

## РОЗРОБЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ САМООЧИЩЕННЯ ВІЛЬНОВИХРОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ПЕРЕКАЧУВАННЯ РІДИН З ВКЛЮЧЕННЯМИ

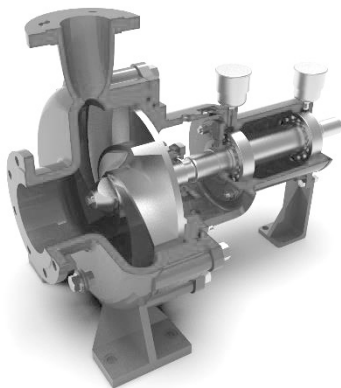
Вільновихрові насоси є одним із найбільш надійних типів гідравлічних машин для транспортування складних середовищ, що містять тверді, волокнисті або абразивні включення. Проте їхня ключова експлуатаційна проблема полягає в утворенні відкладень та накопиченні забруднень у міжлопатевих каналах робочого колеса, що знижує енергоефективність, викликає розбалансування ротора та скорочує ресурс роботи агрегату. Це створює об'єктивну потребу у розробленні механізмів самоочищення, здатних підтримувати стабільні робочі параметри насоса в умовах багатофазного потоку.

У роботі [1] запропоновано новий підхід до самоочищення, заснований на створенні керованих пульсацій тиску у міжлопатевих каналах за рахунок нерівномірного розташування лопатей робочого колеса. Результати чисельного моделювання підтвердили, що реальний розподіл тиску у міжлопатевих каналах є нерівномірним, причому максимальні значення спостерігаються поблизу робочої сторони лопаті, а мінімальні – поблизу тильної. Це суперечить класичній струминній теорії Ейлера та формує фізичні передумови для пульсаційних процесів у реальній течії.

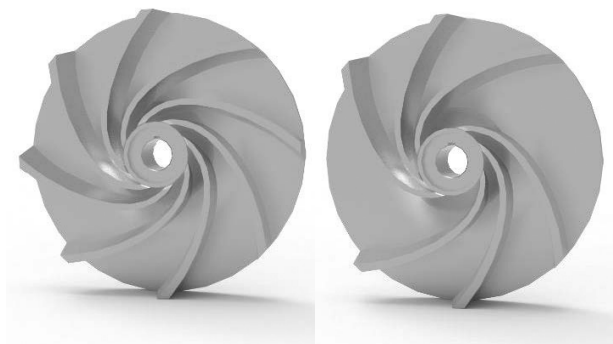
Для використання цієї властивості потоку було розроблено робоче колесо з чергуванням стандартних та розширених міжлопатевих каналів. Числове моделювання за допомогою ANSYS CFX показало, що таке конструктивне рішення забезпечує зростання амплітуди коливань абсолютного тиску більш ніж удвічі порівняно з колесами із рівномірним розподілом лопатей.

Окрему увагу приділено характеру швидкісного поля у трьох критичних перерізах міжлопатевих каналів: поблизу кромки лопаті, у центральній зоні та поблизу диска колеса. Показано, що саме в напрямку від диска до периферії формуються найбільш виражені

нерівномірності тиску, що посилюють самоочисні властивості. При цьому загальний рівень тиску у нерівномірному колесі залишається достатнім для стабільної роботи насоса, а конструктивна асиметрія не порушує статичного та динамічного балансування робочого органу.



*Рисунок 1 – Конструкція вільновихрового насоса*



*Рисунок 2 – Конструкція робочого колеса вільновихрового насоса з рівномірним і нерівномірним розподілом лопатей*

Отримані результати свідчать, що використання нерівномірного розташування лопатей дозволяє формувати неусталений пульсаційний рух рідини, який сприяє видаленню відкладень та перешкоджає їх накопиченню. Таким чином, запропонований механізм самоочищення

забезпечує підвищення енергоефективності, зменшення ризику засмічення та подовження ресурсу роботи вільновихрового насоса при транспортуванні реальних забруднених середовищ.

Розроблений підхід може бути інтегрований у промислові насосні установки для підвищення надійності та стабільності їх експлуатаційних показників. У перспективі доцільним є проведення фізичних експериментів із реальними забрудненими рідинами та оптимізація геометрії розширених каналів для підсилення самоочисного ефекту.

Додатковою перевагою запропонованого конструктивного рішення є його технологічна простота. Нерівномірне розташування лопатей не потребує використання складних або дорогих технологічних операцій, не змінює принципи балансування ротора і не вимагає перегляду загальної компоновки проточної частини насоса. Відповідно, впровадження такого робочого колеса у серійне виробництво можливе без значних інженерних модифікацій та без зростання собівартості. Це робить підхід доступним не лише для нових типорозмірів насосів, але й для модернізації існуючих установок, що вже експлуатуються на підприємствах критичної інфраструктури, водовідведення чи переробної промисловості.

Результати дослідження також демонструють потенціал для подальшої оптимізації геометрії робочого органа. Аналіз отриманих епюр тиску вказує на те, що величина та частота пульсацій можуть цілеспрямовано контролюватися шляхом зміни ширини розширених каналів, кута охоплення та локальної кривизни лопатей.

### **Список використаних джерел**

1. Kondus V., Ciszak O., Zhukov A., Mushtai M., Polkovnychenko V., Krugliak A. (2024). Development of a self-cleaning mechanism for torque-flow pumps. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*, Vol. 11(2), pp. F17–F26. [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(2\).f3](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(2).f3).