

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТОРЦЕВИХ УЩІЛЬНЕНЬ РОТОРА ЛАБИРИНТНО-ГВИНТОВОГО НАСОСА

¹Лебедев А.Ю., ²Андренко П.М., ²Григор'єв О.Л.

¹ТОВ «ХЗТФ «Моторімпекс»,

²Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,

м. Харків

Значною мірою технічний рівень лабиринтно-гвинтових насосів визначається його ущільненнями які працюють в несприятливих умовах оточуючого середовища. Питанням проектування торцевих ущільнень присвячено достатня кількість наукових робіт. Так у відомих роботах наведені їх схеми та класифікація, описано особливості їх роботи, приведені залежності для визначення їх геометричних розмірів. Однак в відомих літературних джерелах не виявлено робіт в яких розглядаються динамічні характеристики перехідних процесів та вимушених коливань торцевих ущільнень.

У доповіді розглядається математична модель роботи торцевого ущільнення з гладкими кільцями з реліту в умовах рідинного тертя. Особливістю розробленої моделі є врахування теплового розширення рідини в зазорі між кільцями; цій ефект, що діє разом з силами тертя, створює додатковий ризик і підйомну силу, які залежать від ширини зазору та швидкості ковзання. В розробленій моделі відображені процеси виділення, переносу та отведення тепла в елементах ущільнення, а також враховується сила опору осьовому переміщенню кільця, що виникає в зазорі під дією насосного ефекту та тертя в рідині яка перетікає; інерційність цієї рідини враховується методом приведених мас. Виконана лінеаризація розробленої моделі та отримані динамічні характеристики перехідних процесів та вимушених коливань пристрою. Сформульовані умови, які накладаються на параметри торцевого ущільнення для забезпечення режиму рідинного тертя, що мінімізує зношення.

Встановлено, що для забезпечення стійкої роботи торцевого ущільнення в режимі рідинного тертя конструктору необхідно спроектувати торцеве ущільнення таким чином, щоб утворювалася додаткова гідродинамічна сила, яка намагається збільшити зазор між кільцями ущільнення при підвищенні частоти обертання вала, або сили яка притискає. Зазначимо, що традиційне представлення цієї сили є шорсткість або хвилястість поверхонь, так як максимальний розмір нерівностей на шліфованій поверхні кільця з реліту не перевищує 0,03 мкм, що на порядок менше за робочий проміжок. Крім того, реліт це на 90 % (за масою) вольфрам, і його висока твердість перешкоджає збільшенню шорсткості в процесі експлуатації, які відбуваються з ущільненнями з м'яких композитних матеріалів.

Встановлено, що виникнення та зміна додаткової підйомної сили можна пояснити нерівномірними температурними деформаціями кілець, які призводять до появи конусності зазору. Відсутність емпірики в формулі підйомної сили, дозволило з єдиних позицій пояснити статику та динаміку ущільнення. Розрахункові рівняння відображають відомі з літератури фактори, однак в замкнутій формі вони розглядаються та використовуються вперше.