

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНА СИСТЕМА НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ КАНАЛІЗАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі проведено аналіз електромеханічної системи каналізаційної насосної станції (КНС). Обґрунтовано перехід від традиційних методів керування до частотно-регульованого електропривода. Проаналізовано техніко-економічні переваги впровадження системи ПЧ-АД, що дозволяє оптимізувати режими роботи насосних агрегатів та забезпечити енергозбереження.

Ключові слова: каналізаційна насосна станція, асинхронний двигун, перетворювач частоти, енергоефективність, автоматизація.

Abstract

The paper analyzes the electromechanical system of a sewage pumping station (SPS). The transition from traditional control methods to a frequency-controlled electric drive is justified. The technical and economic advantages of implementing a frequency-controlled drive system are analyzed, which allows optimizing the operating modes of pumping units and ensuring energy savings.

Keywords: sewage pumping station, asynchronous motor, frequency converter, energy efficiency, automation.

Ефективна робота систем водовідведення є критично важливою для екологічної безпеки міст. Каналізаційні насосні станції (КНС) працюють у складних умовах змінного притоку стічних вод. Більшість існуючих станцій використовують застарілі релейно-контакторні системи керування, що призводить до нераціонального використання енергії та частих аварійних ситуацій. Модернізація електромеханічної частини КНС є актуальним науково-технічним завданням.

Об'єкт дослідження та аналіз режимів роботи. Об'єктом дослідження є насосна установка, що складається з приймального резервуара, відвідного трубопроводу та відцентрових насосів, приведених у дію асинхронними двигунами. Режим роботи таких агрегатів характеризується нерівномірністю протягом доби. Прямий пуск двигуна спричиняє кидки струму, що у 5-7 разів перевищують номінальні значення, та провокує виникнення гідравлічних ударів, які руйнують запірну арматуру та трубопроводи.

Порівняльний аналіз систем керування. Традиційні методи регулювання продуктивності (дроселювання або режим «старт-стоп») мають суттєві недоліки. Дроселювання (штучний опір) призводить до марних витрат електроенергії на подолання опору засувки. Режим «старт-стоп» вимагає великого об'єму приймального резервуара та негативно впливає на ресурс двигуна. Найбільш ефективним рішенням є впровадження частотно-регульованого електропривода (система ПЧ-АД). Використання перетворювачів частоти (наприклад, серії E1000) дозволяє плавно змінювати частоту обертання двигуна, адаптуючи подачу насоса до реального притоку рідини.

Переваги модернізації на базі ПЧ-АД:

1. Енергозбереження: Завдяки квадратичній залежності моменту опору від швидкості для відцентрових насосів, зниження частоти на 20% призводить до зменшення споживання електроенергії майже вдвічі.

2. Технологічна надійність: Плавний розгін та зупинка насоса повністю усувають ризик виникнення гідроударів. Функція «автоматичного очищення» насоса (реверс) запобігає заклинюванню робочого колеса сміттям.

3. Автоматизація та захист: Сучасні ПЧ мають вбудовані ПІ-регулятори, які дозволяють підтримувати постійний рівень у резервуарі без участі оператора. Також забезпечується повний комплекс електричних захистів (від сухого ходу, перевантаження, перекосу фаз).

Висновки

Впровадження системи частотного регулювання для насосних установок КНС дозволяє знизити споживання електроенергії на 30-40% та підвищити термін служби обладнання. Модернізація електромеханічної системи забезпечує стабільну роботу станції в автоматичному режимі, що робить її економічно доцільною з терміном окупності до двох років

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чорний О. П. Моделювання електромеханічних систем : підручник / [О. П. Чорний, А. В. Луговий та ін.]. – Кременчук, 2001. – 410 с.

2. Danfoss AC drives for water and wastewater applications. Technical Guide 2024. URL: <https://www.danfoss.com/>

Бомбик Вадим Сергійович – к.т.н., ст. викл. кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bombyk.v.s@vntu.edu.ua

Поворозний Євгеній Сергійович – студент групи ЕМСА-226, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: povorozniyes@gmail.com

Vadym Bombyk – Phd, senior lecturer, department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bombyk.v.s@vntu.edu.ua

Yevheniy Povorozniy – student of the faculty of electroenergetics and electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: povorozniyes@gmail.com