

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТУРБОМЕХАНІЗМІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КАСКАДНОЇ СХЕМИ ВКЛЮЧЕННЯ НАСОСІВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація

Розглянуто поведінку каскадної схеми включення насосів для забезпечення водопостачання будинку з врахуванням гідросистеми при зміні графіку споживання в залежності від пори року з використанням системи стабілізації напору. Виконано аналіз похибки системи стабілізації напору при ступінчастій зміні рівня споживання. Також досліджено характер зміни втрат активної потужності при відпрацюванні добового графіка водоспоживання.

Ключові слова: насос, каскадна схема, насосна установка, система стабілізації, напір, графік споживання, водопостачання.

Abstract

The behavior of the cascade scheme of switching on the pumps to ensure the water supply of the house taking into account the hydraulic system when changing the consumption schedule depending on the season using the pressure stabilization system is considered. The analysis of the error of the pressure stabilization system at the step change of the consumption level is performed. The nature of the change in active power losses during the development of the daily schedule of water consumption was also studied.

Keywords: pump, cascade scheme, pump station, stabilization system, pressure, consumption schedule, water supply.

Вступ

Системи водопостачання широко використовуються як у різних галузях промисловості так і в побуті, вони повинні відповідати вимогам високої надійності та безпеки їх функціонування. Особлива увага приділяється питанням постачання води в житлові будинки. Оскільки споживання житлових будинків не однакове на протязі доби, а також сезону пори року, то виникає задача максимально ефективного перекриття графіку споживання за рахунок регулювання продуктивності насосних установок. В цих умовах актуальною є задача стабілізації напору і забезпечення надійного функціонування гідравлічної мережі (відсутність динамічних перевантажень, виходу з ладу запірної арматури та ін.) [1].

Іншою не менш важливою задачею є забезпечення високого рівня показників енергетичної ефективності роботи електромеханічних систем насосних агрегатів. Одним з перспективних методів вирішення цієї задачі є використання каскадної системи побудови насосної станції що складається з двох увімкнених паралельно насосів [2]. Разом з тим суттєвий вплив на результати досліджень електромеханічних систем насосів робить гідравлічна мережа, параметри якої вказуються з деяким наближенням до реальних. Запропонована модель мережі дає можливість врахувати характер зміни її параметрів та врахувати вплив на статичні та динамічні режими роботи систем водопостачання.

Тому для визначення доцільності використання каскадної схеми включення насосів з системою стабілізації напору та врахуванням параметрів гідросистеми будинку, досить актуальною є задача проведення дослідження динамічних та енергетичних режимів роботи електромеханічної системи насосного агрегату при стабілізації напору гідромережі.

Результати досліджень

Дослідження виконано на базі каскадної схеми включення двох насосів однакової продуктивності, функціональна схема якої наведено на рис. 1.

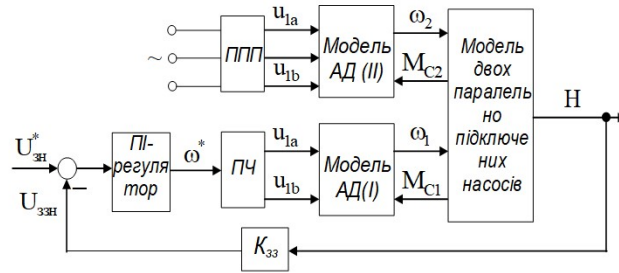


Рис. 1 – Функціональна схема каскадної насосної установки

На рис.1: ППП – пристрій плавного пуску, ПЧ – перетворювач частоти, $K_{зз}$ – коефіцієнт зворотного зв'язку за швидкістю. $U_{зп}^*$ – сигнал завдання напору, $U_{зпн}$ – сигнал зворотнього зв'язку по напору, ω^* – задана швидкість, ω_1, ω_2 – швидкості першого і другого насосів відповідно, $M_{с1}, M_{с2}$ – статичний момент на валу першого і другого насосів, АД(I) – регульований електропривід, АД(II) – нерегульований електропривід, u_{1a}, u_{1b} – напруги статора по осям а і b двофазної моделі АД(I) та АД(II).

За допомогою бібліотеки SimHydraulics пакету прикладних програм Matlab, була розроблена модель для дослідження динамічних режимів насосної установки. Дослідження було виконано на базі двох насосів при з'єднанні їх паралельно, які забезпечують максимальну продуктивність 3.6 м³/год, і напір 45 метрів, електродвигуни потужністю 1.1кВт. В якості споживача води була використана дванадцятиповерхова будівля висотою 36 метрів. Дослідження було виконане для трьох різних типових ступінчастих графіків споживання води з врахуванням коефіцієнту нерівномірності споживання [3]. Результати досліджень показують, що при ступінчастій зміні споживання, максимальна похибка системи стабілізації тиску не перевищує 4% від заданого значення $H=40$ м. Час відпрацювання похибки для встановлення заданого значення напору не перевищує 0.7 с. Втрати активної потужності не перевищують 20-28% від номінального значення.

Висновки

Результати досліджень показують, що при заданому ступінчастому графіку споживання система стабілізації повністю справляється із поставленою задачею, максимальна похибка і час її відпрацювання дає можливість захистити гідромережу від гідроударів. Таким чином при проектуванні систем водопостачання доцільно використовувати модель каскадної схеми насосного агрегату з уточнювальною моделлю гідромережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] М. Pechenik, S. Burian, Н. Zemlianukhina and М. Pushkar, "Investigation of the Hydraulic Pressure Stabilization Accuracy in the Conditions of Water Supply Cascade Pump System Operation," 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), Kyiv, Ukraine, 2020, pp. 97-100, doi: 10.1109/ESS50319.2020.9160340.
- [2] М. Pechenik, S. Burian, М. Pushkar and Н. Zemlianukhina, "Analysis of the Energy Efficiency of Pressure Stabilization Cascade Pump System," 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2019, pp. 490-493.
- [3] Б.С. Лезнов, Экономия электроэнергии в насосных установках. Энергоатомиздат, 1991. - 18с.

Печеник Микола Валентинович – професор кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ,

Бур'ян Сергій Олександрович – доцент кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ. email : sburyan18@gmail.com

Худя Ігор Васильович – студент кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ.

Pechenyk Mykola V. - Professor of the Department of Automation of Electromechanical Systems and Electric Drive, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv.

Buryan Serhiy O. - Associate Professor of the Department of Automation of Electromechanical Systems and Electric Drive, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv. email: sburyan18@gmail.com

Khudya Ihor V. - student of the department of automation of electromechanical systems and electric drive, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv.