КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЦЕМЕНТУ

Теряєв В.І., к.т.н., доц., Семенов О.І., студент
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Цементне виробництво є основою будівельної галузі України. На даний час Україна займає п'яте місце в світі по обсягах виробництва цементу, при цьому її цементна галузь нараховує біля десяти великих діючих підприємств.

Виробництво цементу - процес енергоємний, трудомісткий і дорогий, тому автоматизація будь-якого етапу технологічного процесу виробництва цементу є важливою актуальною задачею.

Мета роботи. Підвищення продуктивності лінії виробництва цементу на основі комплексної автоматизації технологічного процесу. Основними науково-технічними завданнями є розробка програмного забезпечення автоматичної роботи системи та можливості віддаленого моніторингу параметрів у будь який час з будь якого мікропроцесорного пристрою (телефон, ноутбук, планшет тощо).

Матеріали і результати досліджень. Технологічній процес виробництва цементу (рисунок 1) починається з дроблення сировини. Вапняк загружають в роторну дробарку. Основна деталь дробарки - масивний ротор з жорстко закріпленими в ньому змінними лопатями. Частота обертання ротора в залежності від крупності шматків породи і необхідного ступеня подрібнення матеріалу становить 3-20 об/хв. Шматки матеріалу відкидаються лопатями ротора у напрямку його обертання і, вдаряючись об відбійні плити і нерухомі колосники решіток, руйнуються. Подрібнений продукт провалюється через колосникові решітки і випадає з дробарки на стрічковий конвеєр, який доставляє подрібнену сировину у бункер на складі сировини.

Для дроблення глини застосовується двохроторна дробарка з одночасною сушкою. Матеріал вологістю до 26% надходить через завантажувальний отвір, обладнаний герметичним затвором, і підсушується в процесі дроблення гарячими газами, які проходять через дробарку. Температура сушіння контролюється датчиком температури TR. Подрібнений матеріал, висушений до заданої вологості (що не перевищує 2%), вивантажується через спеціальні розвантажувальні пристрої.

Транспортування подробленої глини на склад сировини здійснюється стрічковим конвеєром, який вивантажує подрібнений матеріал в накопичувальний бункер. Подрібнені глина і вапняк зберігаються в окремих бункерах. Бункери обладнані тензодатчиками WI, які контролюють рівень наповнення. Інформація з них необхідна для моніторингу кількості речовин, яка на даний момент знаходяться на складі сировини.

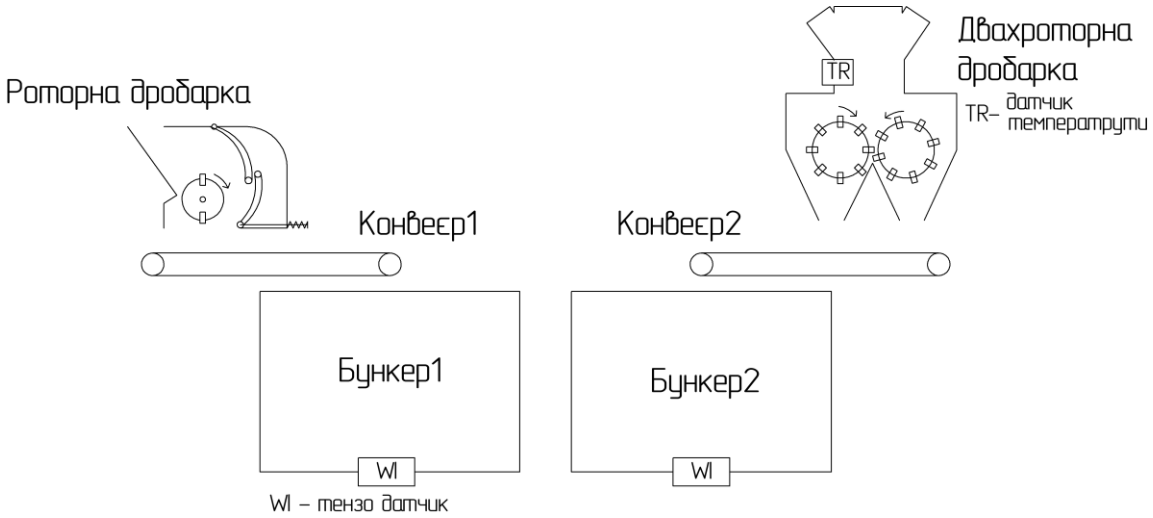


Рисунок 1 – Функціональна схема дроблення сировини

Автоматизація технологічного процесу передбачає керування виробництвом або його складовими без безпосередньої участі людей [1]. Для автоматизації процесу виробництва цементу застосовано програмований логічний контролер (ПЛК) виробника Delta Electronics серії Delta DVP-EX200R. Дана серія включає центральні процесорні модулі (MPU) з кількістю точок введення/виведення від 16 до 60, модулі розширення дискретних входів/виходів (I/O) з кількістю точок від 8 до 32, а також модулі аналогового вводу/виводу і вимірювання температури. Максимальна кількість входів/виходів, включаючи модулі MPU і I/O, становить 256 точок. Контролери типу EX2 підтримують велику кількість прикладних інструкцій, мають достатню для поставленої задачі швидкість роботи і опитування модулів розширення [2].

Контролер Delta Electronics DVP20EX2R має три комунікаційних порти (COM1, COM2, COM3) що дозволяє ПЛК «спілкуватися» з іншими пристроями. Зазвичай перший комунікаційний порт COM1 використовується для зв’язку в персональним комп’ютером по інтерфейсу RS-232, для завантаження, або вивантаження програми. Другий та третій комунікаційні порті (COM2, COM3) використані для зв’язку в панеллю оператора та виконуючими пристроями (перетворювачі частота, сервоприводи, тощо).

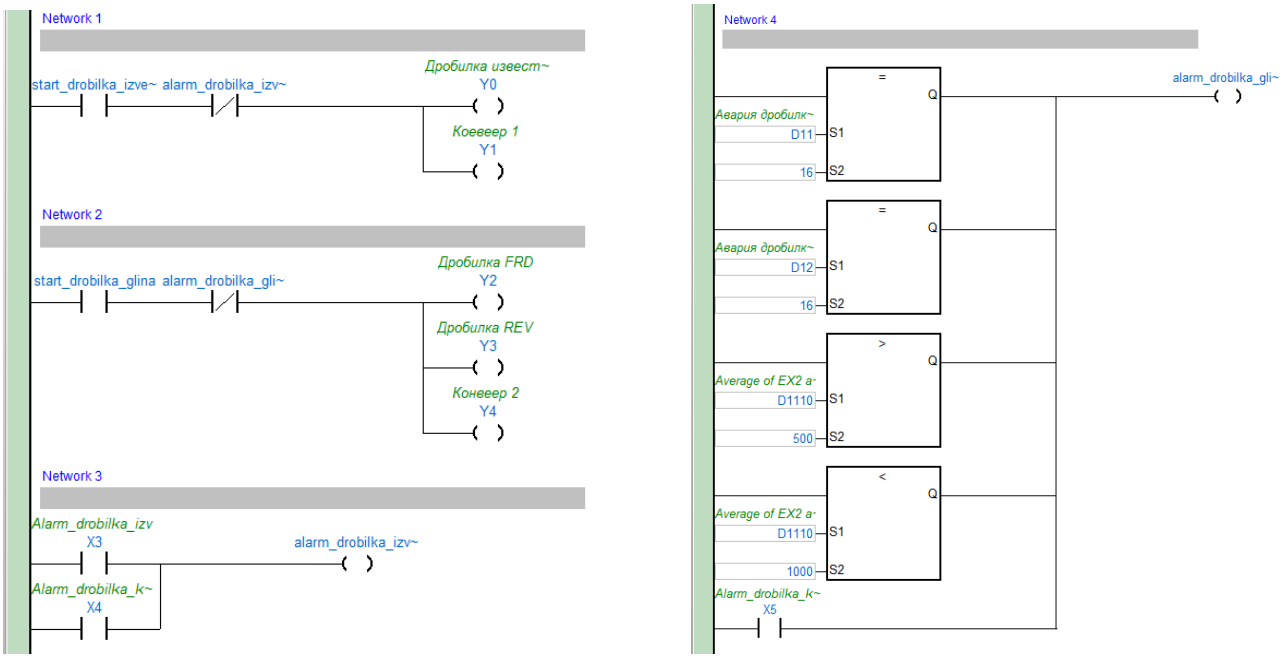
В даній технологічній схемі роторна дробарка вмикається окремо для дроблення вапняка, а двохроторна дробарка - для дроблення глини. Тому для них використовуються різні джерела живлення. Для регулювання швидкості кожного з роторів двохроторної дробарки використано індивідуальні перетворювачі частоти Viechi AC70. Двохроторна дробарка повинна одночасно з помелом забезпечити сушку глини. Для контролю температури сушильних газів використано датчик температури.

Для керування дробарками та конвеєрами використовуються наступні логічні сигнали, представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

X0 – сигнал з тумблера (вкл/викл дробарки вапняку); X2 – сигнал з тумблера (вкл/викл дробарки глини); X3 – аварійний сигнал дробарки вапняку; X4 – аварійний сигнал конвеєра 1; X5 – аварійний сигнал конвеєра 2; Y0 – дробарка вапняку;	Y1 – конвеєр 1; Y2 – дробарка глини (вперед). Y3 – дробарка глини (назад); Y4 - конвеєр 2; D11 - стан ПЧ дробарки глини (вперед); D12 - стан ПЧ дробарки глини (назад); D1110 – сигнал датчика температури; D1111 – сигнал тензодатчика бункера 1.

Логічні схеми керування електроприводами дробарок і конвеєрів, а також аварійної сигналізації наведені на рисунку 2. На рис. 2,а представлено схему включення та відключення відповіднх електроприводів вхідними логічними сигналами $Y_0 – Y_4$, реалізовану на елементах І; на рис 2,б показана схема аварійної сигналізації на тригерах Q.



а) б)

Рисунок 2 – Логічні схеми керування електроприводами дробарок

Візуалізація технологічного процесу – це спосіб відображення інформації про стан технологічного обладнання і параметри виробництва на моніторі комп'ютера або операторської панелі в системі автоматичного управління в промисловості, який передбачає також графічні способи управління технологічним процесом.

Для візуалізації даного технологічного процесу використовується панель одноплатного комп’ютера RaspberryPi. Безпосереднє створення візуального інтерфейсу та прийому-передачі даних між ПЛК та комп’ютером здійснено на

основі програми Node-RED, представленої на рисунку 3, яка ілюструє функціональний зв’язок між функціональними блоками візуалізації.

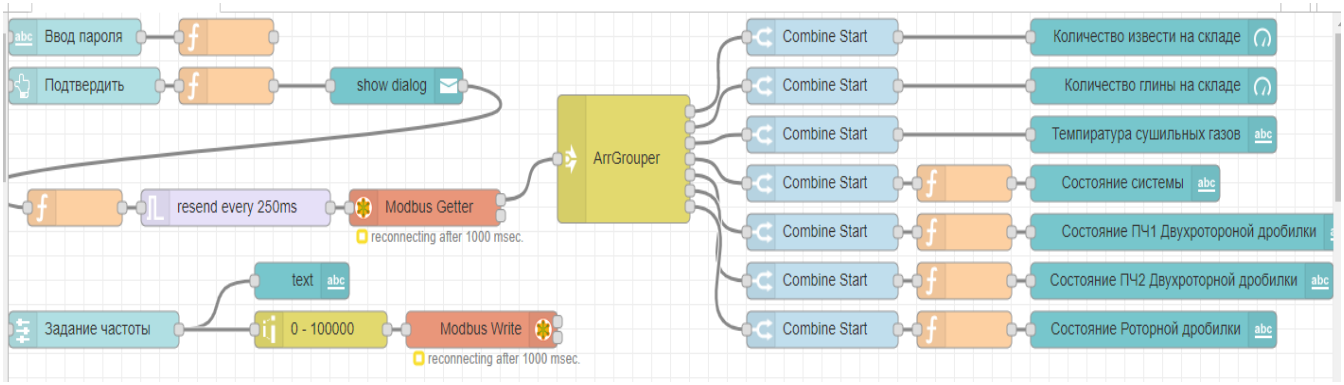


Рис. 3 – Візуальний інтерфейс програм Node-RED

Отримані з датчиків рівня, температури та стану обладнання дані перетворюються з формату масиву в одиночне повідомлення за допомогою зв’язки блоків ArrGrouper, Combine Start, після чого їх можна побачити на екрані пристрою виводу інформації. Блок «Modbus Whrite» здійснює запис інформації в регістр пам’яті контролера про частоту, з якою будуть обертатися електродвигуни двохроторної дробарки.

Обмін даними реалізовано по інтерфейсу RS-485 та протоколу MODBUS. В даній програмі блок «Modbus Getter» здійснює зчитування 7-ми послідовних регістрів ПЛК кожні 250 мс. В цих регістрах зберігається інформація про: кількість вапняку та глини на складі; температуру сушильних газів; загальний стан системи; стан перетворювачі частоти дробарок та ін. Для отримання доступу до даних необхідно ввести пароль; після підтвердження входу почнеться процес прийому-передачі даних між ПЛК та комп’ютером RaspberryPi. Візуальний інтерфейс програми зображено на рисунку 4.

Завдяки цьому екрану є можливість отримувати візуальну інформацію про наявність і кількість сировини в режимі реального часу, а також та задавати та контролювати швидкість обертання роторів двохроторної дробарки.

Рисунок 4 – Візуальний інтерфейс дроблення сировини

Висновки. З метою комплексної автоматизації виробництва цементу сформульовано задачі автоматизації та візуалізації. Проаналізовано роботу автоматизованої лінії по виробництву цементних сумішей. Розроблено логічні схеми керування електроприводами дробарок і конвеєрів. Описано та продемонстровано процес візуалізації технологічного процесу у вигляді людино-машинного інтерфейсу.

Отримані результати підтверджують доцільність використання комплексного підходу до вирішення задач автоматизації та моніторингу технологічних процесів.

Перелік посилань

1. Ковальчук О.В. Застосування різних методів синтезу для складних програм для логічних програмованих контролерів / О.В.Ковальчук, С.О.Бур'ян // Інформаційний збірник Промелектро «Промислова електроніка та електротехніка». – Випуск №4. – 2010. – С. 51–53.

2. Програмовані логічні контролери DVP-EX2. Руководство з експлуатації. URL: http://www.deltronics.ru/images/manual/DVP-ES2-EX2_manual_rus.pdf