

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ
та програма

V Всеукраїнської міжвузівської
науково-технічної конференції
(м. Суми, 17–20 квітня 2018 р.)



Суми
Сумський державний університет
2018

ШПАРИННІ УЩІЛЬНЕННЯ ТА ВІБРАЦІЇ РОТОРІВ

Мищенко А. Є., студ., гр. ІН-61; Марцинковський В. А., проф., СумДУ, м. Суми

Основними показниками технічного рівня відцентрових машин, особливо високонапірних швидкохідних, є їх вібраційний стан, а головне джерело вібрації – неурівноважений ротор. Ротор багатоступеневого відцентрового насоса обертається в шпаринних ущільненнях, які мають вигляд короткого кільцевого каналу з радіальним зазором 0,15-0,3 мм. Кожен ступінь ізольований від суміжних ступенів двома шпаринними ущільненнями. Окрім того, такі ущільнення використовуються в системах авторозвантаження осьових сил. Таким чином, ущільнення розміщені досить густо по всій довжині ротора. При цьому об'ємні втрати (сюди входять і внутрішні перетікання) складають від 5 до 10% подачі насоса.

На ущільненнях вхідних воронок робочого колеса дроселюється напір ступені, що досягає 10 МПа, а на циліндричному дроселі автомата розвантаження – приблизно половина повного тиску, що розвиває насос: 10-20 МПа. При неминучих ексцентриситетах ротора шпаринні ущільнення працюють як гідростатодинамічні підшипники, радіальна жорсткість яких пропорційна дроселюючому перепаду тиску. Як правило, жорсткість ущільнень або порівняна, або перевищує жорсткість підшипників ковзання. Тому ущільнення працюють як додаткові проміжні опори, які визначають вібраційні характеристики ротора: ротор, «гнучкий» без обліку ущільнень, стає «жорстким» в ущільненнях. Ущільнення не тільки міняють критичні частоти ротора, але й істотно впливають на амплітуди його вимушених коливань і на границі його динамічної стійкості. В результаті, проблеми безконтактних шпаринних ущільнень зростаються з проблемами гідростатодинамічних підшипників і проблемами динаміки роторів. Виникає нова важлива та цікава гілкагідродинамічної теорії змашування, яка не має невизначеності в рамках кордонів шару змашування: осьовий перепад тиску забезпечує суцільність витратної течії у всьому кільцевому зазорі.

Визначення гідродинамічних характеристик ущільнень: витрат, моменту тертя, радіальних сил і моментів, потребує вирішення рівнянь нестационарної, в основному турбулентної течії в'язкої рідини в кільцевих каналах, стінки яких пов'язані з пружним ротором. Вібрації ротора визначаються гідродинамічними характеристиками ущільнень. В результаті, ущільнення і ротор утворюють замкнуту, багатоконтурну, гідромеханічну систему, фізично складними ланками якої є кільцеві дроселі.

Рівень вібрації роторної машини – найбільше важлива інтегральна характеристика її технічного стану, тому прогнозування вібрацій і розробка конструкцій шпаринних ущільнень, які володіють завищеною жорсткістю і демпфуванням і здатні гасити коливання ротора, є важливими практичними завданнями.