

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ ПУЛЬСАЦІЙ ТИСКУ У ВІДСМОКТУЮЧІЙ ТРУБІ РО ГІДРОТУРБІНИ

Кухтенков Ю.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У сучасних гідромашинах при експлуатації режимах на форсування, часткових та перехідних треба задовольняти вимогам надійності і довговічності, що приводить до необхідності визначення та зниження рівня нестационарності потоку в проточній частині. Гідравлічна нестационарність досить добре перераховується на натуру. Доцільно на попередніх етапах розробки проточної частини нових гідромашин розраховувати пульсаційні характеристики, що визначають нестационарність потоку – чисельним шляхом на основі існуючих математичних моделей.

Розглядаються результати теоретичних і експериментальних досліджень нестационарності потоку, обумовленої обертанням вихрових джгутів (ВД) за робочим колесом (РК). Причина виникнення на неоптимальних режимах роботи гідромашини ВД полягає у виникненні циркуляції потоку за РК і, в першу чергу, у втулки. Потік за лопатевою системою в відсмоктуючій трубі (ВТ) характеризується певним розподілом циркуляції уздовж радіуса ВТ. У загальному випадку потік за РК не є потенційним, тобто $V_u R \neq const$. При зміщенні потоку вниз за РК уздовж осі турбіни окружна складова швидкості у втулки РК зростає, тому що зменшується радіус обтічника. В умовах реальної рідини швидкість не може зростати до нескінченності, а тиск не може стати нижче тиску пароутворення. Через асиметрію потоку вихровий джгут в ВТ приймає спіральовидну форму і при своєму русі індукує змінне поле швидкостей і тисків. Амплітуда пульсацій тиску на стінках ВТ залежить від інтенсивності ВД і його геометричних параметрів, а частота пульсацій тиску обумовлена частотою обертання ВД навколо осі гідромашини

Розглядаються двомірні математичні моделі руху ВД у ВТ гідротурбіни на основі використання теорії функції комплексного змінного і заміни стінки ВТ вихровим шаром. Далі розглядається просторова математична модель руху ВД в у ВТ по моделі, де вплив стінки ВТ враховується заміною її вихровим шаром змінної інтенсивності, що дозволяє визначати рівні нестационарності у ВТ. Також розглядаються математичні моделі руху ВД у турбіні на основі рішення усереднених рівнянь Рейнольдса з урахуванням k - ϵ моделей турбулентності у в'язкій рідині. Проведено порівняння цих методик з результатами натурних випробувань гідротурбін і визначенні похибки розрахунків. Запропоновані методики розрахунків амплітуд та частот джгутових пульсацій тиску у ВТ, можуть використовуватися у попередніх прогнозних розрахунках на міцність елементів проточної частини гідротурбін, які необхідні для забезпечення надійної роботи гідротурбін.