

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИХРОВИХ ДЖГУТІВ У ВІДСМОКТУЮЧИХ ТРУБАХ РО ГІДРОТУРБІН І ОРО ГІДРОМАШИН

Кухтенков Ю.М., Зав'ялов П.С., Подвойський Ю.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,*

м. Харків

Потік рідини після проходження через гідротурбіну може мати достатньо велику залишкову закрутку, яка породжує прецесію вихрового джгута, що утворюється за робочим колесом гідротурбіни на режимах недовантаження або форсування потужності. При цьому виникають пульсації тиску у відсмоктуючих трубах, що генеруються цим прецесуючим вихровим джгутом. Для чисельного розрахунку інтенсивності пульсацій тиску у жорстколопатових гідротурбінах і оборотніх гідромашинах необхідно знати геометрію вихрових джгутів. Геометрія спіралевидного вихрового джгута визначалася трьома параметрами: діаметром поперечного перерізу відсмоктуючої труби за робочим колесом, кутом нахилу вихрової лінії і ексцентриситетом джгута в залежності від приведених чисел обертів гідротурбіни і приведених витрат в діапазонах, що визначаються універсальною характеристикою гідротурбіни. Числові значення цих геометричних параметрів вихрових джгутів у відсмоктуючих трубах були отримані експериментально – шляхом візуалізації потоку за робочими колесами із фотографуванням і зондуванням безінерційними зондами на модельних стендах РО гідротурбін та ОРО гідромашин. У силу складності натурних досліджень були отримані невеликі вибірки вимірювань і по них необхідно було отримати більш повну картину про геометричні параметри вихрових джгутів. Тому для зручності чисельного прогнозування пульсаційних характеристик вирішено було отримати апроксимаційні аналітичні залежності для більш широкого діапазону режимів роботи гідротурбіни.

Математична обробка результатів вимірювань проводилася методом покоординатної інтерполяції. За базисні інтерлінанти бралися поліноми не вище третього ступеня. Спочатку отримували поліноміальні залежності геометричних параметрів гідротурбін РО170-РО230 від відносної приведенної витрати при фіксованих числах приведених обертів гідротурбіни. Потім будувалися поліноміальні залежності отриманих коефіцієнтів цих поліномів від числових значень відносних приведених обертів методом найменших квадратів. У результаті були одержані аналітичні апроксимаційні залежності геометричних параметрів $\bar{e}, \bar{d}_{жк}, \beta(Q'_1, n'_1) = f(A_0 + A_1 Q'_1 + A_2 Q'^2_1)$ де A_0, A_1, A_2 – змінні коефіцієнти, що визначаються поліномами від n'_1 .

З урахуванням отриманих апроксимацій були виконані розрахунки по прогнозуванню пульсацій тиску для РО гідротурбін і турбіного режиму обернених гідромашин для діапазону напорів 100-300 м. Розширення діапазону застосування залежностей по напорах потребує додаткових розрахунково-експериментальних досліджень.