

Л.А. ГРИГОРЯН, Г.Г. ДЕМИРЧЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ МАЛЫХ ГЭС (МГЭС) С УЧЕТОМ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕК

Выбрана оптимальная мощность МГЭС с учетом рационального использования водного потока реки. Вводится плавающий тариф на использованный водный сток. Предлагается методика, позволяющая на основании годового графика свободного расхода воды реки определить оптимальную мощность МГЭС с учетом стоимости 1 кВт установленной мощности, эксплуатационных издержек и стоимости 1 кВт.ч электроэнергии, выработанной тепловой электростанцией.

Ключевые слова: МГЭС, плавающий тариф воды, хронологический график.

Выбор мощности ГЭС осуществляется с учетом рационального использования годового водного стока реки. Для удобства анализа и расчетов обычный хронологический график среднемесячного свободного расхода воды преобразуется в нарастающий график при условии сохранения месячного стока (рис. 1 и 2), который можно представить функцией (рис.3)

$$q_1 = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + A_3 t^3, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (1)$$

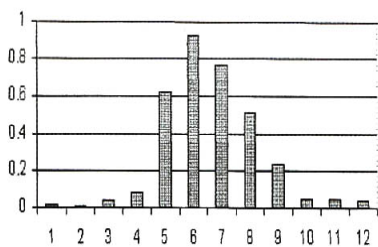


Рис. 1

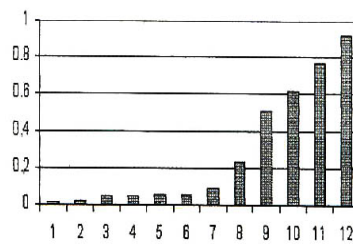


Рис. 2

Задаваясь расчетным расходом воды, тем самым определяется и мощность МГЭС:

$$P_{\text{СТ}} = \eta g H_p q_p, \text{ кВт}, \quad (2)$$

где η - КПД агрегата; g - 9,81; H_p - расчетный напор; q_p - расчетный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$.

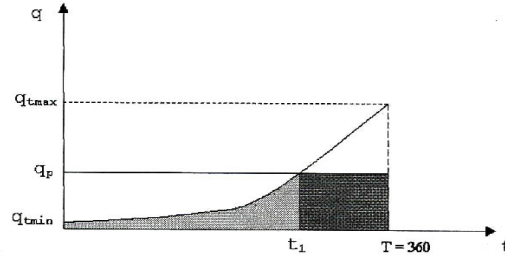


Рис.3

Точка пересечения функции (1) с прямой $q_p = \text{const} \cdot t_1$ делит весь период времени годового функционирования МГЭС на два этапа:

1. $0 - t_1$ - МГЭС работает в режиме водотока реки.
2. $t_1 - T$ - МГЭС работает с номинальной мощностью.

Соответственно годовой сток МГЭС определяется выражением

$$Q_{rc} = 8,64 \cdot 10^4 \left[\int_0^{t_1} q_t dt + q_p (T - t_1) \right] M^3, \quad (3)$$

годовой сток реки:

$$Q_{rp} = 8,64 \cdot 10^4 \int_0^T q_t dt M^3, \quad (4)$$

годовая выработка электрической энергии МГЭС, кВт. ч.

$$W_r = 2,78 \cdot 10^{-4} \eta g H_p Q_r, \text{ кВт. ч.} \quad (5)$$

где H_p измеряется в м и Q_r — в M^3 .

Принимая ориентировочно $\eta g = 7,5$, получим

$$W_r = 20,83 \cdot 10^{-4} \cdot H_p Q_{rc}. \quad (6)$$

Для оценки эффективности работы МГЭС введем следующие коэффициенты:

- коэффициент использования установленной мощности МГЭС:

$$K_u = \frac{W_r}{8,64 \cdot 10^3 \cdot P_{CT}} = \frac{Q_{rc}}{31,1 \cdot 10^6 \cdot q_p}; \quad (7)$$

- коэффициент использования водного стока реки:

$$K_{Qu} = Q_{rc} / Q_{rp}; \quad (8)$$

- коэффициент потерь водного стока реки:

$$K_{Qn} = Q_m / Q_{rp}, \text{ где } Q_m = Q_{rp} - Q_{rc}, \quad (9)$$

соответственно

$$K_{Qn} = 1 - K_{Qu}. \quad (10)$$

На рис.4 показаны зависимости указанных коэффициентов от q_p , а следовательно, и от установленной мощности МГЭС — P_{CT} . Как видно из рис. 3 и 4, при

$q_p \leq q_{t \min}$ МГЭС работает в течение всего года полной мощностью с высокой эффективностью и $K_u=1$. С другой стороны, эффективность использования водного ресурса (K_{qu}) будет минимальной, а потери водного стока (K_{qp}) максимальными.

С увеличением $q_p \leq q_{t \min}$ снижается эффективность использования МГЭС, вместе с этим наблюдается тенденция снижения его экономических показателей, например, снижается относительная прибыль и повышается себестоимость 1 кВт.ч выработанной электроэнергии. Для решения данной задачи предлагается включить в выражение для определения себестоимости 1 кВт.ч электроэнергии также стоимость израсходованной воды, т.е.

$$Y_1 = I_r + C_Q / W_r, \quad (11)$$

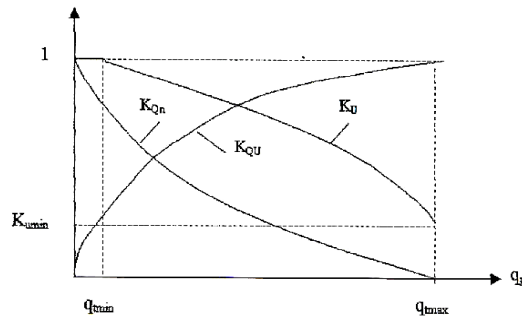


Рис. 4

где I_r - годовые издержки, включающие в себя все расходы по эксплуатации МГЭС; C_Q - стоимость израсходованной воды МГЭС в течение года.

Принимаем

$$I_r = \alpha K, \quad (12)$$

где K - стоимость МГЭС:

$$K = \gamma P_{CT}; \quad (13)$$

γ - стоимость 1 кВт установленной мощности:

$$C_Q = \beta N_p Q_r. \quad (14)$$

С целью рационального использования водных ресурсов реки предлагается ввести плавающий тариф воды - β в зависимости от коэффициента использования установленной мощности K_u :

$$\beta = A K_u. \quad (15)$$

Решая совместно (6), (7), (12)-(16), получим

$$Y_1 \frac{\alpha \gamma}{8,64 \cdot 10^3 \cdot K_u} + \frac{A \cdot K_u}{20,84 \cdot 10^{-4}}. \quad (16)$$

В результате получим функциональную зависимость (рис.5)

$$Y_1 = f(K_u). \quad (17)$$

Для построения функции (17) примем следующие значения постоянных в выражении (16):

$$\alpha = 0,03 \quad \gamma = 1000 \text{ дол.США/кВт.}$$

Коэффициент А выбирается, исходя из следующих соображений:

Как видно из рис. 3, при $q_p \leq q_{t\min}$ коэффициент $K_u=1$, т. е. станция в течение всего года работает полной мощностью, отдавая электроэнергию в сеть. В этом случае режим работы МГЭС аналогичен режиму работы ТЭЦ, не зависящей от водного режима реки.

Исходя из вышеизложенного, тариф выработанной электроэнергии МГЭС в этих условиях можно приравнять тарифу электроэнергии, выработанной ТЭЦ, что по нашей республике примерно равно $Y_5=0,04 \text{ дол.США}$. Таким образом, принимая $Y_1 = Y_5 = 0,04$, а также учитывая указанное выше значение постоянных, и $K_u=1$, из уравнения (17) получим значение $A = 0,76 \cdot 10^{-4}$.

Подставляя эти значения в (17), получим

$$Y_1 = \frac{0,00347}{K_u} + 0,036K_u. \quad (18)$$

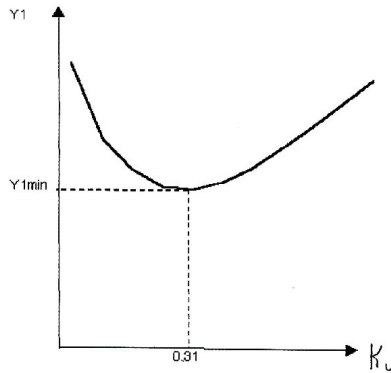


Рис. 5

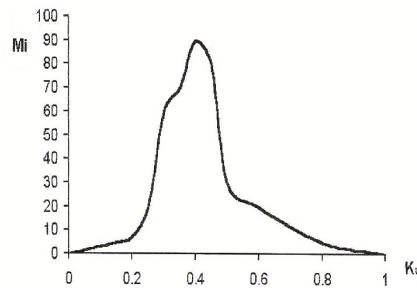


Рис. 6

На рис. 4 показан график указанной функции, экстремальными точками которой (из условия $\partial Y_1 / \partial K_u = 0$) являются $K_u=0,3$ и $Y_{t\min}=0,022$.

Принимая допустимое отклонение Y_1 от экстремума 10%, получим допустимые пределы изменения в сторону увеличения $K_u=0,31 \dots 0,58$, что достаточно хорошо совпадает с аналогичными данными в мировой практике [1] и данными нашей республики (рис. 6).

При проектировании МГЭС [2], имея конкретные данные и пользуясь выражением (17), можно получить более точные значения для K_u и соответственно с этим определить установленную мощность станции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Карелин В. Я., Волшаник В. В.** Сооружения и оборудования малых гидроэлектростанций.- М.:Энергоатомиздат, 1986.- 198с.
2. **Батищев Д. И.** Методы оптимального проектирования.- М.: Радио и связь, 1984. -235с.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 20. 07.2000.

Լ. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Հ. Գ. ԴԵՄԻՐՉՅԱՆ

ՓՀԷԿ-ի ՕՊՏԻՄԱԼ ՀԶՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՀՄԱՆՈՒՄԸ՝ ԳԵՏԻ ՌԵՍՈՒՐՍԻ ՌԱՅԻՈՆԱԼ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀԱՇՎԱՌՈՒՄՈՎ

ՓՀԷԿ-ի օպտիմալ հզորության ընտրությունն իրականացվում է՝ հաշվի առնելով գետի ջրային հոսանքի ռաջիոնալ օգտագործումը, ներմուծվում է օգտագործված ջրի հոսքի վրա լողացող սակագինը, առաջարկվում է մեթոդիկա, որով կարելի է գետի ջրի ազատ սպառման տարեկան գրաֆիկի հիման վրա սահմանել ՓՀԷԿ-ի օպտիմալ հզորությունը՝ հաշվի առնելով հաստատված հզորության մեկ կՎտ-ի արժեքը, շահագործման ծախսերը և մեկ կՎտժամ էլեկտրաէներգիայի արժեքը:

L. A. GRIGORYAN, H. G. DEMIRCHYAN

DETERMINATION OF OPTIMUM POWER OF SHES BY TAKING INTO ACCOUNT THE RATIONAL USE OF THE WATER RESOURCES OF THE RIVER

Taking into account the rational use of the river stream water optimum power of SHES is chosen. A floating tariff on water-flow used is introduced. A method permitting to determine the optimum power of SHES based on annual graphics of free river water consumption and the price of 1 kWt designed power, maintenance expenses, the cost of electricity per hour kWt produced by the thermal power plant is proposed.