

ЧИСЕЛЬНЕ ТА КОНСТРУКТИВНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИСОКОНАПІРНОЇ РАДІАЛЬНО-ДІАГОНАЛЬНОЇ ГІДРОТУРБИНИ

Р.М. Демчук¹, Є.С. Крупа²

¹ аспірант кафедри гідравлічних машин ім. Г.Ф. Проскури, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² доцент кафедри гідравлічних машин ім. Г.Ф. Проскури, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Roman.Demchuk@mit.khpi.edu.ua

Сучасна гідроенергетика зіштовхується з викликами, пов'язаними з необхідністю адаптації гідроелектростанцій (ГЕС) та гідроакумуючих станцій (ГАЕС) до змінних режимів роботи. Особливо гостро ця проблема стоїть для високонапірних установок (200–600 м), де традиційні радіально-осьові (РО) гідротурбіни мають вузький діапазон ефективної експлуатації. Відхилення від оптимального режиму призводить до різкого падіння коефіцієнта корисної дії (ККД), виникнення пульсацій тиску, вібрацій та інтенсивних кавітаційних явищ, що значно скорочує термін служби обладнання. Це зумовлює нагальну потребу в розробці нових конструктивних рішень, здатних забезпечити стабільну та ефективну роботу в широкому діапазоні навантажень.

Метою дослідження є розробка нової конструкції високонапірної радіально-діагональної гідротурбіни (РОД), яка усуває недоліки існуючих технологій, та створення її детальної тривимірної моделі для подальшого чисельного аналізу гідродинамічних процесів.

Об'єктом дослідження є інноваційна конструкція радіально-діагональної гідротурбіни, ключовими особливостями якої є дворядне робоче колесо та проміжний направляючий апарат (рис. 1). Така схема дозволяє досягти потрібної комбінаторної залежності між кутами установки лопаток основного направляючого апарата, проміжного апарата та другого, поворотного ряду лопатей робочого колеса. Це забезпечує гнучке регулювання та підтримку високої ефективності у широкому діапазоні режимів [1, 2].

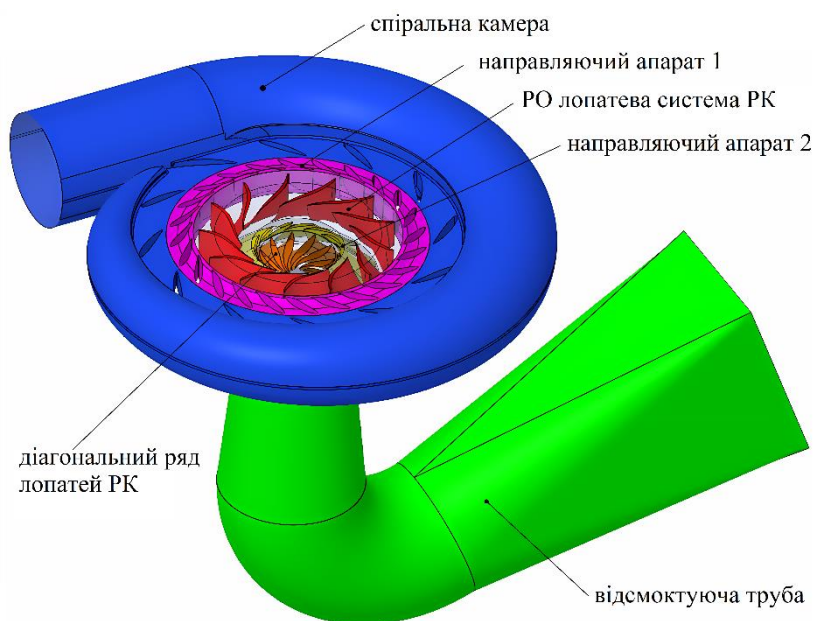


Рис. 1 – Тривимірний модель РОД гідротурбіни

Для перевірки концепції та підготовки до чисельних розрахунків було створено детальну параметричну 3D-модель гідротурбіни РОД у середовищі SolidWorks. Моделювання включало точне відтворення складної геометрії всіх елементів проточної частини: спіральної камери, статора, двох направляючих апаратів та дворядного робочого колеса (рис. 1). Процес моделювання підтвердив конструктивну можливість реалізації запропонованої ідеї [1, 3].

На основі розробленої методики було побудовано прогнозну універсальну характеристику для гідротурбіни РОД-400 (рис. 2). Порівняння з характеристикою традиційної радіально-осьової турбіни РО-400 показало суттєві переваги нової конструкції. Турбіна РОД демонструє значно ширший діапазон вискоефективної роботи, що дозволяє їй гнучко реагувати на зміни напору та витрати води без значних втрат ККД [1, 2].

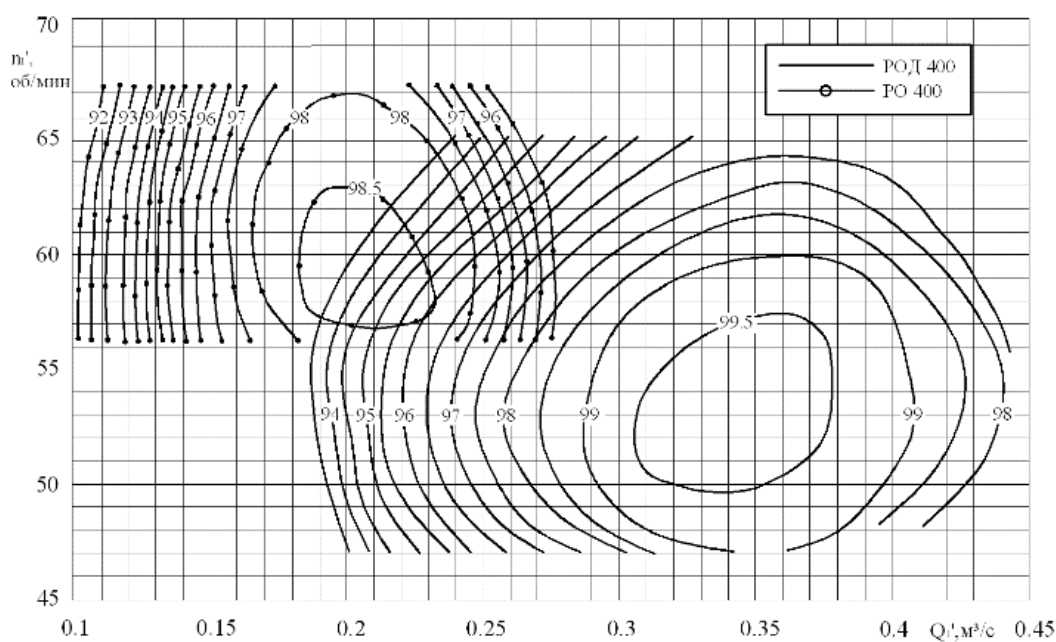


Рис. 2 – Порівняння прогнозних універсальних характеристик РОД 400 та РО 400

Розроблена концепція високонапірної радіально-діагональної гідротурбіни з дворядним робочим колесом має значний потенціал для підвищення ефективності та надійності ГЕС і ГАЕС. Успішне створення детальної 3D-моделі в SolidWorks заклало основу для наступного етапу досліджень – проведення повноцінного CFD-аналізу в програмному комплексі Ansys CFX. Це дозволить детально оцінити розподіл швидкостей і тиску, перевірити заявлені енергокавітаційні переваги та розробити рекомендації щодо оптимізації конструкції.

Список літератури:

1. Потетенко О. В. Робочий процес радіально-діагональної гідротурбіни (РОД). Методика побудови прогнозної універсальної характеристики/ О. В. Потетенко, О. М. Гришин, Л. Р. Радченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ». 2012. № 3. С. 109–119.
2. Крупа Є. С. Розробка радіально-діагональної гідротурбіни/ Є. С. Крупа, Р. М. Демчук, С. Л. Кісь // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025. Харків: НТУ «ХПІ». – С. 257.
3. Krupa Y. Comprehensive review of SolidWorks and Ansys for hydraulic machinery/ Y. Krupa, R. Demchuk // Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units. Kharkiv: NTU "KhPI". 2024. No. 2. P. 48–53.