

ВЫБОР МОЩНОСТИ МИКРО-ГЭС НА ОСНОВЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ФАКТОРА

CHOICE OF POWER OF MICRO HYDROELECTRIC POWER STATION ON THE BASIS OF INDIVIDUAL FACTOR

*D. Kodirov
J. Normuminov*

Annotation

In article the analysis of opportunity and effective use of micro hydroelectric power station is carried out. With their help it is possible to provide with the electric power the population of the remote and mountainous areas, and also farms. It is much cheaper and more profitable, than the construction of power lines or operation of diesel installations.

Keywords: micro hydroelectric power station, generator, water consumption, stream section, diameter of the driving wheel, turbine, number of turns of the turbine, quantity of turns, stream speed.

Кодиров Дилшод Ботирович

*Мл. научный сотрудник,
Институт энергетики и автоматизи-
кации Академии наук Республики Узбекистан
Нормуминов Жахонгир Абдусамиевич
Мл. научный сотрудник,
Институт энергетики и автоматизи-
кации Академии наук Республики Узбекистан*

Аннотация

В статье проведен анализ возможности и эффективного использования микро ГЭС. С их помощью можно обеспечить электроэнергией население отдаленных и горных районов, а также фермерские хозяйства. Это значительно дешевле и выгоднее, чем строительство линий электропередач или эксплуатация дизельных установок.

Ключевые слова:

Микро гидроэлектростанция, генератор, расход воды, сечение потока, диаметр рабочего колеса, турбина, число оборотов турбины, количество оборотов, скорость потока.

Актуальной задачей разработка технического средства для снабжения электрической энергией индивидуальных потребителей. Такие средства давно известны и их можно разделить на свободно-поточные микро ГЭС и деривационные. Вторые требуют сооружения подводящего канала и напорного водовода. Ввиду этого мы их исключили из нашего рассмотрения и обосновали методики расчетов системы с малым гидростатическим напором для альтернативного электроснабжения объектов возле водных потоков, со съёмом энергии водного потока без строительства гидротехнических сооружений.

Методика расчетов мощностей текущей воды характеризуются величиной расхода и скоростью течения. Русло потока – площадью поперечного сечения и уклоном.

Количество электроэнергии, получаемой на каком-то конкретном месте свободного потока приводящего в движение турбину микро ГЭС можно рассчитать, используя следующие уравнения [1]:

$$N = 0,098 Q \cdot H \quad (1)$$

$$n = Q \cdot s \cdot g \cdot H \quad (2)$$

$$Q = \pi \cdot d^2 \cdot \frac{v}{4} \quad (3)$$

$$N_{стр} = \pi \cdot d^2 \cdot s \cdot \frac{v^3}{\eta} \cdot 8 \quad (4)$$

где

N – мощность (кВт);

Q – расход воды (л / сек);

H – полный гидростатический напор (м);

n – скорость вращения работающего рабочего колеса – турбины (об/мин.);

$N_{стр}$ – мощность струи потока;

S – сечение потока (м²);

$g = 9,8$ м/с, скорость свободного падения;

d – диаметр рабочего колеса (м);

$v_{вх}, v_{вых}$ – скорости течения входа и выхода в рабочих колесах (м/сек).

С учётом напора H мощность потока [1]:

$$N_n = p \cdot Q \cdot \left[g \cdot H + \frac{(v_{вх}^2 - v_{вых}^2)}{2} \right] \quad (5)$$

А при учёте КПД турбины с двигателем мощность микро ГЭС равна

$$P_{ГЭС} = 0,98\eta \cdot P_n \quad (6)$$

Для начала, предположим, что КПД системы равняется 50 %, т.е.

$$\eta = 0,5$$

Затем, для определения количества получаемой электроэнергии, используется формула:

$$N = 0,5 Q \cdot H$$

Таким образом, необходимый для получения данного количества энергии гидростатический напор равен:

$$H = 2N \cdot Q$$

Например: при $J = 0,2\text{м}$, $v = 5\text{м/сек}$ и $\Pi = 0,8$ количество получаемой электроэнергии составляет $N = 2,0\text{кВт}$.

Величина гидростатического напора может быть значительной (как в водопаде) или небольшой. Реально получается, что энергия будет зависеть от того, насколько эффективно вода доставляется от вершины конструкции до ее основания (зависит от длины, размера и типа используемой трубы). Затем насколько эффективно энергия конвертируется в электричество.

Далее, электроэнергия передается от генератора до места использования – жилые здания, оборудование, и т.д. На этом участке также теряется часть энергии. Обычно высокоэффективная энергосистема требует более высоких затрат.

При условии, что система обладает достаточным гидростатическим напором и расходом (дебитом) воды, рассматриваются другие аспекты – затраты на рабочую силу, материалы и проч. В каждом отдельном случае эти компоненты широко разнятся.

Пример. Исходные данные:

$$Q = 3,0 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$H = 1,5 \text{ м};$$

$$v_{\text{ex}} = 6 \text{ м/с};$$

$$v_{\text{вых}} = 2 \text{ м/с},$$

$$\eta = 0,8 \text{ и плотность жидкости } \rho = 10.$$

Определяем количество вырабатываемой электроэнергии:

$$N_{\text{турб}} = n \cdot N \cdot Q \cdot \left[g \cdot H + \frac{(v_{\text{вх}}^2 - v_{\text{вых}}^2)}{2} \right] =$$

$$= 0,8 \cdot 10^3 \cdot 3 \left[9,8 \cdot 1,5 + \frac{(6^2 - 2^2)}{2} \right] = 73,7 \text{ кВт}$$

Обычно производятся эвристические расчеты с учё-

том коэффициента подобия, связывающих геометрическое, кинематическое и динамическое подобие модельных и реальных турбин по числам Рейнольдса и Фруда (соотношение сил инерции к силам веса).

Основными параметрами являются: H , Q , N , n и D_1 – основной максимальный диаметр рабочего колеса.

1. Связь скорости вращения турбины с диаметром рабочего колеса[2].

$$\frac{n_a}{n_b} = \frac{D_{1b} \cdot \sqrt{H_a}}{D_{1a} \cdot \sqrt{H_b}} \quad (7)$$

где

a и b – постоянные величины режима скорости прохода воды через турбину.

2. Расходы двух подобных турбин[2]

$$\frac{Q_a}{Q_b} = \frac{D_{1a}^2 \cdot \sqrt{H_a}}{D_{1b}^2 \cdot \sqrt{H_b}} \quad (8)$$

где

Q_a и Q_b – величины расхода воды через турбину

Мощности двух подобных турбин, одна из которых имеет $D_1 = 1 \text{ м}$, $H = 1 \text{ м}$ и приведённые величины оборотов, расхода и мощности по известным формулам:

$$\text{количество оборотов ; } n = \frac{60u}{\pi D_1}$$

где u – окружная скорость,

$$\text{и скорость потока; } V = \varphi \sqrt{2gH}$$

где φ – вязкость потока.

Турбина, использующая потенциальную и кинетическую энергию потока жидкости получает[2]:

$$E_{\text{раб}} = \frac{P}{\gamma} + \frac{aV^2}{2g} \quad (9)$$

$$n_1^1 = \frac{nD_1}{\sqrt{H}} \quad (10)$$

$$Q_1^1 = \frac{Q}{D_1^2 \sqrt{H}} \quad (11)$$

$$N_1^1 = \frac{N}{D_1^2 H \sqrt{H}} \quad (12)$$

где:

$E_{\text{раб}}$ – энергия струи,

n_1^1 – быстроходность турбины,

Q_1^1 – расход через турбины и

N_1^1 – мощность по 1-му приближению.

С учётом КПД получается во втором приближении[2]:

$$n = n_1^1 \cdot \frac{\sqrt{H}}{D_1} \cdot \sqrt{\frac{\eta_T}{\eta_M}} \quad (13)$$

$$Q = Q_1^1 \cdot D_1^2 \cdot \sqrt{H} \cdot \sqrt{\frac{\eta_T}{\eta_M}} \quad (14)$$

$$N = N_1^1 \cdot D_1^2 \cdot H \cdot \sqrt{H} \cdot \frac{\eta_T}{\eta_M} \sqrt{\frac{\eta_T}{\eta_M}} \quad (15)$$

Исходя из вышеизложенных расчетов коэффициент быстроходности турбины, т.е. число оборотов турбины развивающей мощность в 1 лошадиную силу (730 Вт) при напоре в 1 метр определяется по простой формуле[2].

$$n_s = \frac{n \sqrt{N_{\text{лош.сил}}}}{H \sqrt[4]{H}} \quad (16)$$

На основе этих формул можно сделать вывод, что большое количество разных типов микро ГЭС приводит к необходимости проводить модельные испытания вновь разрабатываемых типов турбин и устройств съема энергии потока, а затем приступать к изготовлению наиболее рациональных вариантов.

Свободно–поточные микро ГЭС должны обеспечивать по результатам наших исследований и опросов мощности от одного до 7 кВт. Условия установки микро ГЭС на горных реках и крупных каналах, арыках и водотоках с преимущественно большой скоростью течения (от 1,7 до 2,5 м/сек и более). Предварительные расчеты, произведенные по вышеизложенным формулам показали, что мощность микро ГЭС для индивидуальных потребителей в быту не более 5 кВт можно получить на струе поперечным сечением около 0,3–0,5 м² со скоростью около 2,0... 2,5 м/сек.

Использование энергии малых рек сулит существенные выгоды по снабжению электрической энергией индивидуальных потребителей. Поэтому, создание нового технического средства для выработки электрической энергии в малых количествах на водных потоках с малым расходом, но большой энергией, позволит улучшить быт сельчан, дачных поселков, фермерских хозяйств, мельниц, хлебопекарен. А также небольших производств в отдаленных, горных и труднодоступных районах, электрифицировать стрижку овец там, где нет поблизости линии электропередач, для индивидуальных потребителей. Этому способствует предлагаемая методика расчета.

Произведём обзор возможных вариантов исполнения микро ГЭС как источника энергии на свободном потоке без гидротехнических работ и сооружений или выполняя их в минимальном объеме. В этой связи классифицируем микро ГЭС на: стационарные и мобильные.

Для целей заявленных в начале к стационарным отнесены ГЭС деривационного типа т.е. такие ГЭС, где падающая вода подводящаяся к энергоустановке по водоводу образует ветвь потока с перепадом высот. Вверху по течению устраивается канал с уклоном меньшим, чем уклон основного потока. При перепаде высот достаточном для выработки необходимой мощности (или по другим ограничениям) поток передаётся в напорный водовод, соединенный с турбинной камерой, в которой энергия воды переходит в энергию механического вращения вала генератора электрической энергии.

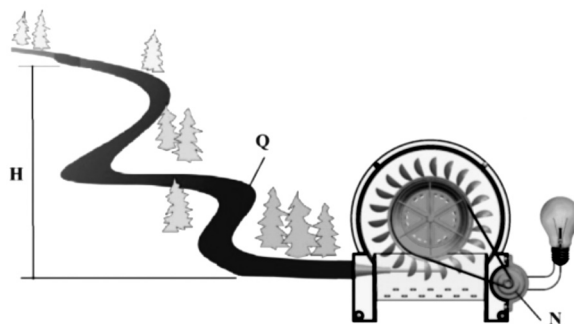


Рисунок 1.

Для повышения КПД установки и более полного использования энергии потока предлагается устройство с вращающейся вставкой и вынесенным за пределы потока генераторной установкой по рис. 1.

Такое расположение энергоустановки позволяет использовать водную энергию в напорных водоводах каскадно, без изменения направления потока то есть более просто. Уплотнения вращающейся вставки составляют наше ноу хау. Мощность установки такого рода до 50 кВт в зависимости от мощности потока (т.е от напора H и расхода Q), а также потребности пользователя. Ранее нами [1] дан расчёт мощностей потока в зависимости в зависимости от скорости течения для элементарной струи и аналитическая формула по которой легко рассчитывается мощность NTO потока проходящего через поперечное сечение установки.

Основная трудность регулирование долговременной стабильности выдаваемого напряжения при изменениях нагрузки и уровня верхнего бьефа потока. Эту задачу по нашему предложению необходимо решать с помощью разработанных нами управляющих регулирующих уст–

ройств на базе силовых интеллектуальных модулей и преобразователей. Это конечно повышает стоимость ус-

тройства, но позволяет обходиться без обслуживающего персонала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кажинский Б.Б. Простейшая гидроэлектростанция. – М.: Досарм, 1950. – 55 с.
2. Михайлова Л.П., Малая гидроэнергетика. – М.: Энергоатомиздат, 1989. –184 с.
3. <http://me-systems.ru/ges>
4. <http://alternativenergy.magellan.ru/>
5. <http://isjaee.hydrogen.ru/>
6. <http://aenergy.ru/>
7. <http://guns.allzip.org/topic/151/603352.html>
8. <http://weswen.ru/>

© Кодиров Д.Б., Ж.А. Нормуминов, (d.kodirov@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,



Институт энергетики и автоматики, при Академии наук Республики Узбекистан