

УДК 621.22

ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА МІНІ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАЦІЯХ

М. М. Фіцай¹, В. І. Шкляр², В. В. Дубровська³

КПІ ім. Ігоря Сікорського

*Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
044-204-96-90, shklyar_vi@ukr.net, Шкляр Віктор Іванович*

Розглянуто процес отримання електроенергії на міні-гідроелектростанції, визначені параметри та тип гідротурбіни.

Ключові слова: *гідротурбіна, деривація, каскад, лопать.*

PRODUCTION OF ELECTRICAL ENERGY AT THE MINI HYDROELECTRIC POWER PLANT

M. Fitsay¹, V. Shklyar², V. Dubrovskaya³

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Institute of Energy Saving and Energy Management

The process of obtaining electric power at the mini-hydroelectric power plant is considered, parameters and type of the hydro turbine are determined.

Keywords: *hydro turbine, derivation, cascade, blade.*

ORCID: 0000-0001-6879-7501, 0000-0003-4765-0484

Україна має значний запас ресурсів малих річок (в основному завдяки річкам західної частини країни), який

складає в середньому біля 28% від загальної кількості річок України.

Закарпаття має найбільший гідроенергетичний потенціал в Україні саме тому що тут є найгустіша річкова мережа. Потенціал розвитку гідроенергетики зосередився на малих річках і потоках. Розглядаючи сучасні системи міні-ГЕС можна побачити, що за рахунок оптимального режиму роботи можна зменшити шкоду на довкілля до мінімальних показників. Серед основних переваг є також малий термін окупності проектів, який в середньому складає від 2 до 5 років.

Об'єктами досліджень стали дериваційні міні-ГЕС нового зразка «Брустурянка 1» потужністю 1 МВт довжиною деривації 750 м та «Брустурянка 2» потужністю 1,2 МВт довжиною деривації від першої міні-ГЕС 820 м, які працюють за каскадною системою з 2015-го року в гірських районах Закарпатської області. За приклад візьмемо дериваційну міні-ГЕС «Брустурянка 1» (рис. 1), де напір води створюється напірним дериваційним водоводом.

До складу міні ГЕС входить поворотно-лопатева турбіна Каплана типу S110 та гідрогенератор EN-CO (Італія) потужністю 1 МВт. Турбіна типу "Каплан" обрана за графіком застосування гідротурбін за показниками: витрата води $Q=7,65 \text{ м}^3/\text{с}$ та напору H_p :

$$H_p = \frac{2 \cdot H_{MAX} + H_{MIN}}{3} = \frac{2 \cdot 12,673 + 12,095}{3} = 16,5 \text{ м.}$$

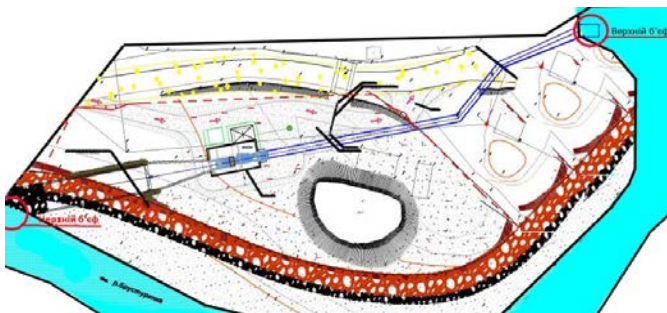


Рис. 1. План розташування міні-ГЕС «Брустурянка 1»

Діаметр робочого колеса гідротурбіни визначаємо за залежністю [1]:

$$D_1 = \sqrt{\frac{N_T (\text{кВт})}{9,81 \cdot Q_{1P} \cdot H_p \cdot \eta_T \cdot \sqrt{H_p}}} = \sqrt{\frac{1000}{9,81 \cdot 7,65 \cdot 0,916 \cdot 16,5 \cdot \sqrt{16,5}}} \approx 2,4 \text{ м.}$$

Частоту обертання вала гідротурбіни:

$$n = \frac{n'_{1P} + \sqrt{H_p}}{D_1} = \frac{500 + \sqrt{16,5}}{2,4} = 210,02 \approx 210 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Перерахунок ККД турбіни при меншому діаметрі її колеса $D_{1м} = 0,46 \text{ м}$:

$$\eta = 1 - (1 - \eta'_1) \cdot \sqrt[5]{\frac{D_{1м}}{D_1}} = 1 - (1 - 0,916) \cdot \sqrt[5]{\frac{0,46}{2,38}} = 0,95.$$

При виборі устаткування дериваційної гідроелектростанції було розраховано: тип та клас турбіни (Каплана), кількість гідроагрегатів, параметри (частота обертання, потужність) та розміри робочого колеса гідротурбіни (діаметри).

Підведення води до турбіни здійснюється через турбінні камери, які за формою і конструкцією бувають дуже різноманітні.

При розрахунках діаметрів турбін показники були округлені до номенклатурних розмірів, де враховувалась ефективність турбіни від витрати води (табл. 1).

Таблиця 1. Залежність ефективності турбіни від витрати води

Витрата води, м³/с	7,65	6,12	4,59	3,06	1,53
Ефективність, %	91,6	92,6	92,4	90,5	81,5

Направляючий апарат турбіни, в залежності від складності місцевості та витрати води на турбіну - регулює її потужність. Технічні характеристики турбіни Каплан показані в таблиці 2.

Таблиця 2. Технічні характеристики турбіни Каплан

Характеристика	
Механічна потужність, кВт	1000
Номінальна швидкість обертання, об/хв	500
Максимальна витрата води, м³/с	7,65

Параметри гідрогенератора наведено у табл. 3.

Таблиця 3. Параметри гідрогенератора

Характеристика	
Номінальна потужність, кВт	996
кВА	1200
ККД	0,95
Номінальна напруга, В	690
Коефіцієнт потужності	0,83

Кількість виробленої електричної енергії на міні-ГЕС за місяцями року наведено в таблиці 4.

Таблиця 4. Кількість виробленої електричної енергії на міні-ГЕС, кВт· год

Місяць		Місяць	
Січень	401,09	Липень	438,86
Лютий	359,69	Серпень	397,56
Березень	417,29	Вересень	432,68
Квітень	392,24	Жовтень	437,39
Травень	392,24	Листопад	679,87
Червень	407,92	Грудень	403,90
		Разом за рік	5 202,05

Станція забезпечує річну потребу в електроенергії більше 2000 домогосподарств.

Література

1. В.В. Парла. Гідравлічні турбіни. -М.: 1987 - 328 с.