

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗАПІРНО-ВРІВНОВАЖУЮЧОГО ПРИСТРОЮ РОТОРА БАГАТОСТУПІНЧАТОГО ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА ДЛЯ ТУРБУЛЕНТНОГО РЕЖИМУ РУХУ РІДИНИ

DYNAMIC ANALYSIS OF THE LOCKING AUTOMATIC ROTOR-BALANCING DEVICE OF THE MULTISTAGE CENTRIFUGAL PUMP FOR A TURBULENT FLUID MOTION

Іван Павленко

Сумський державний університет,
Україна, 40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2
pavlenko@omdm.sumdu.edu.ua

Abstract. *In this paper describes a method of dynamic analysis of the locking automatic rotor-balancing device of the multistage centrifugal pump created by non-linear mathematical model. This model determines the axial movement of the rotor and the leakage through hydraulic throttles. For the nonlinear analysis of axial oscillations applied the method of Bulirsch-Stoer. Dynamic stability of the system was investigated by criteria of Stodola and Hurwitz.*

Для врівноважування осьових сил, що діють на ротор багатоступінчатих відцентрових машин, застосовуються як розвантажувальні поршні так і автоматичні системи осьового врівноваження. При застосуванні розвантажувального поршня витoki робочої рідини обмежуються різними типами кінцевих ущільнень, наявність яких разом з упорними підшипниками призводять до ускладнення системи осьового врівноваження ротора, зменшення її надійності і зниження економічності.

Запропоновано використання принципово нової конструкції автоматичної системи осьового врівноваження – запірно-врівноважуючого пристрою ротора відцентрового насоса. Цей пристрій працює подібно радіально-упорному гідростатичному підшипнику з високим граничним навантаженням і, одночасно з цим, як безконтактне ущільнення з саморегульованими зазором і витратами. Для забезпечення незмінної різниці тиску запірного і робочого середовищ використовується регулятор перепаду тиску.

На прикладі багатоступінчатого відцентрового насоса ПЭ 600-300 наведена методика динамічного розрахунку автоматичної системи осьового врівноваження ротора з системою подачі запірного середовища на основі створеної нелінійної математичної моделі, яка визначає осьовий рух ротора і витрати через елементи гідравлічного тракту. Для аналізу осьових коливань ротора із запірно-врівноважуючим пристроєм застосовані методи нелінійного аналізу, а також метод лінеаризації системи нелінійних диференціальних рівнянь восьмого порядку.

Амплітудні частотні характеристики отримані у результаті визначення компонентів вектора частотних передатних функцій, перехідні характеристики – за допомогою методу Булірша-Штера. За критеріями Стодоли і Гурвіца визначені умови динамічної стійкості системи «ротор – врівноважуючий пристрій» із застосуванням прийому, що дозволяє понизити степінь характеристичного полінома.

Результати динамічного розрахунку запірно-врівноважуючого пристрою отримані із застосуванням методики, що враховує турбулентний режим руху рідини і дозволяє визначити амплітудні частотні, фазові частотні та перехідні характеристики. Запірно-врівноважуючий пристрій ротора відцентрового насоса статично стійкий у заданому діапазоні зміни робочих параметрів, а також динамічно стійкий за умови непроникнення робочого середовища у камеру до розвантажувального диска, що розширює діапазон зміни параметрів порівняно з системами осьового врівноваження традиційного виконання.

Результати роботи можуть бути застосовані для проектних розрахунків запірно-врівноважуючих пристроїв роторів багатоступінчатих відцентрових насосів високих подач і тисків.