

використовувати її навіть у регіонах без природних гарячих вод, забезпечуючи постійне енергопостачання, замкнений цикл роботи та низькі експлуатаційні витрати. Приклади, як система теплопостачання Рейк'явіка, демонструють, що геотермальна енергія здатна живити великі міста, зменшувати залежність від імпорту палива і сприяти сталому розвитку енергетики.

Література

1. Геотермальна енергія переваги та перспективи URL: <https://ecotech.news/energy/117-geotermalna-energetika-perevagi-ta-perspektivi.html>
2. Геотермальна станція URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0
3. Удосконалені геотермальні системи URL: https://www.energy.gov/eere/geothermal/enhanced-geothermal-systems?utm_source=chatgpt.com
4. Удосконалені геотермальні системи для виробництва чистої енергії на твердих породах URL: <https://www.nature.com/articles/s44359-024-00019-9>

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

М.М. Зінь¹, канд. техн. наук, доц.; Ю.Б. Підгайний²

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

²Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

ПАРАМЕТРИ ГЕОМЕТРИЧНО ПОДІБНИХ ГІДРОТУРБІН НИЗЬКОНАПІРНИХ МАЛИХ ГЕС

M.M. Zin, Ph.D., Assoc. Prof.; Y.B. Pidhainyi

PARAMETERS OF GEOMETRICALLY SIMILAR HYDROTURBINES OF LOW-PRESSURE SMALL HYDROPOWER PLANTS

Відновлювана енергетика (ВЕ) продовжує стрімко розвиватися. Тим самим вона заміщає традиційну енергетику, яка заснована на спалюванні кам'яного вугілля і вуглеводнів викопного походження. Однією з найважливіших галузей ВЕ є мала гідроенергетика, яка також впевнено рухається вперед.

Сучасний етап розвитку малої гідроенергетики України полягає у відновленні недіючих (законсервованих або таких, що перебувають на різних стадіях демонтажу) і спорудженні нових малих ГЕС. Майже всі нові малі ГЕС у нашій країні є низьконапірними (напір води не перевищує 10 метрів), малопотужними (потужність до 100÷200 кВт) і економічно ризикованими (термін окупності знаходиться у межах 5 – 10 років), що разом з економічною нестабільністю та військовим станом відштовхує потенційних інвесторів від капіталовкладень у відповідні об'єкти. Відтак питання мінімізації капіталовкладень у малу гідроенергетику залишається актуальним завданням, вирішення якого дає змогу вводити в експлуатацію нові малі ГЕС і робити їх прибутковими.

У випадку низьких напорів (до 10 метрів) з огляду економіки (у переважній більшості випадків) найбільш доцільно застосовувати трубні пропелерні гідротурбіни. Вони є простими, надійними, високоефективними і відносно дешевими. Їх основний

недолік – відсутність можливості регулювання витрати води (без істотного зниження ККД), але це питання успішно вирішується завдяки встановленню на малій ГЕС декількох гідроагрегатів з однаковими або ще краще різними діаметрами робочих коліс гідротурбін.

У Тернопільській області у 2025 році на р. Іква споруджено малу ГЕС. Створ має напір 3,8 м, кількість турбін – 2 шт., а саме Т70 і Т50 – трубні пропелерні гідротурбіни, де цифра у позначенні марки турбіни означає діаметр її робочого колеса у см. Розрахуємо параметри гідротурбін цієї ГЕС, а також гідротурбіни Т36, на основі геометричної подібності. Напір нетто прийемо рівним таким двом значенням: 3,6 і 3,8 м (для порівняння). У якості «еталону» використаємо чотирьохлопатову геометрично подібну гідротурбіну Т90 виробництва ТОВ «Мінігідро» (м. Харків) (випуску 2014 року), яку встановлено на Бережанській мікроГЕС.

У табл. 1 наведено параметри «еталонної» гідротурбіни Т90 (вони позначені нижніми індексами «1») і геометрично подібних до неї гідротурбін Т70, Т50 і Т36* малої ГЕС на р. Іква (параметри цих турбін позначені нижніми індексами «2») (*турбіну Т36, ймовірно, з технічних міркувань згодом буде встановлено на зазначеній ГЕС). Інші умовні позначення розшифровуються так:

D – діаметр робочого колеса гідротурбіни, м;

H – напір нетто, м;

Q – витрата води гідротурбіною, м³/с;

N – механічна потужність на валу гідротурбіни, кВт;

n – робоча частота обертання валу гідротурбіни, об/хв;

η – коефіцієнт корисної дії гідротурбіни, %;

z – кількість лопатей на робочому колесі гідротурбіни, шт.

Таблиця 1. Параметри геометрично подібних трубних пропелерних гідротурбін Т90 («еталон») і Т70, Т50, Т36 («копії»)

Параметри геометрично подібної гідротурбіни Т90, яку прийнято у якості «еталону»								
№ з/п	Марка гідротурбіни	D_1 , м	H_1 , м	Q_1 , м ³ /с	N_1 , кВт	n_1 , об/хв	η_1 , %	z_1 , шт.
1	Т90	0,9	3,7	3,24	108	333–375*	91,8	4
Параметри геометрично подібних гідротурбін Т70, Т50 і Т36, які прийнято у якості «копій»								
		D_2 , м	H_2 , м	Q_2 , м ³ /с	N_2 , кВт	n_2 , об/хв	η_2 , %	z_2 , шт.
2	Т70	0,7	3,8	1,99	68	434–489*	91,8	4
			3,6	1,93	63	422–476*		
3	Т50	0,5	3,8	1,01	35	607–684*		
			3,6	0,986	32	591–666*		
4	Т36	0,36	3,8	0,525	18	844–950*		
			3,6	0,511	17	821–925*		

Примітка: *З наведених діапазонів швидкостей обертання краще брати найменші або близькі до них числа (згідно з інформацією, яку надали підприємства, що мають значний досвід використання зазначеного типу гідротурбін)

Матеріали табл. 1 дають можливість оцінити результат ймовірного встановлення на малій ГЕС на р. Іква додаткової гідротурбіни Т36: діапазон напорів $H_2=3,6\div 3,8$ м, витрата води $Q_2=0,511\div 0,525$ м³/с, потужність турбіни $N_2=17\div 18$ кВт, робоча частота обертання валу гідротурбіни $n_2=821\div 844$ об/хв. З огляду існування можливості

забезпечення прямого (без мультиплікатора чи редуктора) з'єднання валів гідротурбіни й електрогенератора було б доцільно застосувати гідротурбіну з діаметром робочого колеса $D_2 = 0,39 \div 0,40$ м, забезпечивши тим самим робочу частоту обертання валів як турбіни, так і електрогенератора на рівні $n_2 = 756$ об/хв (мова йде про використання асинхронного електрогенератора).

Література

1. Тарасенко М.Г., Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Шляхи прискорення темпів розвитку малої гідроенергетики в Україні. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 2014, Вип. 4, Сс. 56–61.
2. Тарасенко М.Г., Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Переваги і проблеми кількісного розвитку малої гідроенергетики та шляхи їх розв'язання. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 2014, Вип. 2, Сс. 31–39.
3. M. Zin, V. Koval, M. Tarasenko, I. Sysak. Creation and substantiation of the matrix for model series of tubular propeller turbines for small hydropower plants. *Scientific Journal of TNTU*, 2023, No 109 (1), Pp. 24–32.
4. М. Зінь. Технічне й екологічне обґрунтування вибору типорозмірів гідротурбін для низьконапірних малих ГЕС. *Енергетика: економіка, технології, екологія*, 2022, Вип. 4, Сс. 94–101.
5. Л. Колодійчук, В. Коваль, М. Зінь. Моделювання процесу підготовки фахівців з електричної інженерії за допомогою смарт-технологій. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». – 2025. – Том 1. – № 56. – С. 81–85.

УДК628.921

Т.Л.Киянчук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СВІТЛОДІОДНИХ СИСТЕМ

Т.Л.Кyyanchuk

WAYS TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF LED SYSTEMS ANALYSIS

Реалії теперішнього часу вимагають впровадження сучасних ефективних технологій генерування, передачі та споживання електроенергії. Одним із важливих споживачів електроенергії є освітлювальні установки різного призначення. Згідно з прогнозом Міжнародного енергетичного агентства до 2030 року світовий ринок світлодіодного освітлення становитиме понад 70% ринку освітлення. Тому дослідження шляхів підвищення енергоефективності світлодіодних систем освітлення є актуальною задачею, вирішення якої сприятиме зменшенню електроенергії, підвищенню екологічності, надійності та комфортності для споживачів.

Енергоефективність світлодіодних систем залежить від трьох основних факторів: ефективності окремих світлодіодів чи світлодіодних матриць; ефективності світлових приладів із світлодіодними джерелами світла; режимів та параметрів живлення світлодіодних приладів. Оптимізація кожного з факторів дозволить збільшити загальну енергоефективність систем освітлення.