

НАСОСНІ УСТАНОВКИ ЗІ СТАБІЛІЗАЦІЄЮ ТИСКУ. ОГЛЯД РЕЖИМІВ РОБОТИ

Анотація. У статті досліджується значення використання раціональних режимів роботи та стабілізації тиску в насосних установках. Використовуючи інтелектуальні стратегії керування та оптимізуючи дизайн системи, ці підходи пропонують численні переваги з точки зору енергоефективності, продуктивності системи, зниження витрат, стабільності тиску та захисту обладнання.

Ключові слова: насосна станція, енергозбереження, керування.

Вступ. Використання раціональних режимів роботи насосних установок зі стабілізацією тиску є актуальним, оскільки це підвищує енергоефективність, оптимізує продуктивність системи, знижує експлуатаційні витрати, забезпечує стабільність тиску та захищає обладнання. Завдяки впровадженню інтелектуальних стратегій керування та врахуванню таких факторів, як коливання попиту, гідравлічні умови та характеристики системи, насосні установки можуть працювати ефективніше.

Мета та завдання дослідження. Метою даної роботи є огляд існуючих пропозицій щодо раціональних режимів роботи насосних установок із стабілізацією тиску. Завдання: дослідити вітчизняні та зарубіжні джерела щодо заданої тематики.

Матеріал та результати дослідження.

Раціональні режими роботи насосної установки зі стабілізацією тиску включають різні чинники та прийоми підтримки сталої та ефективної роботи насоса.

1. Контроль тиску: одним із підходів до досягнення стабільної роботи є контроль тиску. Використовуючи частотний перетворювач, тиск насоса можна підтримувати постійним, мінімізуючи стрибки тиску та ризик сухого ходу [3].

2. Характеристики насоса: розуміння характеристик насоса має вирішальне значення для оптимальної роботи. Насоси зі змінною швидкістю, наприклад, пропонують широкий діапазон кривих насоса, які можна вибрати за допомогою законів спорідненості, що дозволяє насосу ефективно працювати в різних точках кривої системи [5].

3. Компенсаційний об'єм: зменшений об'єм компенсатора відіграє роль у раціональному режимі роботи насоса з гідравлічним приводом. Наприклад, як фактор раціональної роботи згадується об'єм компенсатора 44-50 дм³ [1].

4. Кавітація робочого колеса: кавітація, явище, яке впливає на продуктивність насоса, може бути шкідливим для стабільної роботи. Розуміння та пом'якшення різних типів кавітації, таких як вихрова кавітація наконечника та бульбашкова кавітація, може сприяти раціональній роботі насоса [2].

5. Паралельна робота насосів: у деяких випадках насосні установки включають кілька насосів, підключених паралельно. Ця установка часто включає один регульований насос для стабілізації тиску та інший нерегульований насос для ситуацій максимального навантаження [4].

6. Іригаційні системи: для спеціальних застосувань, таких як дрібнодисперсні іригаційні системи зі штучним тиском, режими роботи насосного обладнання необхідно розглядати в межах продуктивності системи [5].

Автоматизація процесу постачання води згладжує перехідні процеси та збільшує час роботи обладнання, тому впровадження системи керування водопостачанням дозволяє швидко реагувати на різкі зміни водоспоживання, зменшити споживання електроенергії на 10–15%, зменшити витрати на обслуговування. зменшити втрати, пов'язані з аваріями. На насосних станціях усі процеси, здійснюються в строго встановленій послідовності автоматичними пристроями, усе, що пов'язано з пуском, зупинкою й контролем за станом насосно-силового устаткування, без безпосередньої участі людини.

Основними регульованими і контрольованими параметрами роботи насосної станції є:

- тиск води у напірних водоводах (тиск перебуває в потрібному діапазоні, 0–1 Мпа);
- витрата води у напірних установках;

- витрата води у всмоктувальних установках;
- рівень води, яка є на підлозі машинного залу насосної станції;
- температура самих підшипників на насосних агрегатах (вона не повинна підніматися вище 60 °C).

У сфері автоматичних насосних установок в Україні та за кордоном вже є багато готових рішень, але всі вони розмиті та безсистемні, а інформація зовсім інша (рис. 1). Вдаючись до систематизації, можна виділити два основних напрямки:

- насосна установка на базі технічного управління;
- насосна установка на основі електромеханічної системи автоматичного керування.

Гібридна система є комбінацією технічних методів керування і базується на електромеханічній системі автоматичного керування.

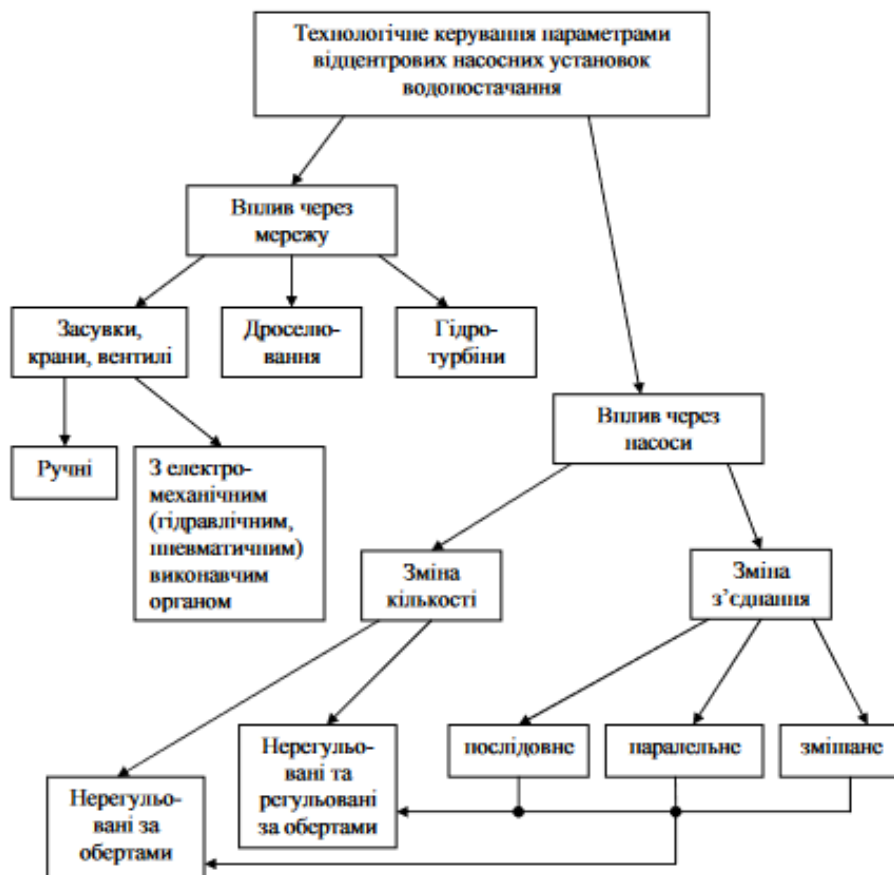


Рис. 1 – Систематизація на основі технологічного керування

Важливо оцінити засоби для точної реалізації технічного підходу. Впливаючи на саму гідравлічну систему, можемо змінювати сам потік або тиск у системі. Управління насосом є набагато ефективнішим, але потребує більше інвестицій. Для непрямих змін тиску (зміни гідравлічного опору мережі) доцільні засувки, вентилі та крани з електромеханічними або ручними приводами. Можливе розташування дроселів, подібне до паралельного з'єднання резисторів у ланцюзі. Замість того, щоб розсіювати кінетичну енергію руху води, її можна використовувати для приводу водяного колеса, підключеного до генератора. При цьому ефективність системи також значно знижується.

Наведений вище метод фактично означає, що в мережу вводиться додатковий послідовний опір, де надлишкова енергія розсіюється. Це підвищить ефективність.

Різна кількість насосів у системі створює унікальні вимоги до їх керування. Таким чином, можна не тільки регулювати витрати (на основі відповідних датчиків), свідомо змінюючи кількість працюючих насосів у системі. З цієї опції також можна починати заходи з енергозбереження. У той же час надлишок енергії не розсіюється, а використовується індивідуально, що забезпечує більш точне керування.

Визначати точність елементів керування в мережі можна на власний розсуд. Замість одного високопродуктивного насоса використовується кілька малопродуктивних насосів. Часто в системах водопостачання одночасно використовуються нерегульовані насоси і насоси з регульованою швидкістю [4]. Для підвищення тиску в системі використовується послідовне з'єднання насосів.

Насоси підключаються паралельно, коли потрібно збільшити продуктивність. Коли тиск у точці прийняття рішення стабілізується, швидкість насоса автоматично зменшується (збільшується) у міру зменшення (збільшення) забору води.

Технічна реалізація системи стабілізації заснована на керованому електроприводі як насосного агрегату, так і запірної арматури. Стабілізація рівня води в резервуарі з метою енергозбереження організована таким чином, щоб мінімізувати перепад висоти нуля під час відкачування. Стабілізація вартості в основному використовується для систем дозування та змішування. Підвищувальні станції використовуються для підвищення тиску води в системах господарсько-питного водопостачання. Насосний агрегат забирає воду з мережі низького тиску і перекачує її в мережу високого тиску.

Програмна система керування змінює швидкість насоса відповідно до щоденного графіку споживання, попередньо встановленого в результаті експериментальних досліджень.

Для реалізації програмуемого задавача напору (швидкості) насосу можливе використання нейронних мереж. Величина необхідного тиску на виході станції залежить від поверховості житлової забудови, що обслуговується, і визначається виходячи з ДБН В.2.5-64:2012.

Витрата води на насосній станції визначається режимом водоспоживання, а також величиною втрат і витоків води у водопровідній мережі. У великих насосних станціях нерідко використовується кілька насосів, оскільки продуктивності одного насоса недостатньо. Інтерактивні системи змінюють напір (витрати) на основі оцінки побутової активності споживачів. Непряма її оцінка можлива на основі вимірювання споживання електричної енергії будинками, мікрорайонами, тощо.

Висновки. Таким чином, використання раціональних режимів роботи та стабілізації тиску в насосних установках дає значні переваги з точки зору енергоефективності, оптимізації продуктивності системи, зниження витрат, стабільності тиску та захисту обладнання. Завдяки врахуванню різноманітних факторів, впровадженню інтелектуальних стратегій керування та дотриманню найкращих практик, насосні установки можуть працювати ефективно та результативно, що веде до підвищення стійкості та експлуатаційної досконалості.

Перелік посилань.

1. Korobko, B., Khomenko, I., Shapoval, M., Virchenko, V. (2020). Hydraulic Single Pump with Combined Higher Volume Compensator Operation Analysis. In: Onyshchenko, V., Mammadova, G., Sivitska, S., Gasimov, A. (eds) Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 73. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_12
2. Kan Kan, Maxime Binama, Huixiang Chen, Yuan Zheng, Daqing Zhou, Wentao Su, Alexis Muhirwa, Pump as turbine cavitation performance for both conventional and reverse operating modes: A review, Renewable and Sustainable Energy reviews, Volume 168, 2022, 112786, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112786>.
3. Луценко, А. В. (2021). Дослідження та автоматизація роботи насосної станції підкачки води з розробкою системи стабілізації тиску в магістралі.
4. Volodymyr Osadchyy, Olena Nazarova, Taras Hutsol, Szymon Glowacki, Krzysztof Mudryk, Andrzej Bryś, Anatolii Rud, Weronika Tulej, Mariusz Sojak, "Adjustable Vibration Exciter Based on Unbalanced Motors", Sensors, vol.23, no.4, pp.2170, 2023.
5. CHERNYKH, A. G. Modes of operation of network pumps with shielded asynchronous motors in small irrigation systems with artificial pressure. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2023. p. 012018.

Науковий керівник: доц. к.т.н. Босак А.В.

Abstract. *The article examines the importance of using rational modes of operation and pressure stabilization in pumping installations. By using intelligent control strategies and optimizing system design, these approaches offer numerous benefits in terms of energy efficiency, system performance, cost reduction, pressure stability, and equipment protection.*

Keywords: *pump station, energy saving, control.*