

МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ ПУЛЬСАЦІЙ ТИСКУ У ВІДСМОКТУЮЧІЙ ТРУБІ РО ГІДРОТУРБІНИ

Кухтенков Ю.М.

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

Вібрації у проточній частині жорстколопатевої гідротурбіни суттєво залежать від пульсацій тиску (ПТ), які обумовлені рухом вихрових джгутів (ВД) за робочими колесами у відсмоктуючих трубах (ВТ) радіально-осьових гідротурбін. Силова взаємодія вихорів з елементами проточного тракту може призвести до серйозних аварій. Зменшення низькочастотних ПТ є актуальною задачею, так як сприяє підвищенню надійності і збільшенню потужності гідроагрегатів. Чисельне дослідження робочого процесу в проточних частинах гідротурбін за допомогою сучасних обчислювальних програмних комплексів є важливою задачею в енергомашинобудуванні. Застосування чисельного моделювання надзвичайно розширює можливості аналізу впливу геометричних та кінематичних параметрів ВД у ВТ радіально-осьових гідротурбін на пульсаційні характеристики.

Метою роботи було порівняння сучасних методик розрахунку низькочастотних джгутових ПТ у ВТ з експериментом. У більшості ці вихрові джгути мають складну просторову гвинтову форму, тому для розрахунку ПТ треба використовувати просторові математичні моделі. Це можуть бути сучасні пакети прикладних програм гідродинаміки, які вирішують завдання механіки суцільного середовища і використовують рівняння Рейнольдса. Процес вирішення завдань в цьому випадку здійснюється за допомогою пакету прикладних програм CFD, що включає етапи: створення тривимірної моделі розглянутого об'єкта за допомогою системи САПР; побудова розрахункової сітки; вибір математичної моделі турбулентності; завдання граничних умов. З іншого боку, це можуть бути простіші моделі для нев'язкої рідини, що розглядаються у квазістаціонарній постановці. Наприклад, коли стінка ВТ моделюється вихровою поверхнею, що складається з тонких вихрових шнурів змінної інтенсивності, що мають форму спіралі. Швидкості, що індуковані джгутами, розраховуються за формулами Кочіна М.Є; швидкості, що індуковані вихровою поверхнею визначаються з граничних умов з рішення рівняння Фредгольма, а амплітуди ПТ визначаються на основі інтеграла Бернуллі.

У першому випадку для виконання задачі потрібні значні ресурси машинного часу, а похибка при розрахунку амплітуд пульсацій тиску становить до 10% в порівнянні з експериментальними даними, у другому – 15-20% при меншому часі розрахунків. Результати розрахунків джгутових ПТ використовуються в розрахунках на міцність елементів проточної частини гідротурбіни з великими запасами по коефіцієнтам міцності, тому можливе використання в прогностичних розрахунках джгутових ПТ і більш простих моделей.