

УДК 62–83–52

А. В. МАЛЯР, докт. техн. наук, професор

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

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів

П. Б. ГІКЕ, інженер, Я. Є. ДЖАЛА, магістр

ТОВ "ЕТА"

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Рассматривается принцип построения и основные функциональные возможности системы автоматического управления технологическим процессом водоснабжения. Приведена структурная схема такой системы и описано назначение ее основных составляющих. Обоснован выбор способа связи и протокола для обмена информацией между объектами системы. Даны рекомендации относительно возможности расширения структуры и функциональных возможностей АСУ ТП.

Розглядається принцип побудови та основні функціональні можливості системи автоматичного управління технологічним процесом водопостачання. Наведено структурну схему такої системи та описано призначення її основних складових. Обґрунтовано вибір способу зв'язку та протоколу для обміну інформацією між об'єктами системи. Подані рекомендації щодо можливості розширення структури та функціональних можливостей АСУ ТП.

Вступ

Для України, яка забезпечена власними паливними енергоресурсами лише на 48 % від потреб, проблема енергоресурсозабезпечення вкрай важлива. Актуальною в цьому плані є задача розробки і впровадження енергоефективних систем тепlopостачання, водопостачання в житлово-комунальному господарстві (ЖКГ) України. Значний резерв в підвищенні енергоефективності систем тепло- і водопостачання на підприємствах ЖКГ криється в модернізації систем насосних станцій [1–2].

Найбільш ефективним засобом економії є модернізація електроприводів турбомеханізмів на базі частотно-регульованих напівпровідникових перетворювачів частоти з асинхронними електродвигунами, а також оптимізація електромеханічних систем насосних станцій. Впровадження регульованого електроприводу на насосних станціях та застосування оптимізаційних алгоритмів автоматичного керування дасть змогу зекономити близько 40% спожитої електроенергії (за даними фірми Danfoss), а також суттєво знизити виробничі витрати в ЖКГ. Для забезпечення високонадійної роботи нового обладнання та оптимізації режимів роботи станцій водопостачання актуальною є задача створення автоматизованої системи управління процесом подачі води.

За участю авторів статті така система була створена та впроваджена у роботу в кінці 2012 р. у м. Коломия. Нижче описані особливості та функціональні можливості такої системи.

Технологічна схема водоподачі

Джерелом води слугує ріка Прут, звідки вода по короткому каналу поступає у приймальний колодязь-ківш водозабірної станції ВНС1 (рис.1).

У ковші встановлені два вертикальні занурені фекальні насоси виробництва Wilo, котрі перекачують воду у три басейни відстійники. Продуктивність кожного з насосів складає 2400 м³/год. Насоси оснащені асинхронними двигунами потужністю 75 кВт. Для обмеження пускових струмів двигунів та забезпечення плавності процесів пуску та гальмування насосів використані пристрої плавного пуску серії ATS22 виробництва Schneider-Electric. Керування насосними агрегатами відбувається з пульта керування, котрий встановлений у приміщенні

оператора станції. Пульт оснащений сенсорною операторською панеллю та програмованим логічним контролером Тесо. Контролер отримує та обробляє інформацію від двох витратомірів води, давачів рівнів води у басейнах та ковші, давачів температури обмоток двигунів, підшипників насосів та давачів вологості у перехідній камері насосів, а також формує команди на пуск та зупинку насосів та передає інформацію у диспетчерську. Схемою передбачено як місцеве, так і дистанційне ручне або автоматичне керування роботою насосів. В автоматичному режимі роботи керування відбувається у функції min/max рівнів води у басейнах відстійниках. Для заощадження витрат на оплату за спожиту електроенергію робота насосів відбувається, як правило, у нічні години, коли діє мінімальний тариф.

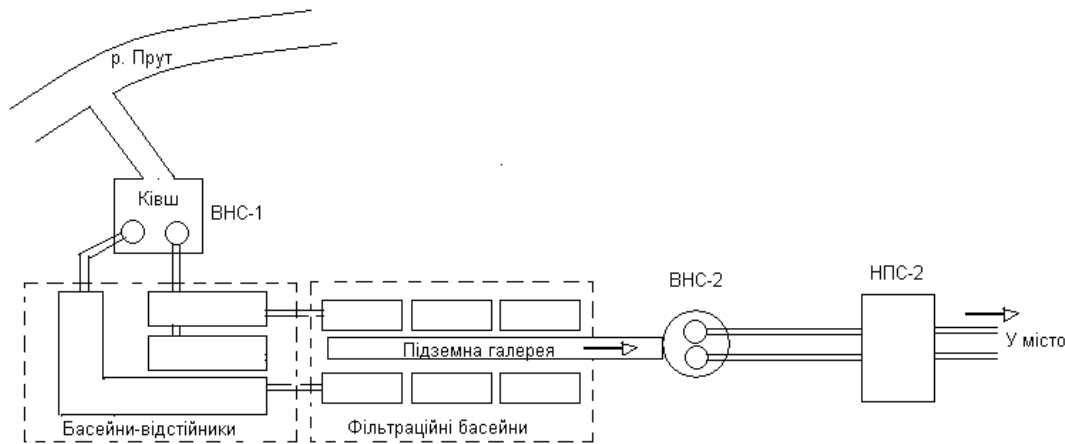


Рис. 1. Технологічна схема водоподачі у місто

Вода з басейнів відстійників по трубопроводах самопливом подається на шість фільтраційних басейнів. З цих басейнів вода через шар піску поступає на підземну галерею, з якої вона самопливом подається у підземний колодезь чистої води станції ВНС-2. У колодезях встановлені два свердловинних насоса фірми Wilo продуктивністю $900 \text{ м}^3/\text{год}$. Живлення двигунів насосів відбувається із двох шаф, одна з яких оснащена пристроєм плавного пуску ATS22, а інша – перетворювачем частоти ATV61. В роботі перебуває один насосний агрегат, а інший знаходиться у режимі "гарячого резерву". Для вирівнювання моторесурсу насосів відбувається періодична зміна робочого та резервного насосів. За допомогою силового комутаційного обладнання кожен з двигунів насосів може під'єднуватися як до пристрою плавного пуску, так і до перетворювача частоти [3]. Керування роботою насосів забезпечується як з операторського пульта за допомогою сенсорної панелі, так і дистанційно – з диспетчерського пункту.

Вода з колодезя ВНС-2 перекачується у два басейни насосної станції другого підйому НПС-2. Після хіміобробки вона подається у місто одним із двох свердловинних насосів продуктивністю $870 \text{ м}^3/\text{год}$ кожний. Кожен з приводних асинхронних двигунів насосів отримує живлення від перетворювача частоти ATV61, завдяки чому реалізоване, згідно технологічних вимог, ручне та автоматичне регулювання тиску в напірному трубопроводі. Автоматичний режим регулювання тиску забезпечується замкненою САР з використанням ПІД-регулятора перетворювача частоти. У склад системи керування входить також програмований логічний контролер Тесо, завданням якого є формування завдання тиску, обробка інформації від технологічних давачів рівня рідини у басейнах, витратомірів води, котра подається у місто, зчитування інформації з перетворювачів частоти, передача інформації у диспетчерську.

Структурна схема та функціональні можливості АСУ ТП

Архітектура системи реалізована за трирівневим принципом (рис. 2):

– нижній рівень – це різні технологічні давачі (тиску, рівня – фірми Wika, витрат – Siemens) і виконавчі механізми (частотні перетворювачі, пристрої плавного пуску –

фірми Schneider Electric);

– середній рівень складається з програмованих логічних контролерів (ПЛК) фірми Тесо. На цьому рівні відбувається опитування та обробка даних з датчиків і видача керуючих команд на виконавчі механізми. Для локального відображення інформації та місцевого курування використовується людино-машинний інтерфейс;

– верхній рівень – рівень візуалізації, управління та збору даних на базі промислової SCADA - системи Reliance компанії Geovar. Цей рівень АСУ забезпечує збір, архівацію даних від ПЛК та відображення у різних формах інформації про процеси, що відбуваються.

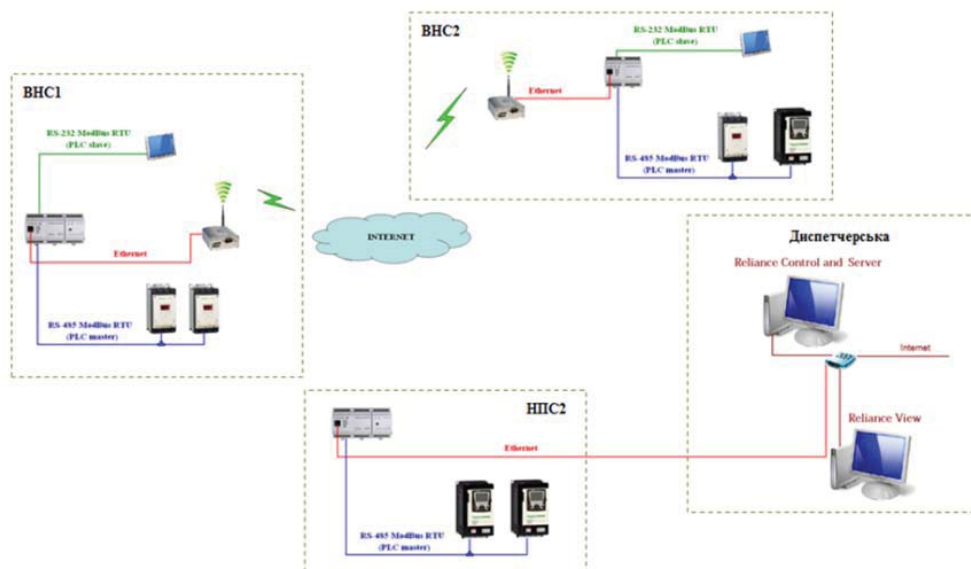


Рис. 2. Архітектура АСУ ТП

На кожній із насосних станцій за використання модулів розгалуження типу LU9GC3 або TWDXCA3RJ фірми Schneider Electric утворена локальна мережа, що об'єднує між собою перетворювачі частоти або/та пристрої плавного пуску та ПЛК [4]. Використовуючи комунікаційний протокол передачі даних Modbus RTU, контролер, який виступає в цій мережі головним, опитує їхні параметри (струм, напруга, частота, тощо) та формує команди керування. Алгоритм збору інформації з датчиків, масштабування та перевід в дійсне значення відповідно з градувальними характеристиками, відбувається стандартними методами, реалізованими в ПЛК. Пропадання зв'язку з датчиками, перетворювачами частоти або з пристроями плавного пуску контролюється контролером.

Програми керування для кожної із насосних станцій, що записані в ПЛК, розроблені згідно вимог технологічного процесу і виконуються циклічно в реальному часі. Алгоритмом програми передбачена функція сигналізації. Дана функція реалізує звукове або візуальне оповіщення оператора, як на місцевому, так і на диспетчерському пункті, про неполадки в обладнанні, відхилення у ході технологічного процесу або нештатні ситуації. Оператор отримує також інформацію про кожну подію для аналізу ситуації та подальшого прийняття рішень.

Оскільки система водопостачання об'єднує територіально розгалужені об'єкти – ВНС1 («сира вода»), ВНС2 («чиста вода») та НПС2, тому для обміну інформацією між об'єктами використовується радіо мережі GSM каналів мобільного зв'язку з використанням протоколу передачі даних GPRS, що не потребує спеціального ліцензування та узгодження.

Для забезпечення зв'язку між серверною станцією, що розміщена у центральній диспетчерській, та станціями ВНС1 і ВНС2, в шафах управління кожної їх них встановлений GPRS- роутер з підтримкою функції DNS. DNS сервіс дозволяє отримати субдомени, які будуть прив'язані до кожної SIM картки, що не мають статичної IP-адреси. При реєстрації в сервісі DynDNS отримується доменне ім'я третього рівня. Роутер постійно відправляє інформацію DNS серверу сервісу DynDNS, тим самим повідомляючи про IP-адресу SIM

картки, встановленої в роутер. Сервер служби DynDNS зберігає останню IP-адресу, і при зверненні до доменного імені, отриманого при реєстрації, перенаправляє запити SCADA-системи на цю IP-адресу.

Зв'язок роутера з ПЛК реалізований на основі NAT (англ. Network Address Translation – перетворення мережевих адрес) процедур в мережі Ethernet TCP/IP. Зв'язок між серверною станцією та шафою керування насосної станції НПС-2, що знаходиться на одній території з диспетчерською, реалізовано кабельною мережею Ethernet TCP/IP.

Вся зібрана інформація контролерами станцій передається на серверну станцію диспетчерського пункту, де вона і зберігається. Архівування всієї інформації побудовано на основі СУБД Microsoft SQL Server 2008, що забезпечує архівування, експорт і резервне копіювання інформації.

Система розрахована на роботу в режимі 24x7x365: 24 години на добу, 7 днів на тиждень, 365 днів в рік.

Оператор на диспетчерському пункті отримує повну інформацію про стан насосних станцій. Як приклад, на рис. 3 наведена головна сторінка екрану серверної станції диспетчера. На цій сторінці відображається інформація про стан та режими роботи всіх трьох насосних станцій, а саме: стан насосів (увімкнений/вимкнений), основні біжучі параметри електродвигунів (струм, напруга), рівень води у резервуарах, дані витратомірів, тиск на напірному трубопроводі НПС2.



Рис. 3 Головна сторінка екрану серверної станції

Загальна інформація представляється у вигляді таблиць, рисунків та графіків. Система дозволяє проводити наступний аналіз інформації:

- обчислення статистичних характеристик;
- налаштування відображення графіків (налаштування шкали, масштабування);
- порівняння графіків;
- відображення архівних і он-лайн графіків одночасно;
- користувальницькі фільтри;
- експорт даних в csv і xls файли.

Висновки

За результатами впровадження та майже річного періоду експлуатації АСУ ТП можна зробити такі висновки:

- має місце суттєве скорочення споживання електроенергії. Економія складає порядку 28 %. Це досягнуто як за рахунок використання насосних агрегатів з покращеними енергетичними характеристиками, так і завдяки раціональному вибору режимів роботи насосів;

– постійне ведення моніторингу роботи насосних станцій дозволяє запобігати виникненню нештатних ситуацій, дисциплінує роботу чергового персоналу, а автоматичний режим роботи насосних агрегатів взагалі усуває вплив так званого "людського фактору";

На завершення, звернемо увагу на те, що використана промислова SCADA за своїм потенціалом дозволяє суттєво розширити функціональні можливості реалізованої АСУ ТП. Так наприклад, у майбутньому можна на її основі реалізувати диспетчеризацію міської мережі підкачувальних станцій, створивши тим самим єдину АСУ ТП водопостачання міста.

Список літератури

1. Баулин А. Ю. Проблемы энергоэффективности в системах водоснабжения и водоотведения [Електронний ресурс] / А. Ю. Баулин, А. Д. Гуринович. – Режим доступу: http://www.agrovodcom.ru/info_vodosnabzhenije.php
2. Клепиков В. Б. О роли электропривода в решении проблемы энергоресурсосбережения в Украине / В. Б. Клепиков, В. Ю. Розов // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – № 30. – Тем. вип. «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика». – С. 18–21, С. 34–38.
3. Місюренко В. О. Частотно-керований електропривід насосної станції водовідведення / В. О. Місюренко // Міжвідомчий науково-технічний збірник "Електромашинобудування та електрообладнання", тематичний випуск "Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика". – 2006. – № 66. – С.184–185.
4. Куцик А. С. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах: навч. посібник / А. С. Куцик, В. О. Місюренко – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 200 с.

WATER SUPPLY PROCESS AUTOMATED CONTROL SYSTEM

A. V. MALYAR, Doctor of Engineering, Professor
V. O. MISYURENKO, Candidate of Engineering, Associate Professor
P. B. GIKE, Engineer, Ya. E. DZHALA, The master

The paper considers the principle for construction and main functional capabilities of water supply process automated control system (ACS). It presents a diagram of such system and describes its designated use and main components. It gives justification of the choice of the method of communication and the protocol of information exchange among the objects of the system. It gives recommendation regarding the possibility for extension of the structure and functional capabilities of the process ACS.

1. Baulin A. Yu. Problemy energoeffektivnosti v sistemakh vodosnabzhenja s vodootvedeniya [Elektronnyy resurs] / A. Yu. Baulin, A. D. Gurinovich. – Rezhim dostupu: http://www.agrovodcom.ru/info_vodosnabzhenije.php
2. Klepikov V. B. O roli elektroprivoda v reshenii problemy energoresursosberezeniya v Ukraine / V. B. Klepiko, V. Yu. Rozov // Visnyk NTU «KHAPI». – Kharki: NTU «KHAPI», 2008. – № 30. – Tem. vyp. «Prjblemy avtomatizirovannogo elektroprivoda. Teoriya I praktika». – S. 18–21, S. 34–38.
3. Місюренко В. О. Частотно-керований електропривід насосної станції водовідведення / В. О. Місюренко // Міжвідомчий науково-технічний збірник "Електромашинобудування та електрообладнання", тематичний випуск "Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика". – 2006. – № 66. – С.184–185.
4. Kuzsyk A. S. Avtomayzovani systemy keruvannya na programovanykh logichinykh kontrolerakh: navch. posibnyk / A. S. Kutsyk, V. O. Misyurenko – Lviv: Vydavnytsvo Lvivskoi politekhnyky, 2011. – 200 s.

Поступила в редакцію 18.09 2013 г.