

Андрусяк В.О.,

ORCID: 0000-0003-2089-9423

Івченко О.В., канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-4274-7693

Сумський національний аграрний університет

Кондусь В. Ю., канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0003-3116-7455

Сумський державний університет

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПОБУДОВИ ПАРАМЕТРИЧНОГО РЯДУ ВИСОКООБЕРТОВИХ СВЕРДЛОВИННИХ НАСОСІВ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ПОДІБНОСТІ

Науково-методичним базисом проектування номенклатурного ряду сучасного високообертового насосного обладнання виступає комплексне гідродинамічне моделювання [1], фундаментальною основою якого є теорія подібності лопатевих гідромашин [2]. Специфіка розробки занурювальних насосів ускладнюється наявністю жорстких конструктивних обмежень, зумовлених стандартизацією внутрішніх діаметрів обсадних колон свердловин [3]. В умовах, коли радіальний габарит агрегату є лімітованою величиною, класичний підхід до масштабування, що передбачає просте геометричне збільшення діаметра робочих органів для підвищення продуктивності, стає технічно неможливим. Розроблення нової лінійки високообертових агрегатів має ґрунтуватися на аналітичному дослідженні критеріїв гідродинамічної подібності та адаптації їх до умов фіксованих діаметрів.

Ключовим фактором інтенсифікації робочого процесу є впровадження систем керування на базі частотно-регульованої силової електроніки. Це дозволяє трансформувати частоту обертання ротора з константи в незалежну керовану змінну. Згідно із законами теорії подібності, параметри насоса знаходяться у функціональній залежності від кутової швидкості: напір ступеня зростає пропорційно квадрату частоти, подача лінійно. Зазначена закономірність відкриває широкі перспективи для формування уніфікованого параметричного

ряду, для кожного типорозміру свердловини. Практична реалізація перерахунку характеристик базових моделей на підвищені частоти обертання повинна базуватися на забезпеченні умов подібності за двома визначальними критеріями.

Геометрична подібність передбачає існування сталого коефіцієнта лінійної пропорційності між усіма відповідними геометричними розмірами проточної частини модельного та натурального зразка. Це висуває умову суворої відповідності профілів лопатей робочого колеса та каналів напрямного апарату, що дозволяє використовувати уніфіковану гідравлічну геометрію для всієї лінійки насосів в межах необхідних діаметрів обсадних труб.

Кінематична подібність вимагає подібності полів швидкостей у відповідних точках потоку. Це означає, що трикутники швидкостей на вході та виході з робочого колеса залишаються подібними (зберігаються кути атаки та виходу потоку), а відношення модулів швидкостей (колової, відносної та меридіональної) залишається незмінним.

Таким чином, саме забезпечення кінематичної подібності дозволяє аналітично визначити необхідну частоту обертання для кожного дискретного типорозміру обладнання, гарантуючи роботу насоса в зоні оптимального ККД при зміні режимних параметрів. Застосування критеріальних рівнянь подібності дозволяє синтезувати параметричний ряд, який максимально ефективно використовує доступний простір свердловини.

Список використаних джерел

1. Rzhebaeva, N.K., Rzhebaev, E.E. Calculation and Designing of Centrifugal Pumps: study guide: Sumy State University, 2016. 205 p. [Online]. Available: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/44432>. Accessed on 20 November 2024.

2. ДСТУ EN ISO 11960:2019. Нафтова та газова промисловість. Сталеві труби для використання як обсадні або насосно-компресорні колони для свердловин (EN ISO 11960:2014, IDT; ISO 11960:2014, IDT). – [Чинний від 2020-01-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 268 с.

3. Mikhaylov, A.K., & Malyushenko, V.V. (1977). Lopastnye nasosy. Teoriya, raschet i konstruirovaniye [Vane pumps. Theory, calculation and design]. M: Mashinostroenie.