

УДК 621.3.078:628.14

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ І ПРОГНОЗУВАННЯ ВИТРАТИ ВОДИ НА НАСОСНИХ СТАНЦІЯХ

В.С. Дудік¹⁾, Н.М. Якимчук²⁾

1) Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43018, тел. (8-0332) 77-48-40, (8-03322) 74-61-03

2) Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79601, тел. (8-03422) 72-77-61

Розглянуто проблему контролю витрати води на насосних станціях в умовах випадкової зміни водоспоживання абонентів мережі. Розроблено систему керування роботою насосної станції на основі прогнозування значень витрати води. з використанням частотно-регульованого приводу.

Рассмотрена проблема контроля затраты воды на насосных станциях в условиях случайного изменения водопотребления абонентов сети. Разработана система управления работой насосной станции на основе прогнозирования значений затраты воды. с использованием частотно регулируемого привода.

The problem of water expense control in the conditions of change value of serve on the pumps stations is offered. Control system by work of the pumping station is developed on the basis of the forecast values of water expense with the use of the frequency adjusting of pumps work.

Насосна станція (НС) - установка, що складається з двох або більшої кількості насосів, комплекту запірної і регулюючої арматури, а також системи керування її продуктивністю і виконує задачу забезпечення споживачів водою в умовах нерівномірного споживання абонентів. Ймовірнісний характер більшості параметрів технологічного процесу зумовлений тим, що водоспоживання формується під впливом великого числа чинників, багато з яких не можна формалізувати, тому з'являється необхідність використовувати для вирішення задачі контролю таких параметрів методи математичної статистики і математичного моделювання на основі натурних вимірів фактичного водоспоживання. Контроль витрати води доцільно здійснювати за статистичними критеріями [1], що дає можливість застосувати для обробки вимірних значень витрат принцип експоненційного згладжування [2].

Ці параметри необхідно визначити з допустимим запізненням в часі, щоб їх можна було використати в системі регулювання витрати води.

Метою даної роботи є розроблення підсистеми контролю і прогнозування значень витрати води на насосних станціях для реалізації частотного регулювання роботою

групи паралельно працюючих насосних агрегатів.

Вирішення проблем контролю водоспоживання можливе за умови комплексного підходу, який охоплюватиме, по-перше, розробку і впровадження приладів та систем вимірювання витрат енергетичних ресурсів, по-друге, розроблення автоматизованих систем контролю та регулювання роботи насосного обладнання станцій водопостачання в умовах енергоощадності.

Сьогодні для обліку кількості поданої споживачам води та контролю значень технологічних параметрів, які повинна забезпечити система управління верхнього рівня ієрархії (диспетчерська служба системи водопостачання) обчислюються значення тиску води на виході НС, подачі НС (витрата води). Для цього встановлюються витратоміри та пристрої вимірювання тиску. Величини витрати представляють у вигляді добових графіків $Q(t)$, $H(t)$.

Структурна схема системи контролю та керування насосною станцією (СКНС) з використанням принципу каскадно-частотного регулювання представлена на рис. 1, де ПК – пристрій керування (мікроконтролер); ПЧ – перетворювач частоти; АД – асинхронний

двигун; ВПВ, ВПТ – вимірювальні перетворювачі витрати та тиску; ВН – відцентровий насос та МВ – мережа водопостачання.

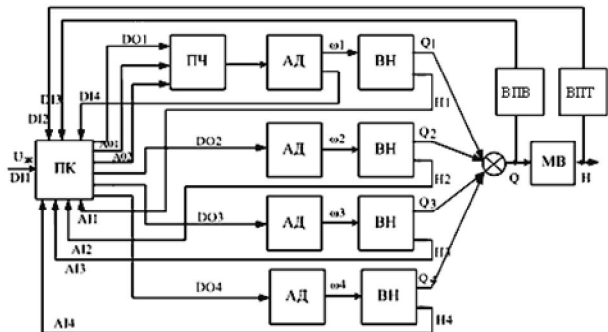


Рисунок 1 – Структурна схема системи контролю і регулювання витрати НС

Дана схема забезпечує контроль витрати води по визначених прогнозованих значеннях витрати води з використанням одного регульованого електронасосу та трьох нерегульованих. Для забезпечення контролю частоти обертання на виході кожного насосного агрегату використані відповідні зворотні зв'язки.

При застосуванні комбінованої системи електроприводів насосної станції, в якій один з насосів є з регульованим, інший з нерегульованими електроприводами, що є найбільш економічно доцільно [3], закон включення в роботу електроприводів насосів можна записати так:

$$q_{\Sigma} = \begin{cases} q_v, & \text{при } 0 < q < \Delta q \\ q_v + \Sigma Q_{нер}, & \text{при } q > \Delta q \end{cases} \quad (1)$$

де q_{Σ} – загальне значення витрати на виході насосної станції; q_v – значення витрати для частотно регульованого насоса; Δq – інтервал зміни витрати регульованого електронасоса; $Q_{нер}$ – сумарне значення витрати, що забезпечується включенням в роботу декількох насосів з нерегульованим електроприводом.

На рис. 2 наведена структурна схема мікропроцесорного пристрою контролю значень витрати на основі даних прогнозування, розроблена з врахуванням вищезначених вимог до СКНС.

На структурній схемі пристрою умовно позначені:

МАВ – модуль аналогових входів (забезпечує приймання та перетворення аналогових уніфікованих сигналів постійного

струму 0...5 мА від датчиків витрати, тиску тощо з одночасним захистом цих входів АП1 – АП4 від перевантаження вхідним сигналом);

МЦВ – модуль цифрових входів (забезпечує нормалізацію та гальванічну розв'язку потенціальних або імпульсних сигналів з входів ДП1 – ДП4 – сигналів стану насосів);

МП – мікропроцесор з вбудованим блоком пам'яті;

ФАС – формувач аналогових сигналів (формує на виходах АО1 і АО2 уніфіковані сигнали постійного струму 0...5 мА для керування перетворювачами частоти);

ФЦВ – формувач цифрових сигналів (формує на виходах DO1 – DO4 сигнали пуску для електродвигунів насосів, що входять до складу НС);

ІОПК – інтерфейс послідовного обміну інформацією з персональним комп'ютером;

ПУЛЬТ ОПЕРАТОРА – містить рідкокристалічний дисплей, світлодіодні індикатори та клавіатуру, з допомогою якої оператор має можливість керувати роботою системи.

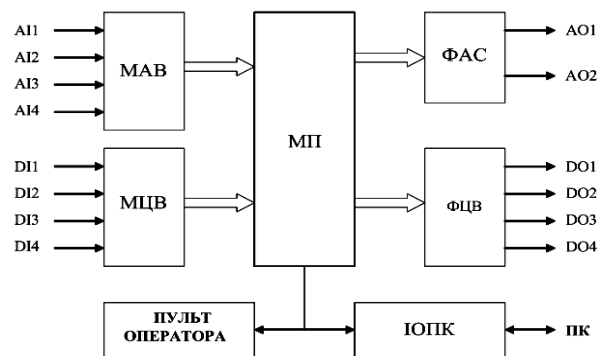


Рисунок 2 – Структурна схема мікропроцесорного пристрою керування роботою НС

Розроблений мікропроцесорний пристрій з робочою назвою "AQUARIUS" реалізує широко поширений нині спрощений спосіб каскадно-частотного регулювання [4], при якому СКНС через перетворювач частоти керує лише одним насосом, а іншим в міру необхідності подає команди на пуск і зупинку. При пуску додаткових насосів їх електродвигуни підключаються безпосередньо до мережі. Перевагами такого способу є простота і надійність, а також мінімальна кількість устаткування для створення автоматизованої НС. В той же час даному способу властиві серйозні недоліки, такі як:

- поява гідроударів при пуску/зупинці додаткових насосів;

- поява стрибків напруги, пов'язаних з перехідними процесами при пуску двигунів;
 - флуктуації тиску при включенні або виключенні додаткових насосів.

Звичайно, вплив описаних недоліків можна понизити. Щоб уникнути гідроударів і стрибків напруги, потрібно застосовувати пристрої плавного пуску. Даних недоліків позбавлений такий спосіб управління, коли при неможливості забезпечити потрібну в даний момент продуктивність НС одним насосом, в роботу включається наступний, при цьому перший насосний двигун перемикається безпосередньо на мережу, а другий виводиться на робочу частоту під управлінням ПЧ по заданій користувачем кривій розгону.

Основні технічні характеристики СКНС "AQUARIUS".

1. Максимальне значення діапазону витрат (змінне) – 300 ... 3000 куб.м/год.
2. Кількість керованих насосів - 2 ... 4.
3. Період дискретизації при вимірюванні витрати - 5 с.
4. Період визначення швидкості зміни витрати - 30 ... 60 с.
5. Діапазон зміни вхідних аналогових сигналів - 0 ... 5 мА.
6. Діапазон зміни рівня лог. "1" вхідних дискретних сигналів - 12 ... 30 В.
7. Діапазон зміни вихідних аналогових сигналів - 0 ... 5 мА, 0 ... 1 В, 0 ... 5 В.
8. Тип вихідних дискретних сигналів - оптопара або контакти реле.
9. Інтерфейс для зв'язку з персональним комп'ютером - RS-232C.
10. Напруга живлення постійного струму - 12 ... 15 В.
11. Споживана потужність, не більше - 1,0 Вт
12. Габаритні розміри, не більше - 200*150*60 мм.

В якості мікропроцесора в СКНС "AQUARIUS" використано високоінтегрований однокристальний мікроконтролер ATmega16 фірми "ATMEL".

Запропонована ієрархічна розподілена система контролю і прогнозування параметрів процесу забезпечує оперативно-диспетчерське керування в реальному часі з максимальним використанням засобів автоматизації та перспектив її модернізації.

Нижчий рівень керування представляє собою мережу контролерів, які виконують функції локального керування насосним агрегатом з метою прогнозування значень витрати води, розрахунку характеристик закону оптимального

керування агрегатами, пуску/зупинки агрегатів, частотного регулювання роботи та режимів їх нормальної експлуатації, аварійну зупинку в разі виходу значень технологічних параметрів за встановлені межі. Контролер формує керуючі дії на виконавчі пристрої системи керування у відповідності до одержаної інформації через вимірювальні канали тиску і витрати та коригувальних впливів від інженера-технолога НС чи диспетчера.

Вищий рівень керування – це рівень оперативного планування диспетчера НС. На цьому рівні концентрується інформація про роботу всіх НС, яка необхідна для узагальненого контролю роботи станцій та оперативного планування їх роботи. На цьому рівні виконуються задачі розрахунку техніко-економічних показників роботи НС та оптимізації їх роботи.

ВИСНОВКИ

Запропонована система контролю та прогнозування витрати води дає широкі можливості для керування параметрами системи водопостачання за умови мінімізації енергетичних затрат, впливає на зменшення витрат на регулювання і регулюючі пристрої, що приводить до економії коштів як у споживачів, так і в самій системі.

Література

- 1 Якимчук Н.М. Ймовірнісно-статистичний підхід при виборі параметрів регулювання систем водопостачання. // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація». – Львів, 2008. – № 617. – С.118–122.
- 2 Чуев Ю.В., Михайлов Ю.Б., Кузьмин В.И. Прогнозирование количественных характеристик процессов. – М.: Сов. радио, 1975. – 400с.
- 3 Искендеров А. А. Задачи выбора оптимальных режимов работы НС // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. – №5. – С. 62 – 64.
- 4 Виноградов А., Сибирцева А., Колодин И. Автоматизация насосной станции с применением частотно-регулируемого электропривода. // Силовая электроника. – 2006. – №2. – С. 42–48.

Поступила в редакцію 04.05.2009р.

Рекомендував до друку докт. техн. наук,
 проф. Наконечний А.Й.