

ПРОГНОЗУВАННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ ПУЛЬСАЦІЙ ТИСКУ ВІД ВИХРОВИХ ДЖГУТІВ У КОНІЧНІЙ ЧАСТИНІ ВІДСМОКТУЮЧОЇ ТРУБИ ГІДРОТУРБИНИ

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

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглянуто математичну модель з визначення низькочастотних пульсацій тиску за робочим колесом гідротурбіни від вихрового джгута, що збігає з обтічника. Вона представляє математичний опис фізичних вихрових джгутів за робочим колесом і джерел-стоків, що моделюють стінку відсмоктуючої труби. Вихровий шнур має вигляд узагальненої гвинтової спіралі, як твірної узагальненої гвинтової поверхні, що описується кутовими і радіальними параметрами. Швидкості, що індуються вихровим джгутом визначаються у будь-якій точці труби і являють собою векторну суму двох швидкостей: швидкості індуюваної вихровим джгутом і швидкості індуюваної конічною поверхнею джерел-стоків, які знаходяться як градієнт скалярного потенціалу. Декартові складові цих швидкостей від фізичних вихорей визначаються через векторний потенціал у ортогональному базисі гвинтової поверхні вихрового джгута і абсолютному декартовому базисі, і, як окремий випадок, отримуємо і використовуємо формулу закону Біо-Савара. Для визначення швидкостей, що індуюються поверхнею джерел-стоків, на відміну від работ проф. Потетенка О.В., інтенсивність джерел знаходимо з рішення інтегрального рівняння Фредгольма першого роду, що отримується з умови «непротікання»: у стінки труби у будь-якій точці нормальна складова швидкості завжди дорівнює нулю. Як відомо, ці рівняння відносяться до некоректних рівнянь. Їх рішення можливо шукати у вигляді обмеженого ряду Фур'є з невідомими коефіцієнтами методом найменших квадратів. Такий підхід зводиться до складання і рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Задача розглядалась у квазістаціонарній постановці, рідина нев'язка. Поток поза вихорем при визначенні індуюваних швидкостей приймався потенціальним. Урахований також додатковий осесиметричний потік, що обумовлений проходженням рідини через робоче колесо. Задача зводилась до пошуку швидкостей у будь-якій точці відсмоктуючої труби, а потім визначення подвійних амплітуд пульсацій тиску на основі використання інтегралу Бернуллі.

Ця задача може бути застосована для радіально-осьових, пропелерних гідротурбін та для турбінного режиму оборотних гідромашин.