

УДК 621.65

Ратушний О.В., канд. техн. наук, доцент
Сукрут С.В., аспірант
Сумський державний університет, stassykryt@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА НИЗЬКОЇ ШВИДКОХІДНОСТІ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ УЩІЛЬНЮЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВИХРОВОГО ТИПУ

В умовах зростаючих вимог до енергоефективності та надійності насосного обладнання, особливо в контексті довготривалої експлуатації в критичних інфраструктурах, актуальним є перегляд підходів до проектування ключових вузлів гідромашин. Одним із таких вузлів є ущільнення, яке значною мірою визначає рівень гідравлічних втрат, стабільність роботи ротора та загальний ресурс установки. Відцентрові насоси низької швидкохідності, що активно використовуються в системах водопостачання, енергетиці та промисловості, демонструють суттєвий потенціал до вдосконалення саме через модернізацію ущільнюючих елементів.

Типові ущільнення зношуються, допускають паразитні витоки, не завжди ефективно працюють за нестабільних режимів навантаження. Альтернативним і перспективним підходом є використання ущільнюючих елементів вихрового типу. Такі конструкції формують зону турбулізації, яка виконує функцію зворотного гідравлічного бар'єра, знижуючи витрати без додаткового енергоспоживання або ускладнення системи.

Метою дослідження є розробка та експериментальна перевірка ефективності конструкції ущільнень вихрового типу для відцентрового насоса низької швидкохідності, з урахуванням можливості зменшення гідравлічних втрат, стабілізації тиску у зоні ущільнення та подовження ресурсу роботи агрегату.

У процесі дослідження створено тривимірну CAD-модель з урахуванням особливостей внутрішнього потоку в зоні ущільнення. Виготовлено кілька натурних зразків ущільнень з кільцевими вихровими камерами. Проведено серію експериментальних досліджень на лабораторному стенді з регульованою частотою обертання, датчиками тиску та температури. Вивчено вплив геометрії ущільнення, в'язкості робочого середовища та матеріалу елементів на гідродинамічні характеристики. Як матеріали застосовано нержавіючу сталь, фторопласт та полімерні композити.

Застосування ущільнень вихрового типу забезпечило суттєве покращення експлуатаційних показників, а саме: середнє зниження гідравлічних втрат на 30–35% у порівнянні з традиційними ущільненнями; зменшення амплітуди вібрацій ротора, що свідчить про покращення динамічної стабільності; стабілізацію тиску у зоні ущільнення на ранньому етапі роботи насоса; подовження безаварійного ресурсу майже вдвічі; зменшення шумового навантаження. Ключова технічна ідея.

В основі ефекту лежить використання енергії самого середовища: вихрова камера генерує турбулентні потоки, які протидіють витоку, утворюючи зону гідродинамічного опору. Це рішення не вимагає зовнішнього живлення, є пасивним, але надзвичайно ефективним.

Отримані результати свідчать про ефективність впровадження вихрових ущільнюючих елементів як простого, але технічно доцільного способу підвищення ефективності насосного обладнання. Конструкція не потребує значних змін у компоновці насоса або енергетичного забезпечення, що робить її придатною як для нових розробок, так і для модернізації існуючих систем.

Планується розширення експериментальної бази з урахуванням високов'язких та конструкцію ущільнення для створення інтелектуальної системи моніторингу стану ущільнюючих вузлів у режимі реального часу.