

МІЦНІСТЬ, КОЛИВАННЯ Й ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ КРИШОК ГІДРОТУРБІН

Місюра С.Ю.

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного
НАН України, м. Харків*

Кришка є одним з найважливіших елементів конструкції гідротурбіни, оскільки вона сприймає основні навантаження.

При конструюванні кришок виникає необхідність оцінки їх міцності при аварійних та експлуатаційних режимах роботи та визначення вібраційних характеристик з метою відстройки від резонансних частот.

Крім того, оскільки кришка є найбільш навантаженим і матеріаломістким елементом конструкції, виникає необхідність оптимального проектування кришок з метою зниження маси і напружень при забезпеченні необхідних експлуатаційних характеристик.

В даний час для розрахунку таких конструкцій найчастіше використовуються інженерні методики. Тому розробка уточнених методик і програм для оперативного дослідження динаміки, міцності та оптимізації кришок гідротурбін з урахуванням експлуатаційних та аварійних режимів являє собою актуальну задачу.

Метою роботи є розробка методик дослідження напружено - деформованого стану (НДС) кришок гідротурбін при двох режимах роботи: експлуатаційному та аварійному, визначення вібраційних характеристик з урахуванням впливу середовища, зниження напружень і зменшення її маси.

У роботі на основі методу скінчених елементів розроблена методика для визначення НДС кришки гідротурбіни із застосуванням циклічно-симетричної розрахункової схеми.

Виконано чисельне дослідження власних коливань кришки гідротурбіни у вакуумі і при взаємодії з водою. Проведено розрахунки власних частот при глибині води під кришкою в діапазоні від 0,5 до 20 м. Встановлено, що вплив води на власні частоти проявляється в усьому діапазоні, який досліджується, а зі збільшенням глибини води частота гідропружних коливань знижується.

Запропоновано методика мінімізації максимальних напружень у кришці. Задача оптимального проектування розв'язана градієнтним методом, що використовує скінчено-різницевий аналог градієнта від функції цілі. Розрахунок показав можливість зниження інтенсивності напружень на 34 %, що підтверджує ефективність запропонованого підходу.

При аналізі НДС виявлено, що вихідна конструкція має високий запас міцності, тому була проведена її оптимізація з метою зменшення маси та номенклатури матеріалу.

Оптимальна конструкція має масу на 15,5 % менше, ніж вихідна. Крім того, номенклатура елементів оптимальної конструкції знизилась на п'ять позицій, що є її перевагою. Максимальні напруження в ній на 25 % менше допустимих при товщинах елементів 0,016 м.