

УДК 621.311.21 (470.341)

А. В. ФЕВРАЛЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЧАЛКОВСКОЙ ГЭС НА РЕКЕ ПЬЯНЕ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-42-89; эл. почта: gs@nngasu.ru

Ключевые слова: Ичалковская ГЭС, река Пьяна, срок окупаемости.

Приведены сведения об Ичалковской ГЭС и реке Пьяне; выполнены расчеты по определению параметров ГЭС; оценен срок окупаемости затрат в восстановление ГЭС.

Ичалковская ГЭС была построена в 1951 г., в 1960 гг. заброшена, восстановлена в 1994 г. (рис. 1). Параметры ГЭС составляли [1]: установленная мощность 250 кВт, среднегодовая выработка электроэнергии 1,2 млн кВт·ч/год, расчетный напор 2,7 м. В 2016 г. в ходе сильного половодья плотина ГЭС была разрушена, водохранилище опорожнено, станция выведена из эксплуатации и разграблена (рис. 2). Это фактически единственная ГЭС из примерно 150 существовавших на малых реках Горьковской (теперь Нижегородской) области, которую еще можно ввести в эксплуатацию.



Рис. 1. Ичалковская ГЭС после восстановления, 1994 г. Здание ГЭС

Ичалковская ГЭС может быть восстановлена в более современном виде, чем в 1994 г. Однако целесообразность восстановления требует оценки его эффективности. Эта оценка предлагается в настоящей статье. Оценка основывается на имеющихся данных, хотя реально необходимо обследование створа и оставшихся сооружений.





Рис. 2. Ичалковская ГЭС после разрушения плотины в 2016 г.

Река Пья́на — левый приток Суры. Устье реки находится в 116 км от устья Суры. Длина реки — 436 км, площадь бассейна — 8 060 км². Среднегодовой расход воды в устье — 25 м³/с.

Створ ГЭС располагается на расстоянии около 260 км от устья, площадь водосбора в створе примерно 3 500 км². При модуле стока, равном 4,7 л / (с· км²) [2], среднемноголетний расход воды в створе ГЭС составит $Q_{\rm mh}=16,5$ м³/с, годовой сток – 520 млн м³. Распределение стока, принятое по [2], дано в табл. 1.

Таблица 1 Внутригодовое распределение стока реки Пьяны в створе ГЭС

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Проценты годового стока	2	1	5	76	5	2	2	1	1	1	2	2	100
млн м ³	10,4	5,2	26	395,2	26	10,4	10,4	5,2	5,2	5,2	10,4	10,4	520
m ³ /c	3,9	2,2	9,7	152,5	9,7	4,0	3,9	1,9	2,0	1,9	4,0	3,9	16,5

Обоснование установленной мощности ГЭС выполнено по формуле [3]:

обоснование установление и мощности т эс выполнено по формуле [5].
$$N_{\rm y} = 9.81 \eta Q_{\rm мн} \mu_{\rm pacч} + {\rm KBT}, \qquad (1)$$
 где $\eta \approx 0.8$ – КПД ГЭС; $\mu_{\rm pacч}$ – модульный коэффициент, соответствующий оптимальному расчетному расходу, $\mu_{\rm pacч} = 0.35$ –0.65 в соответствии с [3]; $H_{\rm pacч}$ – расчетный напор, м.

Оптимальный расчетный расход для рассматриваемой территории составляет 0,4–0,65 среднемноголетнего расхода [3]. Расчетный напор определяется разностью уровней бьефов. Ичалковская ГЭС была создана по схеме так называемого руслового гидроузла, в котором уровень верхнего не превышает бровки берега, т. е. находится в пределах русла. При такой схеме пойма не затапливается, а сброс мак-



симальных расходов осуществлялся через набросную плотину и по пойме. Поэтому напор Ичалковской ГЭС составлял всего 2,7 м, что соответствует глубине русла.

Таким образом, установленная мощность будет:

$$N_{\rm v} = 227 \text{ kBt}.$$

Русловая схема ГЭС имеет недостаток, заключающийся в том, что работа ГЭС обеспечивается только в межень. В половодье уровни бьефов практически сравниваются, и напор ГЭС становится равным нулю. Таким образом, сток половодья в производстве электроэнергии не участвует. Исходя из распределения в табл. 1, можно получить долю стока, используемую для выработки электроэнергии:

$$W_{\text{HCH}} = 520 \cdot 10^6 - 395, 2 \cdot 10^6 = 124, 8 \cdot 10^6 \text{ M}^3.$$

Выработка электроэнергии определяется зависимостью [4]:

$$\Theta_0 = \eta H_{\text{pacy}} W_{\text{MCI}} / 367, \, \text{kBT}, \qquad (3)$$

где $H_{\text{расч}}$, м; $W_{\text{исп}}$, м³.

При известных параметрах выработка электроэнергии составит

$$\Theta_0 = 0.75 \cdot 10^6 \text{ кВт·ч/год.}$$

На ГЭС предполагается установка двух агрегатов «МНТО ИНСЭТ» (г. Санкт-Петербург) [5]. При этом конструкция здания ГЭС может быть, как на рис. 3.

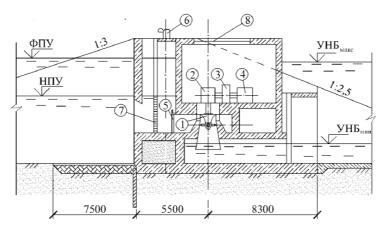


Рис. 3. Схема здания Ичалковской ГЭС: I – гидротурбина Пр10-120; 2 – мультипликатор; 3 –противоразгонное устройство; 4 – гидрогенератор; 5 – оперативный затвор; 6 – привод оперативного затвора; 7 – сороудерживающая решетка; 8 – герметичная крышка люка

Оценка эффективности восстановления Ичалковской ГЭС может быть выполнена по формуле [4]:

$$T_{\rm OK} = K/(\Phi - \mathrm{M}),\tag{4}$$

где Φ – годовой экономический результат; K – первоначальные затраты; H – годовые текущие затраты; $T_{\rm OK}$ – срок окупаемости.

Эффективность обеспечивается, если вычисленный срок окупаемости не превысит приемлемый для инвестора срок.

Экономическим результатом эксплуатации ГЭС в данном случае является снижение затрат инвестора ГЭС на приобретение электроэнергии из сетей Нижновэнерго; при этом экономический результат выражается как:

$$\Phi = \Pi_{3} \Theta_{0}, \tag{5}$$

где ц - тариф на электроэнергию.

Текущие затраты определяются в виде доли первоначальных затрат:



$$M = \alpha K, \tag{6}$$

здесь $\alpha = 0.02 \text{ год}^{-1}$ [4].

Первоначальные затраты определены по аналогам. В результате получена величина первоначальных затрат в ценах 2021 г. в размере K = 47,4 млн руб.

Результаты расчета срока окупаемости даны в табл. 2.

Таблица 2

Срок окупаемости восстановления Ичалковской ГЭС

Тариф на электро- энергию, руб./(кВт·ч)	Выработка электро- энергии, млн кВт·ч/ год	Экономи- ческий результат, млн руб./год	Текущие за- траты, млн руб./год	Первоначальные затраты, млн руб.	Срок окупа- емости, годы	
3,98	0,75	2,985	0,948	47,4	23,3	

Как следует из табл. 2, срок окупаемости довольно большой, что ставит под сомнение целесообразность восстановления Ичалковской ГЭС. Большой срок окупаемости объясняется значительными первоначальными затратами. Последние оценены по аналогам и поэтому достаточно приближенные. В дальнейшем следует провести проектные проработки по снижению этих затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Февралев, А. В. Перспективы малой гидроэнергетики в Нижегородской области / Февралев А. В. // Электрические станции, 1996. № 5. С. 30–34.
- 2. Основные гидрологические характеристики рек бассейна Верхней Волги [Электронный ресурс] / Коллектив авторов под редакцией Георгиевского В. Ю. Ливны: Издатель Мухаметов Г. В., 2015.
- 3. Кузнецов, Н. К. Сельскохозяйственные гидроэлектростанции / Н. К. Кузнецов, А. Н. Златковский. Москва: Сельхозгиз, 1948. 316 с.
- 4. Соболь, С. В. Использование водной энергии малых рек: монография / С. В. Соболь, А. В. Февралев. Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. 284 с.
- 5. Молодежный научный форум: общественные и экономические науки. Электронный сборник статей по материалам XXXV студенческой международной заочной научно-практической конференции № 6 (35), Июнь 2016 г. http://www.inset.ru/r/obor.htm.

FEVRALYOV Arkady Valentinovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of hydraulic and transport structures

ON THE EXPEDIENCY OF RESTORING THE ICHALKOVSKAYA HYDROELECTRIC POWER STATION ON THE PYANA RIVER IN THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel. : +7 (831) 430-42-89; e-mail: gs@nngasu.ru

Key words: Ichalkovskaya HPP, Pyane River, payback period.

Information about Ichalkovskaya HPP and the Piana River is given; calculations were made to determine the parameters of the HPP; the payback period of expenses for the restoration of the hydroelectric power plant is estimated.



REFERENCES

- 1. Fevralyov A. V. Perspektivy maloy gidroenergetiki v Nizhegorodskoy oblasti [Prospects for small hydropower in the Nizhny Novgorod region] // Elektricheskie stantsii [Power Technology and Engineering]. 1996, № 5. P. 30–34.
- 2. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki rek basseyna Verkhney Volgi [Main hydrological characteristics of the rivers of the Upper Volga basin]: nauchno-prikladnoy spravochnik / pod redaktsiey Georgievskogo V. Yu. Livny: Izdatel Mukhametov G. V., 2015. 129 p.
- 3. Kuznetsov N. K, Zlatkovskiy A. N. Selskokhozyaystvennye gidroelektrostantsii [Agricultural hydroelectric power plants]. Moscow: Selkhozgiz, 1948. 316 p.
- 4. Sobol S. V., Fevralyov A. V. Ispolzovanie vodnoy energii malykh rek [Use of water energy of small rivers]: monografiya. Nizhegorod. gos. arkhit.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2009, 284 p. ISBN 978-5-87941-631-2.
- 5. Obschestvennye i ekonomicheskie nauki [Public and economic sciences] Studencheskiy nauchny forum: sbornik statey po materialam XXXV studench. mezhdunar. zaochnoy nauchnopraktich. konferentsii, iyun 2016 g. 2016. № 6 (35). URL: http://www.inset.ru/r/obor.htm (data obrascheniya 20.10.2021).

© A. B. Февралев, 2022

Получено: 28.12.2021 г.