

Возобновление интереса к малой гидроэнергетике обусловлено совпадением нескольких факторов:

1. Стратегическими подходами к энергетическим источникам в связи с обостряющимися периодическими топливными кризисами.
2. Ограничением возможностей для строительства крупных гидроэнергетических комплексов во многих странах мира, в основном в развитых странах, связанных с тем, что при их строительстве и эксплуатации возникали значительные негативные экологические последствия.
3. Быстрый прогресс в области создания миниатюрных автономных электронных устройств по контролю и регулированию технологических процессов, в том числе и по дистанционному управлению малыми гидрогенераторами, работающими в сети или автономно.

В настоящее время в развитых странах наблюдаются два основных направления в развитии малой гидроэнергетики.

Первое направление – это энергетическое использование плотин и водохранилищ, созданных для водоснабжения. И хотя многие из них уже используются для выработки электроэнергии, всё ещё велик потенциал подобных неиспользованных схем.

Второе направление – использование малых водотоков с помощью бесплотинных ГЭС или строительство малых ГЭС с традиционной компоновкой в новых створах.

Есть и третье направление – это использование гидропотенциала холостого водосброса, которые до настоящего времени не используются.

Указанная выше проблема наиболее интересна и для эксплуатируемых гидроэлектростанций малой мощности: Бозсуйская, Актепинская, Шейхантаурская, Бурджарская, Нижне-Босуйская и др.

Лидером в строительстве малых и микроГЭС является Китай, где за последнее десятилетие построено более 100 000 малых и микроГЭС суммарной мощностью около 10000 МВт. Причем в Китае успешно производятся малые гидроагрегаты, техническая документация «ноу-хау» для которых была закуплена в СНГ 30-40 лет назад.

На канал Даргом введена в строй новая гидроэлектростанция мощностью 3,0 МВт.

Строительство гидроэлектростанции лишь небольшая часть работы, проводимой в рамках государственной программы по сооружению средних и малых гидроэлектростанций.

В Узбекистане активизировались работы по выполнению государственной программы энергосбережения, важной составляющей которой является строительство малых и средних гидроэлектростанций. Сейчас объединение эксплуатирует пока два таких объекта - Андижанская ГЭС мощностью 140 мВт и Туямуюнская (150 мВт). Их общая годовая выработка составляет порядка 1-1,2 млрд·кВт/часов электроэнергии. Она додается в единую энергосистему государственной акционерной компании “Узбекэнерго”.

В 2003 году запущено два агрегата по 15 мВт Туполангской ГЭС, затем будут запущены еще два по 72,5 мВт - здесь предстоит выполнить строительно-монтажных работ на 6 млрд. сум, строится малая ГЭС на Ахангаранском водохранилище (21 мВт). Подобные объекты возводятся в Шахимардане, куда электроэнергия с перебоями поступает из Кыргызстана, а с пуском здесь ГЭС появится возможность, наоборот, туда подавать ток. Ведется строительство малых гидростанций на Андижанском и Гиссаракском водохранилищах, готов к осуществлению проект на Туямуюнском водохранилище, по ряду объектов объявлен тендер на изготовление и закупку оборудования.

Микрогидроэлектростанция ПР5-Г-20 и ПР7-Г-20.

Микрогидроэлектростанции состоят из:

- микрогидротурбины пропеллерной, включающей специально спроектированный направляющий аппарат и рабочее колесо, позволяющие использовать энергию водотока с высоким к.п.д.;

- энергоблока, включающего генератор, в качестве которого использован трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором;

- автобалластной нагрузки.

- регулятора для автоматической стабилизации напряжения и частоты путем перераспределения электроэнергии между потребителем и автобалластной нагрузкой. Неиспользованная потребителем энергия превращается в тепло в нагревательных элементах автобалластной нагрузки. Полученное тепло можно использовать для хозяйственных нужд. Регулятор оборудован системой индикации режимов работы и защиты микроГЭС и потребителя от аварийных ситуаций;

- водозаборника, который соединяется с турбиной трубопроводом диаметром 250...300 мм.

Основные характеристики микроГЭС ПР5-Г-20:

Напоры нетто, м	3,0...5,0
Диапазон расходов, м ³ /с	0,12...0,16
Частота вращения, об/мин	1500
Мощность на зажимах генератора, кВт	2,7...5,0
Напряжение на зажимах генератора, В	220/380

Номинальная частота, Гц	50±1/60±1
Габаритные размеры, мм	1600x400x685
Масса, кг	260
Основные характеристики микроГЭС ПР7-Г-20:	
Напоры нетто, м	4,0...7,5
Диапазон расходов, м ³ /с	0,13...0,24
Частота вращения, об/мин	1500
Мощность на зажимах генератора, кВт	3,0...10,0
Напряжение на зажимах генератора, В	220/380
Номинальная частота, Гц	50±1/60±1
Габаритные размеры, мм	1600x400x685
Масса, кг	310

Для технико-механического обоснования параметров микроГЭС с затворами ГТС разработана следующая программа расчета. На рисунке представлена схема микроГЭС и ГТС с соответствующими расчетными параметрами.

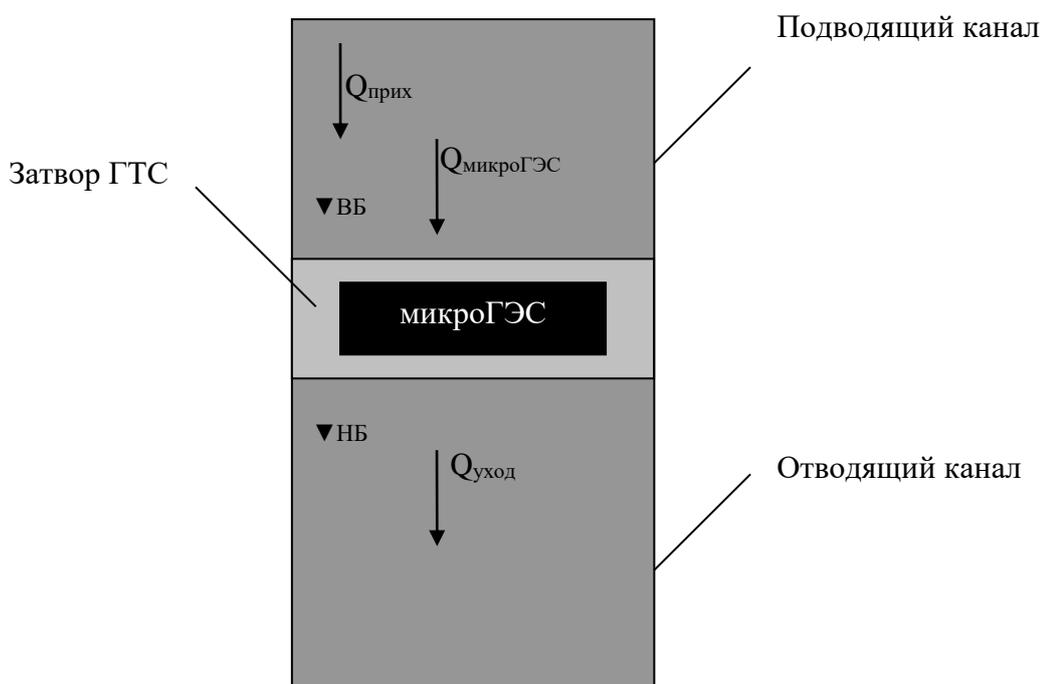


Рис. Схема использования затвора ГТС с микроГЭС

$Q_{\text{прих}}$ – расход пропускаемой воды по подводящему каналу;

$Q_{\text{микроГЭС}}$ – расход ГЭС;

$Q_{\text{уход}}$ – расход уходящая воды по отводящему каналу.

Напор в микроГЭС определяется:

$$H = \left(\Delta BB + \frac{Q_{\text{прих}} \cdot t}{S_{\text{дно_вб}}} - \frac{Q_{\text{микроГЭС}} \cdot t}{S_{\text{дно_вб}}} \right) - \left(\Delta HB - \frac{Q_{\text{уход}} \cdot t}{S_{\text{дно_вб}}} + \frac{Q_{\text{микроГЭС}} \cdot t}{S_{\text{дно_вб}}} \right) - h_w = [M],$$

где ∇BB - отметка воды до затвора, т.е. отметка верхнего бьефа микроГЭС, м;
 ∇HB - отметка воды после затвора, т.е. отметка нижнего бьефа микроГЭС, м;
 $S_{\text{дно_вб}}$ и $S_{\text{дно_нб}}$ - площади дна верхнего и нижнего бьефа, м²;
 h_w - потеря напора водопроводящего тракта микроГЭС, м;
 t - Время работы микроГЭС, с.

Потеря напора в водопроводящем тракте микроГЭС определяется:

$$h_{w_{x.вс}} = 1,1 \cdot \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{16 \cdot Q_{x.вс}^2}{\pi^2 g \cdot D^4} = 0,182 \cdot \lambda \cdot \frac{L \cdot Q_{x.вс}^2}{D^5} = [M],$$

где L - длина водопроводящего тракта микроГЭС, м;
 D - Диаметр водопроводящего тракта микроГЭС, м;
 λ - коэффициент гидравлического трения определяется:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta_{\text{э}}}{D} \right),$$

где $\Delta_{\text{э}}$ - коэффициент шероховатости стенок.

Исходя из того, что приходящее расход равна уходящему расходу воды $Q_{\text{микроГЭС}} = Q_{\text{уход}}$, тогда напор в холостом водосбросе выражается в следующем виде:

$$H = \left(\Delta BB + \frac{Q_{\text{прих}} \cdot t}{S_{\text{дно_вб}}} - \frac{Q_{\text{микроГЭС}} \cdot t}{S_{\text{дно_вб}}} \right) - \left(\Delta HB - \frac{Q_{\text{уход}} \cdot t}{S_{\text{дно_вб}}} + \frac{Q_{\text{микроГЭС}} \cdot t}{S_{\text{дно_вб}}} \right) - h_w =$$

$$= \Delta BB - \Delta HB + \frac{1}{S_{\text{дно_вб}}} (Q_{\text{прих}} \cdot t - Q_{\text{микроГЭС}} \cdot t) - h_w = [M]$$

Будем рассматривает, что $t=1$ с, потому что единица измеренные расхода м³/с и $Q \cdot t = W = M^3$ даёт объем, в этом случаи напор в холостом водосбросе определяется по формуле:

$$H = \Delta BB - \Delta HB + \frac{1}{S_{\text{дно_вб}}} (Q_{\text{прих}} \cdot t - Q_{\text{микроГЭС}} \cdot t) - h_w = [M]$$

Полная мощность микроГЭС:

$$N_{\text{микроГЭС}} = 9,81 \cdot Q_{\text{микроГЭС}} \cdot H_{\text{г}} = [кВт],$$

где H - геометрический напор микроГЭС, который определяется по следующей формуле:

$$H = \Delta BB - \Delta HB + \frac{1}{S_{\text{дно_вб}}} (W_{\text{прих}} - W_{\text{микроГЭС}}) = [M]$$

Мощность микроГЭС:

$$N_{\text{ГЭС}} = 9,81 \cdot Q_{\text{ГЭС}} \cdot \eta_{\text{ГА}} = [кВт],$$

где $\eta_{\text{ГА}}$ - коэффициент полезного действия гидроагрегата ГЭС, %.

Если микроГЭС пропускает весь приходящую расход через микроГЭС ($Q_{\text{микроГЭС}} = Q_{\text{уход}}$), тогда мощность микроГЭС будет равна:

$$N_{\text{микроГЭС}} = 9,81 \cdot Q_{\text{микроГЭС}} \cdot \eta_{\text{ГА}} = [кВт],$$

Капитальное вложение для создания микроГЭС на имеющемся затворе ГЭС определяется по следующему пути:

$$K_{\text{микроГЭС}} = N_{\text{микроГЭС}} \cdot k_{\text{уд}} = [сум],$$

$k_{\text{уд}}$ - удельная капиталовложения на 1 кВт, сум/кВт.

Ежегодная вырабатываемая электроэнергия микроГЭС:

$$\mathcal{E}_{\text{микроГЭС}} = N_{\text{микроГЭС}} \cdot T = 9,81 \cdot Q_{\text{микроГЭС}} \cdot H \cdot \eta_{\text{ГА}} \cdot T = [кВт \cdot ч],$$

T - время использования микроГЭС в течение года.

Эксплуатационные затраты по микроГЭС определяются:

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 = [\text{сум}].$$

Z_1 - амортизационные расходы;

$$Z_1 = 0,029 \cdot K = [\text{сум}].$$

Z_2 - ремонтные работы

$$Z_2 = 0,3 \cdot K = [\text{сум}].$$

Z_3 - годовая заработная плата,

$$Z_3 = m \cdot z \cdot 12 = [\text{сум}].$$

m - количество работников, $m = 2, 3$ - месячная заработная плата, сум.

Цена выработанной электроэнергии микроГЭС:

$$C = \mathcal{E}_{\text{микроГЭС}} \cdot \beta \cdot T = [\text{сум}],$$

β - стоимость 1 кВт-час электроэнергии, сум/ кВт-час.

Экономия условного топлива:

$$P_{\text{топливо}} = \mathcal{E}_{\text{микроГЭС}} \cdot G = [\text{сум}],$$

G - удельный расход условного топлива, кг/(кВт*ч).

Доход от экономия условного топлива:

$$D_{\text{топливо}} = P_{\text{топливо}} \cdot C_{\text{топливо}} = [\text{сум}],$$

$C_{\text{топливо}}$ - средняя цена 1 кг условного топлива, сум/кг.

Чистая прибыль:

$$C_n = C + D_{\text{топливо}} - Z = [\text{сум}].$$

Сопоставительный экономический коэффициент эффективности

$$E = C_n / K.$$

Срок окупаемости $T_{\text{ок.}} = 1/E = [\text{лет}].$

Исходя из выше изложенного, можно сказать, что с помощью микроГЭС можно решить вопрос энергообеспечения, энергоресурсосбережения, улучшения режимов работы энергосистемы, сохранение экологической чистоты и т.д.

Литература

1. Захидов Р.А., Кивалов С.Н. Мониторинг работы комбинированной солнечно – ветровой системы электроснабжения// Гелиотехника. – Ташкент, 2004. № 1. С.71-79.
2. Клычев Ш.И., Мухаммадиев М.М., Потаенко К.Д. Стоимости энергии в комбинированных солнечно – ветровых энергоустановках// Гелиотехника. – Ташкент, 2008. №3. С. 37- 40.
3. Муминов М.И., Сандалов В.Н., Захидов Р.А., Анарбаев А.И. Автономный ветро – солнечный комплекс для получения электроэнергии и пресной воды// Гелиотехника. – Ташкент, 2003. №4. С.76-80.
4. Муминов Р.А., Нурбаев К.М. Исследования в области использования солнечной энергии в Узбекистане // Гелиотехника. – Ташкент, 2005. №1. С. 24 – 27.
5. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У., Мамадиёров Э.К. Использование возобновляемых источников энергии при локальном энергоснабжении// Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – Ташкент, 2006. № 4. С. 26 -30.
6. GieseppeChimento. Hybrid systems. // Гелиотехника, 1992. № 6. С.53-58.
7. Kolousek Milan. Small energy systems for telecommunications equipment in cold climate remote areas.// INTELEC-86: Int. Telecommun. Energy Conf., Toronto, 19-22 Oct., 1986. - New York, N.Y,1986.P.317-324.
8. Мухаммадиев М.М, О.Я. Гловацкий, Ф.Ж.Носиров. Некоторые методы экономии энергосбережения при эксплуатации гидравлических машин.// Инновационные технологии. – Карши, 2017. №4. С. 36-40.