УДК 621.311.21:621.224-182.3

**Москаленко В.Б.**
**Коц І.В.**

# НАПЛАВНА РІЧКОВА ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА БЕЗГРЕБЕЛЬНОГО ТИПУ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ ЗАХИСТУ

Судноплавна компанія «DDS Shipping Holding GmbH Izmail branch»
Вінницький національний технічний університет

**Анотація**

*У роботі представлено результати розробки та вдосконалення наплавної річкової гідроенергетичної установки безгребельного типу, захищеної патентом України на корисну модель № 164638, призначеної для перетворення кінетичної енергії вільного руслового потоку на електричну енергію. Обґрунтовано двопонтонну модульну компоновку зі співвісним розміщенням спарених поперечних гідротурбін, мультиплікатора та електрогенератора на спільній поворотній рамі, що унеможливлює перекіс валів під час регулювання глибини занурення. Для забезпечення просторової стійкості застосовано чотириопорну систему донної фіксації. Розроблено архітектуру трирівневої автоматизованої системи інтелектуального захисту на базі гідроакустичних, лазерних оптичних і торсіометричних датчиків, яка запобігає пошкодженню робочих органів твердим стоком і крижинами та спрощує сервісне обслуговування станції.*

**Ключові слова:** мала гідроенергетика, безгребельна гідроелектростанція, наплавна установка, поперечна гідротурбіна, кінематичний блок, система донної фіксації, інтелектуальний захист.

**Abstract**

*The paper presents the design and engineering solutions for a pontoon-mounted damless river hydropower installation aimed at converting the kinetic energy of free-flowing river currents into electrical energy. A twin-pontoon modular layout is proposed, featuring coaxially arranged paired cross-flow hydroturbines, a speed increaser (multiplier), and an electric generator mounted on a unified pivoting frame, which eliminates shaft misalignment during immersion depth adjustment. To ensure spatial stability under high-flow conditions, a four-column bottom-anchoring system is implemented. The architecture of a three-level automated intelligent protection system based on hydroacoustic, optical laser, and torsiometric sensors is substantiated, preventing mechanical damage to turbine blades from floating debris and ice drift while enabling on-site maintenance without towing the unit ashore.*

**Keywords:** small hydropower, damless hydropower plant, floating power unit, cross-flow hydroturbine, kinematic unit, bottom fixation system, intelligent protection.

**Актуальність дослідження.** Сучасний розвиток розподіленої енергетики та необхідність підвищення енергетичної автономності територіальних громад зумовлюють зростання інтересу до об'єктів малої гідроенергетики безгребельного типу. На відміну від традиційних гребельних ГЕС, наплавні руслові установки використовують кінетичну енергію природного потоку без зведення капітальних гідротехнічних споруд, затоплення земель і порушення екосистеми річок. Проте широке впровадження відомих конструкцій наплавних ГЕС стримується низкою експлуатаційних проблем: низькою просторовою стійкістю під час паводків, високим ризиком пошкодження лопатей гідротурбін плаваючим сміттям, топляками та крижинами, а також складністю демонтажу й ремонту підводних вузлів.

**Мета дослідження.** Метою науково-дослідної роботи є підвищення експлуатаційної надійності, енергетичної ефективності та довговічності наплавної річкової гідроенергетичної установки безгребельного типу шляхом удосконалення її кінематичної схеми, системи фіксації в руслі та впровадження автоматизованого інтелектуального захисту робочих органів.

**Поставлені завдання дослідження.** Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання:

1. Проведено патентно-інформаційний аналіз існуючих конструкцій плавучих і наплавних безгребельних гідроелектростанцій та виявлено критичні чинники втрати їх працездатності.
2. На підставі проведеного математичного моделювання робочих процесів розроблено співвісну кінематичну схему силового агрегату з можливістю синхронного повороту занурюваних гідротурбін і генеруючого обладнання навколо спільної поперечної осі.
3. Спроєктовано систему жорсткої позиційної фіксації корпусу-платформи відносно дна русла та силового розвантаження підіймальних механізмів у робочому режимі.

4. Розроблено алгоритм багаторівневого превентивного й аварійного захисту гідротурбінних блоків від механічних перешкод у водному потоці.

**Основні досягнуті результати.** За результатами проведених досліджень розроблено нове технічне рішення наплавної річкової гідроенергетичної установки безгребельного типу, захищене патентом на корисну модель. Конструктивну основу установки становить двопонтонний корпус-платформа з центральною проміжною палубою. У прорізах між понтонами та центральною палубою формується конфузорний канал, у якому внаслідок локального звуження живого перерізу зростає швидкість набігаючого потоку, що підвищує питому потужність спарених поперечних занурюваних гідротурбін. Ключовою особливістю кінематичної схеми є об'єднання занурюваних поперечних гідротурбін (розміщених на бокових рухомих поворотних площадках) та мультиплікатора з електрогенератором (змонтованих в ізольованих водонепроникних порожнинах центральної поворотної площадки) у єдиний жорсткий кінематичний блок. Усі поворотні площадки встановлені на спільних поперечних несучих валах, що забезпечує збереження співвісності передавальних валів при будь-якому куті підйому або опускання турбін і виключає їх злам. У робочому положенні поворотні площадки спираються на похилі опорні поверхні силового каркаса понтонів і палуби, передаючи гідродинамічний тиск води безпосередньо на корпус установки та розвантажуючи підіймальний механізм. Замість традиційного якірного швартування застосовано систему фіксації з чотирьох керованих опор-стійок із приводними механізмами, які при контакті з дном утворюють просторовий «жорсткий трикутник», усуваючи розгойдування та вібрації обладнання при зміні швидкості течії.

Для захисту гідротурбін від пошкоджень упроваджено автоматизовану систему інтелектуального захисту, що об'єднує три контури контролю:

– гідроакустичний сканер (дальність дії 20–50 м у носовій частині понтонів) для завчасного виявлення затоплених предметів і донної криги;

– оптичні лазерні датчики для моніторингу поверхневого сміття та шуги;

– торсіометричні датчики на приводних валах турбін для фіксації миттєвого ударного зростання крутного моменту.

При розрахунку загрози зіткнення контролер автоматично піднімає поворотні площадки з гідротурбінами над рівнем води до проходження перешкоди. Поворот площадок на кут до 90° повністю виводить турбіни у міжпонтонний простір для очищення лопатей та заміни підшипників без буксирування станції до берега.

**Перспективи щодо практичного застосування.** Отримані результати науково-дослідної роботи створюють технічну базу для серійного проєктування мобільних автономних гідроенергетичних модулів потужністю від десятків до сотень кіловат. Розроблена установка може ефективно застосовуватися для енергозабезпечення віддалених населених пунктів, об'єктів критичної інфраструктури, меліоративних і фермерських господарств на малих та середніх рівнинних річках України та інших країн в умовах сезонних паводків та льодоходу.

**Висновки.**

1.Обґрунтовано доцільність застосування двопонтонної компоновки наплавної безгребельної гідроенергетичної установки з міжпонтонними прорізами конфузорного типу, що дає змогу локально збільшити швидкість руслового потоку перед робочими колесами без будівництва гребель і порушення гідрологічного режиму річки.

2. Поєднання поперечних занурюваних гідротурбін, мультиплікатора та електрогенератора на співвісних поворотних площадках у єдиний кінематичний блок із силовим опиранням на похилі поверхні корпусу в робочому положенні усуває ризик перекосу валів, розвантажує підіймальні механізми та підвищує механічний ККД трансмісії.

3. Використання чотириопорної системи керованих донних стійок забезпечує жорстку просторову стабілізацію плавучої платформи в умовах паводкових течій і хвилювання, суттєво знижуючи динамічні навантаження на підшипникові вузли порівняно з якірним утриманням.

4. Упровадження трирівневої інтелектуальної системи захисту (гідроакустичний, лазерний оптичний і торсіометричний контроль) у поєднанні з можливістю повороту турбінних блоків на кут до 90° мінімізує аварійність під час льодоходу й засмічення русла та забезпечує виконання регламентного обслуговування безпосередньо на місці експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ващишак І., Чернецька І. (2026). Оцінка гідроенергетичного потенціалу малих річок України за допомогою сучасних вимірювальних систем. SWorldJournal, 1 (35-01), с. 124–133. URL: https://doi.org/10.30888/2663-5712.2026-35-01-116.

2. Iozzi Sperandelli, D., & Zenker Gireli, T. Discharge measurements field validation using remote-controlled boat with ADCP. Journal of Applied Water Engineering and Research, 2022, No11(3), p. 345–356.

3. European Small Hydropower Association (ESHA). Hydropower Technology Handbook. Brussels: ESHA, 2020. 96 p.

4. Наплавна річкова гідроенергетична установка безгребельного типу : пат. 164638 Україна : МПК F03B 13/00, E02B 9/00. Заявник і патентовласник В. Б. Москаленко. № u202601849; заявл. 31.03.2026 ; опубл. 22.10.2026, Бюл. № 42.

***Москаленко Віктор Борисович*** - Генеральний директор судоплавної компанії «DDS Shipping Holding GmbH Izmail branch», м. Ізмаїл, e-mail: moskalenko.viktor.b@ddsship.com

***Коц Іван Васильович*** - к.т.н., доцент, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

***Moskalenko Viktor B.*** – General Director of the shipping company "DDS Shipping Holding GmbH Izmail Branch "; e-mail: moskalenko.viktor.b@ddsship.com

***Kots Ivan V.*** – PhD ( Technical Sciences), Associate Professor, Professor at the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivan.kots.2014@gmail.com