

ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ ДВОСТОРОННЬОЇ ЗАДАЧІ ГІДРОПРУЖНОСТІ ДЛЯ ТОРЦЕВОГО САЛЬНИКОВОГО УЩІЛНЕННЯ, ВПЛИВ РІЗНИХ ПАРАМЕТРІВ І ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ

¹ Сумський державний університет

Анотація

Запропоновано метод розв'язання двосторонньої задачі гідропружності (2-way FSI) для торцевого сальникового ущільнення, що дозволило визначити розподіл гідравлічного та контактних тисків по ширині пари тертя, і як наслідок визначити комбінацію параметрів, що забезпечують вирівнювання контактних тисків.

Ключові слова: торцеве сальникове ущільнення, задача гідропружності, сальникова набивка, гідравлічний тиск, контактний тиск.

Вступ

В сучасному машинобудуванні однією із головних проблем залишається забезпечення герметичності насосів та компресорів через наявність зазору між їх рухомими і нерухомими компонентами [1]. Для визначення ресурсу механічних ущільнень, до яких відносять сальникові ущільнення, важливим є визначення контактних тисків по ширині пари тертя. На сьогодні визначення контактних тисків є можливим за допомогою чисельних методів.

Метою роботи є визначення розподілу гідравлічного та контактних тисків по ширині пари тертя при зміні параметрів: робочого тиску, коефіцієнту навантаження, коефіцієнту тертя, модуля пружності та коефіцієнта Пуассона, а також змінювалась товщина кільцевої пластинки на дні сальникової обойми. Визначались параметри при яких досягається вирівнювання контактних тисків [2].

Результати дослідження

Розглядалися три моделі конструкцій торцевого сальникового ущільнення: традиційна, із кільцевою пластинкою на дні сальникової обойми та з пазами в кільцевій пластинці (рис.1).

За допомогою програмного комплексу ANSYS було створено комп'ютерну модель, в якій рідинна область визначається осередненим зазором між мікронерівностями в парі тертя [3]. Таким чином утворено твердий і рідкий домени між якими відбувається передача даних – тобто вирішується задача гідропружності. Задача розв'язується на основі розподіленого підходу із міцним зв'язком між елементами вирішувача.

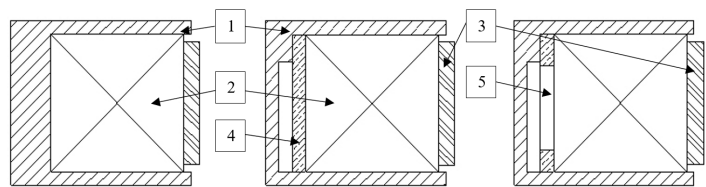


Рис. 1. а) традиційна конструкція ТСУ; б) ТСУ із кільцевою пластинкою на дні сальникової обойми; в) ТСУ із пазами в кільцевій пластинці; сальникова камера 1, кільце сальникової набивки 2, втулка опорний диск 3, кільцева пластинка 4, пластинка із трапецієвидними пазами 5

Аналіз зміни параметрів показав, що змінення коефіцієнтів тертя та коефіцієнтів Пуассона має замалий вплив на розподіл гідравлічного та контактних тисків. Найбільш суттєвий вплив

має збільшення величини модуля пружності (E) сальникової набивки та зменшення товщини пластинки (h) на дні сальникової обойми. Таким чином найбільш ефективною конструкцією ТСУ є конструкція із кільцевою пластинкою на дні сальникової обойми із параметрами $E = 350$ МПа, $h = 0.3$ мм. Найбільша і найменша досліджувана величина відповідно.

На рис.2 наведено розподіл гідравлічного та контактного тисків де змінювались окремо параметри E та h , а також їх спільна комбінація. У конструкції ТСУ з кільцевою пластинкою виконується плавне вирівнювання контактного тиску, що в подальшому позитивно впливає на інтенсивність зношування всієї поверхні сальникової набивки у місці контакту з опорним диском. При цьому досягається незначний рівень витоків.

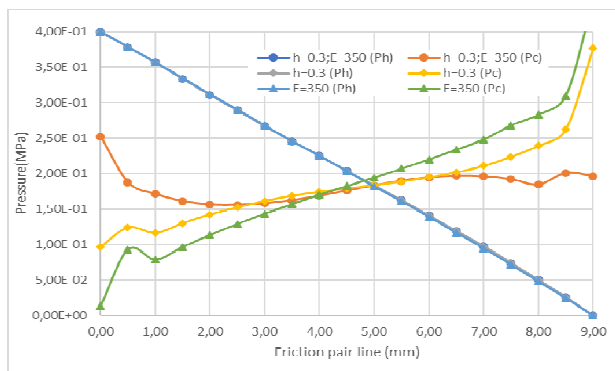


Рис. 2 - Розподіл гідравлічного (Ph) та контактного (Pc) тисків для конструкції ТСУ з суцільною кільцевою пластинкою

Висновки

Створена модель дозволила визначити параметри, які найбільше впливають на розподіл контактного тиску по ширині пари тертя. Це, в свою чергу, дозволило визначити найбільш ефективну конструкцію ТСУ із найкращою комбінацією параметрів в якій досягається вирівнювання контактного тиску. На практиці це означає, що сальникова набивка при такому режимі роботи матиме більш рівномірне зношення і тому ресурс роботи ущільнення буде збільшений.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Martsynkovskyy V.A. (2005). Hermomechanics, its role in ensuring the efficiency and environmental friendliness of pumping and compressor equipment. Bulletin of Sumy State University, Series "Technical Sciences", Vol. 1(73), pp. 5–10.
2. Sapozhnykov Y., Zahorulko A., Peczkis G. (2022). Numerical simulation of 2-way FSI problem of face packing seal: Impact of parameters change. Journal of Engineering Sciences, Vol. 9(2), pp. E12-E27, doi: 10.21272/jes.2022.9(2).e3
3. Gweenwood J.A., Williamson J. B. P., 1966, Contact of Nominally Flat Surfaces. Proceeding of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, Vol.295, No. 1442, PP. 300-319

Сапожников Ярослав Игоревич — аспірант кафедри комп'ютерної механіки імені Володимира Марцинковського, факультет технічних систем та енергоефективних технологій, Сумський державний університет, Суми, e-mail: y.sapozhnykov@cm.sumdu.edu.ua

Numerical Analysis of Two-Way Fluid-Structure Interaction in a Face Packing Seal, Parameter influence and Seal Design Improving

Abstract

A method for solving the two-way FSI problem for an face seal was proposed, which made it possible to determine the distribution of hydraulic and contact pressures over the width of the friction pair, and as a result, to determine the combination of parameters that ensure contact pressure equalization.

Keywords: face packing seal, FSI problem, stuffing box, hydraulic pressure, contact pressure.

Sapozhnykov Yaroslav I. — Volodymyr Martsynkovskyy Computational Mechanics Department, Sumy State University, Sumy, email: y.sapozhnykov@cm.sumdu.edu.ua