

СПІРАЛЬНО-КІВШОВА ГІДРОТУРБІНА ДЛЯ МІКРО ГЕС

Харун В.Р.¹, Грабовецький І.І.²

¹ІФНТУНГ, ¹к.т.н, доцент, Україна,

²ІФНТУНГ, студент, Україна,

Анотація. В Україні особливо актуальним постає питання розвитку міні та мікро ГЕС, яке підсилить локалізацію та сталість енергетики на рівні громад. Існує велика кількість гідравлічних турбін, які використовуються на великих та малих гідроелектростанціях, всі вони мають свої переваги та недоліки. В публікації розглянута конструкція спірально-ківшової гідротурбіни, яка дозволяє забезпечити безпечні умови для міграції риби, через турбіну, що досягається завдяки спеціальній геометрії лопатей. Після створення першого робочого прототипу спірально-ківшової гідротурбіни діаметром 0,4 м, потужністю 1,7 кВт та пропускною здатністю 0,216 м³/с було проведено експериментальні дослідження, які дозволили визначити, що важливою характеристикою турбіни є здатність працювати при низькій швидкості течії та незначному гідростатичному напорі води.

Ключові слова: гідроелектростанції, мікро ГЕС, гідротурбіна, спірально-ківшева гідротурбіна, міграція риби.

Вступ. В сучасному світі існує тренд на розвиток відновлюваних джерела електроенергії, серед яких розвиток гідроенергетики займає одне з провідних напрямків. Так у 2024р. обсяг світового ринку гідроенергетики склав 255,31 млрд. доларів США, а до 2034р., очікується, що він становитиме 390,84 млрд. доларів США [1], тобто очікується ріст на 53%. В Україні значна частина електроенергії виробляється на потужних гідроелектростанціях (ГЕС), які потребують великих водосховищ та потужних дамб. Агресивна війна Росії проти України показала, що руйнування, або пошкодження таких дамб призводить до виключення значних обсягів електропостачання та негативного впливу на екологію. В Україні особливо актуальним постає питання розвитку міні та мікро ГЕС, яке підсилить локалізацію та сталість енергетики на рівні громад.

Метою цієї роботи є експериментальне дослідження працездатності спірально-ківшової гідротурбіни.

Основний матеріал

При виборі гідравлічної турбіни, яку доцільно використовувати в мікро-ГЕС було проаналізовано існуючі конструкції та виділено їх недоліки:

Капланова турбіна [2] – це тип гідравлічної реактивної турбіни, призначеної для роботи в середовищах з малими градієнтами, для перепадами в рівні води від кількох метрів до кількох десятків. Це високоефективна турбіна, але вона потребує значного напору та складних гідротехнічних споруд. Не передбачає безпечної міграції риби, що обмежує екологічну сумісність.

Френсісова турбіна [3] – це різновид турбіни, яка використовується для напору води від 11 до 300м, використовується в середньонапірних ГЕС, має достатньо вищий ККД до 90%, проте вимагає великих водосховищ.

Пелтонова турбіна [4] – це турбіна струменево-ківшевого типу, яку рекомендовано використовувати для гірських річок з перепадом висот від 20 до 50м для швидкості потоку води від 0,5 л/с до 350 л/с. Має високу ефективність, але не підходить для рівнинних річок із незначними перепадами висот.

Гвинтові (Архімедові) турбіни [5] - працюють при низькому напорі води, з перепадом висот від 1,5м і їх перевагою є те, що вони мають великі розмір гвинта і невелику швидкість обертання, тому дозволяють рибі і крупному сміттю без перешкоди подолати ГЕС. До недоліків можна віднести значні поздовжні розміри.

На відміну від цих моделей, спіральні-ківшова гідротурбіна поєднує в собі переваги низьконапірних турбін, простоту встановлення та екологічну безпеку, що робить її ефективним рішенням для малих річок та каскадних мікро ГЕС.

Початкова мета, яка послужила основою для розробки конструкції цієї гідротурбіни, полягала у створенні оптимальних та безпечних умов для міграції риб, через турбіну, що досягається завдяки спеціальній геометрії лопатей. Конструкція передбачає трубоподібний корпус, усередині якого лопаті закріплюються на внутрішній площині (рис.1) [6].



Рисунок 1 – Конструкція спірально - ківшевої гідротурбіни

Після створення першого робочого прототипу спірально-ківшової гідротурбіни діаметром 0,4 м, потужністю 1,7 кВт та пропускною здатністю 0,216 м³/с було проведено серію тестувань. Вони дозволили визначити, що важливою характеристикою турбіни є здатність працювати при низькій швидкості течії та незначному гідростатичному напорі води. Це дозволяє ефективно використовувати турбіну без суттєвого підвищення рівня води, мінімізуючи необхідність створення великих водосховищ та запобігаючи затопленню прилеглих територій. Така особливість робить спірально-ківшову турбіну екологічно безпечним рішенням для мікро ГЕС.

Як приклад, спірально-ківшеву гідротурбіну було встановлено на річці Прут в околі міста Коломия (рис.2).

Будівництво гідроелектростанції передбачає мінімальне втручання в природне русло річки, оскільки всі основні елементи конструкції збираються за межами водного потоку. Підняття рівня води на необхідні 1 м для роботи турбіни не потребує зведення монолітних бетонних конструкцій, що значно спрощує монтаж і знижує екологічний вплив.



Рисунок 2 – Процес спорудження дамби

Висновки. Таким чином, спірально-ківшова гідротурбіна демонструє значні переваги над традиційними рішеннями, зокрема у сферах екологічної безпеки, простоти встановлення та ефективності роботи в умовах малої течії. Завдяки своїм характеристикам вона може стати перспективним інструментом для розвитку малої гідроенергетики та енергетичної незалежності регіонів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гідроенергетика: тренди та перспективи ринку до 2034 року [Електронний ресурс]. -Режим доступу: URL: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/hidroenerhetyka-trendy-ta-perspektyvy-rynku-do-2034-roku (дата звернення: 23.02.2025).
2. Турбіна Каплана: робота, характеристики та застосування в гідроенергетиці [Електронний ресурс] // Renovables Verdes. - Режим доступу: URL: <https://uk.renovablesverdes.com/турбіна-каплана/> (дата звернення: 24.02.2025).
3. FORSTER. 100кВт, 500кВт, 1МВт, 2МВт Гідравлічна турбіна Френсіса. - Режим доступу: URL: <https://www.fstgenerator.com/uk/hydraulic-francis-turbine34-product/> (дата звернення: 24.02.2025).
4. Турбіна Пелтона [Електронний ресурс] // NEO-ELS. - Режим доступу: URL: <https://www.neo-els.com.ua/index.php/uk/турбіни-пелтона.html> (дата звернення: 24.02.2025).
5. LANDUSTRIE. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://landustrie.com> (дата звернення: 25.03.2025).
6. Спірально-ківшова гідротурбіна пат. 149323 Україна: МПК F03B3/00 , № u202105260, заявл. 16.092021; опубл. 04.11.2021; бюл. №44/2021.

SPIRAL-BUCKET HYDRO TURBINE FOR MICRO HYDROPOWER PLANTS

Viktor Kharun, Igor Grabovetsky

Abstract. *The development of mini and micro hydropower plants is particularly relevant in Ukraine, as it promotes localized and sustainable energy at the community level. A wide variety of hydraulic turbines are used in large and small hydropower plants, each*

with its own advantages and disadvantages. This publication examines the design of the spiral-bucket hydro turbine, which ensures safe conditions for fish migration through the turbine due to the special geometry of its blades.

After creating the first working prototype of the spiral-bucket hydro turbine with a diameter of 0.4 m, a capacity of 1.7 kW, and a flow rate of 0.216 m³/s, experimental studies were conducted. These studies revealed that an important characteristic of the turbine is its ability to operate at low flow velocities and minimal hydrostatic head.

Keywords: *hydropower plants, micro hydropower plants, hydro turbine, spiral-bucket hydro turbine, fish migration.*

REFERENCE

1. Hidroenerhetyka: trendy ta perspektyvy rynku do 2034 roku [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu: URL: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/hidroenerhetyka-trendy-ta-perspektyvy-rynku-do-2034-roku (data zvernennia: 23.02.2025).
2. Turbina Kaplana: robota, kharakterystyky ta zastosuvannia v hidroenerhetytsi [Elektronnyi resurs] // Renovables Verdes. - Rezhym dostupu: URL: <https://uk.renovablesverdes.com/турбіна-каплана/> (data zvernennia: 24.02.2025).
3. FORSTER. 100kVt, 500kVt, 1MVt, 2MVt Hidravlichna turbina Frensisa. - Rezhym dostupu: URL: <https://www.fstgenerator.com/uk/hydraulic-francis-turbine34-product/> (data zvernennia: 24.02.2025).
4. Turbina Peltona [Elektronnyi resurs] // NEO-ELS. - Rezhym dostupu: <https://www.neo-els.com.ua/index.php/uk/турбіни-пелтона.html> (data zvernennia: 24.02.2025).
5. LANDUSTRIE. Ofitsiinyi sait [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu: <https://landustrie.com> (data zvernennia: 25.03.2025).
6. Spiralno-kivshova hidroturbina pat. 149323 Ukraina: MPK F03B3/00 , № u202105260, zaiavl. 16.092021; opubl. 04.11.2021; biul. №44/2021.