

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ СВЕРДЛОВИННОГО ВИДОБУТКУ ВОДИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ХАРЧОВОГО ВИРОБНИЦТВА

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Метою роботи є пошук концептуального рішення системи автоматизації свердловинного видобутку води для забезпечення промислового харчового виробництва. Таке рішення передбачає застосування сучасної інструментальної системи промислової автоматизації та раціонального проєктування програмно-апаратної частини системи автоматизації.

Ключові слова: свердловинний видобуток води, промислова система автоматизації, виробництво безалкогольних напоїв, інструментальна система промислової автоматизації

Abstract

The aim of the work is to find a conceptual solution for a system for automating well water production to ensure industrial food production. Such a solution involves the use of a modern industrial automation tool system and rational design of the software and hardware part of the automation system.

Keywords: well production of water, industrial automation system, production of soft drinks, instrumental system of industrial automation

Вступ

На сучасному виробництві процес автоматизації зазвичай пов'язаний зі створенням єдиних інформаційних систем, здатних забезпечити швидкий і ефективний обмін даними між всіма рівнями управління підприємством, від цеху до керівництва, що, відповідно, гарантує більш високу віддачу від такого впровадження систем автоматизації [1-3]. Для цього на сучасному підприємстві необхідно використовувати величезну кількість різної інформації і вирішувати різноманітні задачі. Зокрема, крім обов'язкового контролю технологічних сигналів найчастіше виникає необхідність відкоригувати параметри процесу, що зберігаються в базі даних (наприклад, склад рецепту), зробити вибірку з різних архівів і відобразити її на екрані, виконати перерахування значень, використовуючи параметри, що зберігаються в електронній таблиці, і т. д. Для рішення цих і інших подібних задач у край необхідними стають інструменти, які дозволили б швидко й зручно працювати з різними джерелами даних.

Саме тому зараз найбільш поширеною технологією розробки промислових систем автоматизації стають SCADA-системи, які представляють собою програмне забезпечення (ПЗ) з набором засобів для реалізації збору інформації, її обробки, формування керуючих сигналів, створення інтерфейсу користувача, системи звітності тощо [4-6]. Сучасні SCADA-системи містять вбудовані мови програмування за допомогою яких можна створити користувацькі блоки обробки інформації.

Враховуючи той фактор, що харчова промисловість є пріоритетним напрямком розвитку вітчизняної економіки, впровадження сучасних інформаційних технологій у системи автоматизації саме цієї галузі є, без сумніву, актуальною задачею.

Тому метою даної роботи є пошук концептуального рішення системи автоматизації свердловинного видобутку води для промислового харчового виробництва, яке за рахунок застосування сучасної інструментальної системи промислової автоматизації та раціонального проєктування програмно-апаратної частини системи підвищить основні якісні показники управління даним обслуговуючим технічним процесом промислового виготовлення безалкогольних напоїв на приватному підприємстві "ВФ" Панда" (м. Вінниця, Україна). Практичне значення результатів цієї роботи полягає в тім, що запропоноване концептуальне рішення системи автоматизації може бути застосоване в аналогічних системах автоматизації (СА) споріднених підприємств галузі.

Результати дослідження

Приватне підприємство "ВФ" Панда виготовляє продукцію під торговою маркою "Караван", а саме газовані безалкогольні напої в обсязі близько 600 тис. пляшок на добу [7]. Для виготовлення своїх продуктів це підприємство використовує тільки екологічно чисту сировину - воду з артезіанських свердловин глибиною до 100м (рис. 1).

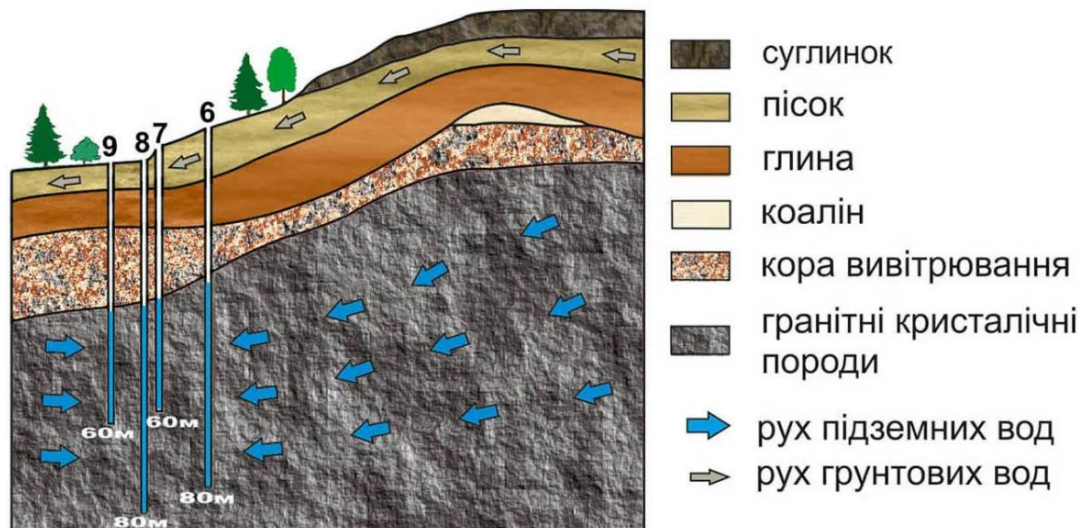


Рис. 1. Геологічна схема свердловинного видобутку води

Загалом виробничий процес підприємства потребує від системи свердловинного видобутку транспортування до 1100 м³ води на добу. Це транспортування здійснюється по трубопроводу, який протягнутий від свердловин до підприємства, а загальна довжина його складає 3 км.

На рис. 2 показано територіальне розміщення системи артезіанських свердловин на околиці м. Вінниця.

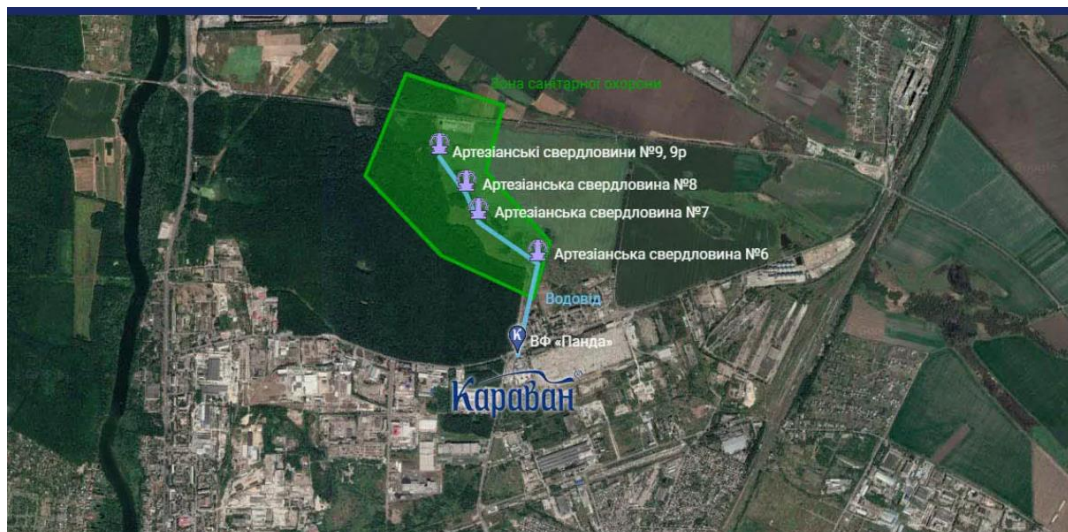


Рис.2 – Місце розташування системи свердловин підприємства

Коли вода доставлена в прийомні буферні ємності, то виконується її очистка, після чого чиста вода поступає на процес розливу у пляшки. При відкачуванні із свердловин води потрібно дотримуватись вимог національного законодавства у сфері використання надр, а саме вести облік відкачок, облік рівню води в свердловинах, температури води, дотримання лімітів відбору (добові, місячні, річні).

Крім того, потрібно мінімізувати вплив людського фактору на виробничий процес та зменшити кількість обслуговуючого персоналу, а також зменшити споживання електричної енергії технологічним обладнанням свердловин та трубопроводу. Важливо також забезпечити стабільний та безперебійний видобуток води, від чого залежить ритмічність роботи усього підприємства.

Виходячи з мети даної роботи, було запропоноване оптимальне концептуальне рішення системи автоматизації даного обслуговуючого технічного процесу, яке у вигляді узагальненої структури системи автоматизації наведено на рис. 3.

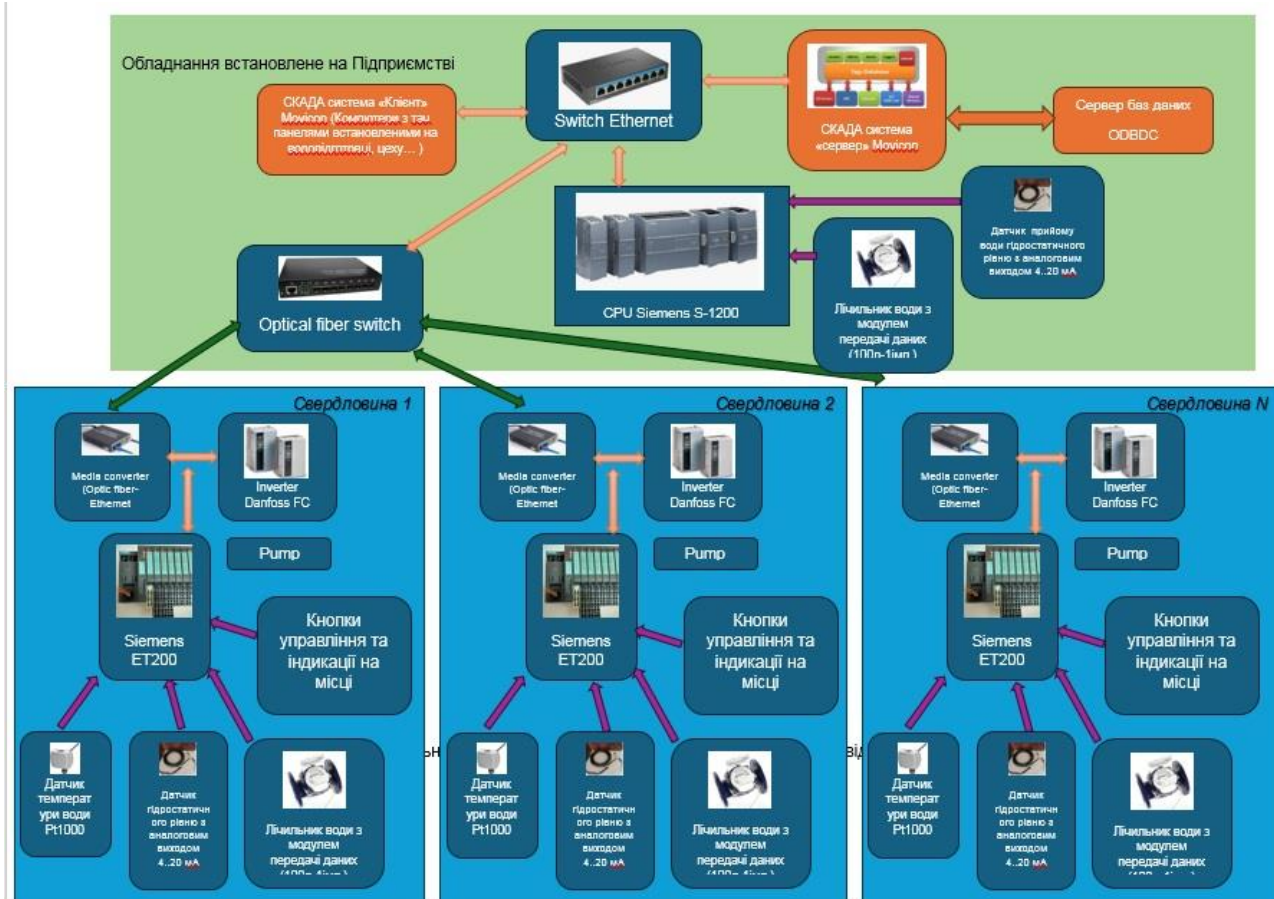


Рис.3 – Узагальнена структура нової СА

Занурювані насоси качають воду із свердловин по трубопроводу на виробничу ділянку водопідготовки, яка розміщена на підприємстві. Вода поступає до прийомної буферної ємності об'ємом 20 м³, з якої вона поступово використовується в технологічному процесі підприємства.

Запропонована СА повинна виконувати такі основні завдання:

- віддалене автоматичне управління з підприємства зануреними насосами свердловин з можливістю застосування місцевого управління в ручному режимі;
- автоматичне підтримання рівню води в прийомній ємності підприємства;
- автоматичний облік видобутку та використання води та збереження оперативної інформації у історичному архіві з періодичністю 1 хвилина, а саме:
 - об'єму та миттєвих витрат води, що відкачується зі свердловини, та води, яка поступає у прийомні ємності;
 - температури води при відкачці по кожній свердловині;
 - рівня стовпа води у свердловині;
 - робочих параметрів насосного обладнання (струм, напруга, частота, напруження двигуна насосу у годинах).
- захист насосного обладнання від «сухого ходу», перевантаження;

- забезпечення рівномірних відкачок води зі свердловин згідно з паспортними даними, тобто не допускати перевищення встановленого денного та місячного лімітів на видобуток..

У разі виконання описаних вище завдань, нова СА дозволить вирішити такі виробничі завдання:

- забезпечення персоналу та керівництва об'єктивними та своєчасними даними про рівень, дебет, температуру води в свердловині з метою:

- дотримання законодавства про спеціальне водокористування;
- оптимізації видобутку води з родовища і його відновлення;
- стабільності забезпечення виробництва водою;

- зменшення навантаження на обслуговуючий персонал і вивільнення його для інших завдань;
- віддаленого моніторингу технологічного обладнання свердловинного водозабору;

- зменшення витрат на електричну енергію та зменшення зносу насосного обладнання за рахунок встановлення частотних перетворювачів.

Принцип роботи нової системи автоматизації можна описати так.

Для автоматичного вимірювання рівня води прийомна буферна ємність оснащена датчиком рівню гідростатичного типу з аналоговим виходом 4..20 мА, який під'єднано до промислового контролера. Програмне забезпечення контролера автоматично перетворює аналоговий сигнал рівнеміра у значення об'єму води.

Для вимірювання рівня води у свердловині використовується занурений датчик гідростатичного типу з капіляром, що виведений назовні для вимірювання водяного стовпа у свердловині. Датчик має аналоговий вихід струму 4..20 мА. Програмне забезпечення контролера автоматично перетворює цей аналоговий сигнал рівнеміра у значення висоти стовпа води у свердловині.

Для вимірювання об'єму та миттєвих витрат води встановлені лічильники на свердловинах та на вхідному водогоні. Лічильники обладнанні додатковим модулем з NPN виходом, який на кожні 100 л витрат видає електричний імпульс. Імпульси програмно накопичуються і перераховуються у значення об'єму води. Також контролер вимірює час, що проходить між послідовними імпульсами, та математично вираховує миттєві витрати води у м³/год.

Для вимірювання температури води на трубопроводі кожної свердловини встановлено датчик температури РТС Pt1000, які усі разом також під'єднані до промислового контролера.

Для управління двигуном зануреного насоса у свердловині застосоване частотне управління за допомогою перетворювача «Danfoss FC202».

Цей частотний перетворювач забезпечує:

- плавний запуск та плавну зупинку насоса;
- управління обертами насоса, що задає його продуктивність;
- захист від перенапруги, перекосу фаз та обриву фази.

Обмін даними між процесорним модулем контролера (CPU) та частотними перетворювачами і станціями розподіленого вводу/виводу організований наступним чином. В новій СА CPU контролера знаходиться на підприємстві, а свердловини в яких встановлено системи розподіленого вводу/виводу ET 200S та частотні перетворювачі «Danfoss FC202», знаходяться в полі на відстані від 700 до 3000 м. Враховуючи значну відстань та польові умови (грози, електромагнітні перешкоди і т. п.), було прийняте рішення використати оптоволоконну систему для організації зв'язку між ними.

Від кожної свердловини прокладено оптоволоконну трасу. На підприємстві встановлено маршрутизатор з SFP модулями, до яких під'єднано всі свердловини та перехід на внутрішню мережу Ethernet. На свердловинах встановлено медіа-конвертори з оптичних волокон на Ethernet.

Переваги такого рішення такі:

- менша вартість оптоволоконних ліній у порівнянні з мідним кабелем зв'язку;
- висока швидкість передачі даних на великі відстані;
- захищеність від зовнішніх електромагнітних перешкод;
- доступність даної технології.

Недоліки такого рішення такі::

- хрупкість кабелів та пачкордів;
- потреба у додатковому обладнанні – для перетворення, медіа-конвертери, коробки для розпайки;
- потреба у спеціалізованому обладнанні та у спеціалістах з монтажу й пайки оптоволоконних жил;
- складний ремонт і усунення пошкоджень кабельних трас.

Розглянемо тепер запропоноване рішення з точки зору програмної частини СА.

При автоматизації процесу видобутку води треба реалізувати 3 прикладні підпрограми СА, які відповідають таким станам виробничого процесу:

- «Початкове положення» (вихідний стан) – усі свердловини вимкнені і не реагують на поточний рівень води у буферній ємності та на іншу логіку управління;

- «Виробництво» – при зниженні рівню в буферній ємності до уставки «Min» вмикається обладнання свердловин на заздалегідь задану продуктивність; при досягненні встановленої уставки «Max» обладнання свердловин вимикається; також додатково треба мати 2 уставки для аварійних рівнів: «AlarmMin» та «AlarmMax», при досягненні яких вмикається світло-звукова сигналізація та формується сповіщення про помилку у ПЗ оператора (SCADA-система);

- «Адаптивне виробництво» - відрізняється від підпрограми «Виробництво» тим, що є проміжна уставка для підтримання рівню в ємності через ПД регулятор та вплив на частотні перетворювачі свердловин;

- «Режим прокачування» – ця режим використовується у зимовий період, коли виробництво зупинене для захисту від замерзання трубопроводу та труб в прямку свердловин; працює він наступним чином, прокачка по таймеру (1 раз на 3 година на 5 хв.) та паралельно контроль температури води датчиком, установленим в каптажі свердловини.

Для реалізації рівня операторського управління пропонується використати промислову SCADA-систему «Movicon 11». Ця система організована на базі Server та Client PC, Client APP.

Висновок

В ході виконання проектних робіт згідно з поставленою метою був проаналізований технічний процес свердловинного видобутку води, що автоматизується, зроблений огляд та аналіз аналогічних технічних рішень систем автоматизації, що дало змогу обґрунтувати вибір оптимальної узагальненої структури нової системи автоматизації свердловинного водозабору для ПП «ВФ Панда» (м. Вінниця). Всі отримані результати будуть використані для подальшого проектування технічної та програмної частин нової системи автоматизації в рамках магістерської кваліфікаційної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пупена О. М. Практичні рекомендації до реалізації елементів стандарту IEC 61512 в програмному забезпеченні систем керування/ О. М. Пупена, Р. М. Міркевич, О. М. Клименко. - К: АППАУ, ТК 185 "Промислова автоматизація", 2020. - 46 с.
2. Пупена О., Клименко О., Шишак А., Міркевич Р. Інтегрування систем керування підприємством та виробництвом. Сучасний стан та стандарти. - К.: АППАУ, 2019. - 52 с. [Електронний ресурс]. URL: www.tk185.appau.org.ua.
3. Пупена О.М., Клименко О.М., Міркевич Р.М. Принципи функціонування систем керування основним виробництвом через призму стандарту IEC-62264: Електронний навчальний посібник [Електронний ресурс]. URL: <https://tk185.appau.org.ua/62264/case-study-iec-62264/momguide/>.
4. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI: Навч. По-сіб. - Київ: "Ліра-К", 2020.
5. Призначення, структура і основні функції SCADA - систем [Електронний ресурс]. URL: <http://www.votum.if.ua/uk/publications/scada.htm>.
6. Системи візуалізації. SCADA-системи [Електронний ресурс]. URL: <http://www.svaltera.zp.ua/?inc=prod/scada/>.
7. Приватне підприємство «Виробнича фірма «Панда». Виробництво безалкогольних напоїв та питної води ТМ «Караван» [Електронний ресурс]. URL: <https://karavan.net.ua/#main>.

Штеня Ігор Миколайович - студент групи ІАКІТ-23м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ihor.shten@gmail.com;

Папінов Володимир Миколайович - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vnpapinov@gmail.com;

Shtan Igor M. - student of group ІАКІТ-23m, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ihor.shten@gmail.com

Papinov Volodymyr M. - PhD in Engineering, Professor of the Department of AIT, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vnpapinov@gmail.com;