**Кухтенков Юрій Михайлович. Прогнозування низькочастотних пульсацій тиску у радіально-осьових гідротурбінах та шляхи їх зменшення : Дис... канд. наук: 05.05.17 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Кухтенков Ю.М. Прогнозування низькочастотних пульсацій тиску у радіально-осьових гідротурбінах та шляхи їх зменшення. - Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 - гідравлічні машини та гідропневмоагрегати. – Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Харків, 2007.  Дисертаційна робота спрямована на прогнозування пульсаційних характеристик гідротурбін на основі просторової математичної моделі руху вихрових джгутів у відсмоктуючій трубі і зниження рівня джгутових пульсацій за рахунок застосування різних конструктивних засобів.  В роботі вміщено аналіз існуючих методів розрахунку та дослідження пульсаційних характеристик радіально-осьових гідротурбін.  В дисертації дано опис математичної моделі для прогнозування низькочастотних пульсацій тиску від довільного числа фізичних вихрових джгутів у відсмоктуючій трубі та розглянуті питання її використання, подано методику чисельного розрахунку та побудови прогнозних пульсаційних характеристик, що дозволяє проводити порівняльну оцінку розроблюваних проточних частин радіально-осьових гідротурбін на стадії проектування.  Надано порівняння прогнозних пульсаційних характеристик для радіально-осьових гідротурбін на напір 115-310 метрів з модельними і натурними експериментальними даними, а також досліджені способи, які дозволяють зменшити джгутові пульсації тиску. | |
| |  | | --- | | Дисертаційна робота спрямована на створення обґрунтованої методики чисельного прогнозування джгутових пульсацій тиску у відсмоктуючій трубі гідротурбіни на основі просторової математичної моделі, проведення комплексу експериментів по визначенню рівня пульсацій тиску і структури потоку, а також застосування засобів, що дозволяють зменшити джгутові пульсації у гідротурбіні. У процесі досліджень сформульовані такі висновки:  1. Розроблена методика розрахунку дозволяє отримати прогнозні пульсаційні характеристики у широкому діапазоні режимів роботи гідротурбіни з урахуванням границь переходу від одного вихоря до двох. Створені програмні засоби, що дозволяють прогнозувати низькочастотні пульсації тиску у відсмоктуючій трубі. Прогнозні рівні пульсацій тиску можуть бути використані в розрахунках на динамічну міцність елементів порожнини гідротурбіни і для уточнення зони її експлуатації.  2. Розроблена просторова математична модель для розрахунку амплітуд і частот джгутових пульсацій тиску у відсмоктуючих трубах радіально-осьових гідротурбін з урахуванням довільного числа вихрових джгутів, додаткового осесиметричного потоку через турбіну і з заданням функції напруженості вихрового шару труби у вигляді ряду Фур'є. Виконано чисельну реалізацію задачі. Це дозволило одержати прогнозні пульсаційні характеристики, що задовільно узгоджуються з експериментальними характеристиками.  3. Застосування осесиметричної задачі дає можливість розраховувати інтенсивність вихрових джгутів з урахуванням геометрії вихідної кромки лопаті через циркуляцію у втулкових перетинах робочого колеса. Проведене порівняння циркуляції, що була одержана на основі розрахунків, з циркуляцією, що була одержана із зондових випробувань, свідчить про задовільне їхнє узгодження.  4. Для розрахунку напруженості вихрового шару, що моделює стінку відсмоктуючої труби, шукається рішення інтегрального рівняння Фредгольма у вигляді ряду Фур'є. Обчислення напруженості вихрового шару зводилося до рішення перевизначеної СЛАР. Подвійна амплітуда низькочастотних пульсацій тиску визначалася за допомогою інтеграла Бернуллі.  5. Візуальні дослідження з фотографуванням вихрових джгутів і дослідження потоків у відсмоктуючій трубі за допомогою датчиків-зондів тиску дали можливість одержати експериментально апроксимаційні залежності змінення геометричних параметрів вихрових джгутів (ексцентриситета, діаметра та кута нахилення вихрової лінії) від режиму роботи гідротурбіни і більш точно прогнозувати джгутові пульсації тиску.  6. Порівняння розрахункових амплітуд пульсацій тиску з експеримен-тальними амплітудами у відсмоктуючій трубі свідчить про їх задовільне узгодження, що підтверджує точність розробленої методики. Максимальні значення амплітуд пульсацій тисків для турбін ВАТ «Турбоатом» у зоні експлуатаційних режимів становлять: для РО115 – 8-10%, для РО230 – 5-7%, для РО310 – 3-4% від напору. Середня різниця при визначенні амплітуд пульсацій тиску у цих гідротурбінах між розрахунком та експериментом становить 15-20%. Цей рівень пульсацій тиску свідчить про допустиму нестаціонарність потоку в досліджених турбінах, що необхідно для надійної їхньої роботи. Ці дані використовувалися ВАТ «Турбоатом» для вибору експлуатаційних режимів роботи і у розрахунках на міцність деталей і вузлів гідротурбін. Використовувана при дослідженнях пульсацій тиску вимірювальна апаратура і датчики тиску цілком задовольняють вимогам, що пред'являються до вимірювальної апаратури згідно вимогам МЕК. Сумарна похибка вимірювального тракту не перевищувала 4-6,5%.  7. Запропоновані практичні заходи, вживання яких дозволило значно зменшити пульсації тиску у відсмоктуючих трубах гідротурбін. Використання ПЕЛ при куті відкриття +5o дозволило знизити пульсації тиску в 1,5-2 рази на режимах форсування потужності у турбінному режимі модельної ОРО гідромашини. Використання подовженого обтічника робочого колеса у модельній гідротурбіні РО230 дало можливість зменшити пульсації тиску на 2-3% від напору на нерозрахункових режимах. Впуск повітря під робочі колеса гідротурбін РО115, РО230 на нерозрахункових режимах призвів до значного зниження пульсацій тиску – в 2-4 рази.  8. Основні наукові положення і результати, що викладені у дисертаційній роботі, мають практичну значимість при дослідженні та розробці гідротурбін РО типу та впроваджені на підприємстві ВАТ „Турбоатом”, а також у навчальному процесі у курсах “Нестаціонарні явища у лопатевих гідромашинах”, „Гідравлічні нестаціонарності гідроагрегатів ГЕС та ГАЕС” та „Математичні моделі нестаціонарних явищ у гідротурбінах” (НТУ „ХПІ”). | |