

УДК 681.513.2

Рязанцев О.І., Кардашук В.С., Бортник К.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ЖЕЛАТИНУ

Рязанцев О.І., Кардашук В.С., Бортник К. Система автоматизації керування технологічним процесом виробництва желатину. Розглянуто модернізовану систему автоматизації керування виробництва желатину. Проведена декомпозиція технологічного процесу та визначений перелік вхідних та вихідних сигналів. Запропоновані програмно-апаратні засоби реалізації системи керування. Для розроблення програмного забезпечення використано бібліотеку алгоритмічних елементів, що описують елементи керування. Наведені переваги використання модернізованої системи.

Ключові слова: система керування, програмно-логічний контролер, графічний інтерфейс.

Рязанцев А.И., Кардашук В.С., Бортник К. Система автоматизации управления технологическим процессом производства желатина.

Рассмотрена модернизированная система автоматизации управления производства желатина. Проведена декомпозиция технологического процесса и определен перечень входных и выходных сигналов. Предложены программно-аппаратные средства реализации системы управления. Для разработки программного обеспечения использовано библиотеку алгоритмических элементов, которые описывают элементы управления. Наведены преимущества использования модернизированной системы.

Ключевые слова: система управления, программно-логический контролер, графический интерфейс.

Ryazantsev A.I., Kardashuk V.S., Bortnik K. The automation system of process control the production of gelatine.

We consider the modernized system automation of the production of gelatine. Spend the decomposition process and a list of input and output signals. Proposed software and hardware implementation of the control system. For software development use the library of algorithmic elements that describe the controls. Hover advantages of modernized system.

Keywords: System management, software and program logic controller, graphical interface.

Актуальність проблеми. Ріст промислового виробництва, технічна модернізація технологічних процесів (ТП) супроводжується вирішенням питань пов'язаних з впровадження у виробництво новітніх апаратних засобів систем автоматизації керування (САК) на базі сучасних програмно-логічних контролерів (ПЛК). Робота з модернізації САК ТП виробництва желатину проводилася в рамках науково-технічної програми співпраці між кафедрою комп'ютерної інженерії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля та науково-виробничим підприємством «Уніконт» (м. Северодонецьк), що займається розробкою і впровадженням ПЛК і робочих станцій (РС) для інформаційних систем та САК ТП різноманітного призначення [1].

Аналіз досліджень об'єкта керування. За результатами дослідження виконана декомпозиція об'єкту керування, для розроблення програмного забезпечення системи визначений перелік вхідних та вихідних сигналів, визначені функції системи. Кількість аналогових сигналів від об'єкту керування – 49. Кількість вихідних дискретних сигналів – 24. САК забезпечує автоматичне програмне керування ТП. Кількість вихідних інформаційних сигналів стану, що відображаються на інформаційному пульті оператора-технолога – 31.

Рішення задачі. Модернізована САК ТП виробництва желатину створена на діючому виробництві в рамках технічної модернізації об'єкта керування та виконує інформаційні та керуючі функції. Рішенням даної проблеми, згідно аналізу стану об'єкту керування, є використання ПЛК Уніконт-743/1 на базі процесорного модуля Advantech PCA-657F з необхідним набором модулів. Схему взаємодії компонентів системи та склад її основних модулів наведено на рис. 1.

САК ТП виробництва желатину є програмно-технічним комплексом, який складається з технічних засобів та програмного забезпечення і забезпечує автоматизацію керування та контроль стану вихідних параметрів (температури, стану кранів, концентрацію речовини та ін.). Керування процесом на нижньому рівні здійснюється за допомогою ПЛК з необхідним набором апаратних та програмних модулів, який забезпечує збір, первинну обробку інформації, видачу сигналів керування.



Рис. 1. Структура системи автоматизації керування

Перелік та характеристика модулів ПЛК наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Перелік модулів ПЛК

Назва	Опис та характеристика модуля
БПр PCA-657F	Блок процесорний Advantech PCA-657F.
АЦП-60	Аналогово-цифровий перетворювач. Кількість каналів – 60.
МН-12	Модуль нормалізації. Кількість каналів – 12.
МНТП/ТО-8	Модуль нормалізації термopара/термоопір. Кількість каналів – 8.
МВДС-64КО	Модуль введення дискретних сигналів з контролем обриву лінії. Кількість каналів – 64.
МФДС-64	Модуль формування дискретних сигналів. Кількість каналів – 64.

Діючі контури контролю та виконавчі пристрої розташовані безпосередньо на місці розташування об'єкту керування. Для забезпечення централізованого контролю за станом параметрів технологічного процесу, виміром, відображенням, реєстрацією, сигналізацією відхилень параметрів і показників стану обладнання, а також функцій програмного і безпосереднього управління ТП, передбачається застосування ПЛК у промисловому виконанні IP54.

ПЛК здійснює введення технологічних параметрів і реалізацію керуючих впливів на виконавчі механізми котла згідно алгоритму керування. Крім того, за допомогою вбудованого пульта в ПЛК є можливість керувати ТП обслуговуючим персоналом за місцем розташування котла, що підвищує надійність функціонування системи в цілому.

Система дозволяє представляти інформацію технологу або начальникові цеху про стан технологічного об'єкта, формування звіту подій на об'єкті, зберіганні інформації, контроль роботи обслуговуючого персоналу та є відкритою для зв'язку по локальній мережі Ethernet (RS-485) підприємства з подальшими об'єднанням в мережу з іншими відділеннями желатинового цеху.

САК ТП забезпечує традиційні для систем такого роду функції:

1. Автоматичний контроль, керування та візуалізацію з використанням графічного інтерфейсу.
2. Автоматичний контроль стану модулів системи та виконавчих механізмів (датчики, крани).
3. Підвищення якісних показників ведення процесу за рахунок збільшення оперативності і точності вимірів, контроль дій оператора-технолога.
4. Ведення архіву процесу, стану системи та дій технологічного персоналу.

5. Діагностику ПЛК, облік аварійних та попереджувальних повідомлень системи з реєстрацією відповідних дій персоналу та ряд ін.

Основним інструментом технолога-оператора при роботі є система відображення, в якій відображаються результати роботи і переключення між контурами керування (контур нагріву котла, кранів подачі реагентів та ін.).

Для реалізації функцій керування в системі відображення екран оператора розділений на технологічні зони у відповідності з функціональним призначення. Система відображення на робочій станції дозволяє здійснювати переключення між вікнами мнемосхем та контролювати стан ТП та проводити діагностику модулів ПЛК. Перегляд даних здійснюється за допомогою закладок та написів на технологічній схемі. Для розробки системи відображення використано Photon Application Builder (PhAB) фірми QSSL. Цифровий ПІД-регулятор температури має паспорт в якому відображені діючі значення коефіцієнтів настроювання. Фрагмент мнемосхеми ТП представлено на рис. 2.

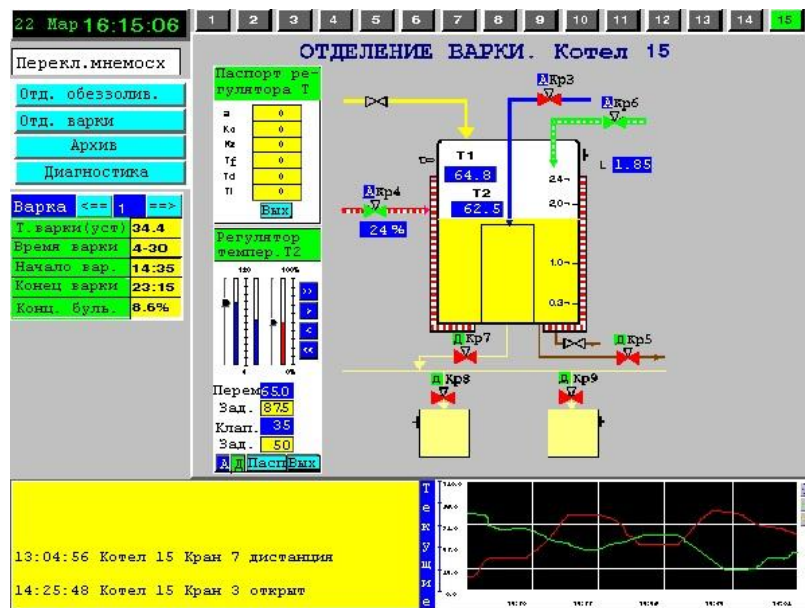


Рис. 2. Фрагмент мнемосхеми технологічного процесу

При розробленні програмного забезпечення використана бібліотека алгоритмічних модулів, що описує функції кожного з апаратних модулів ПЛК.

Таблиця 2

Склад програмних модулів ПЛК

Позначення	Характеристика
ASPIN	Модуль ініціалізації АЦП.
ASPID	Модуль АЦП з діагностикою.
ASPIL	Модуль перетворення цифрового коду в фізичну величину.
RAS16	Модуль розпаковки 16-розрядний.
S_FILTER	Модуль фільтрації аналогового сигналу.
MVDCK	Модуль МВДС з діагностикою.
MFDSZD	Модуль формування стану дискретних каналів та діагностики його працездатності.
RPID	Модуль ПІД-регулювання.

Збір інформації з датчиків, керування виконавчими пристроями здійснюється з використанням модулів зв'язку з об'єктом [2]. Зв'язок з датчиками здійснюється через модуль МНТП/ТО за допомогою стандартних рівнів сигналів. Попереднє з'єднання з МНТП/ТО, при подальшій подачі сигналів на АЦП, забезпечує якісний прийом сигналів в умовах промислових

перешкод. Виходи датчиків подаються до блоку МНТП/ГО, де проводиться нормалізація сигналів, а потім в блок АЦП для перетворення аналогового значення сигналів в цифровий код.

Програмний елемент обробки аналогового сигналу ASPIL (рис. 3, табл. 3-4) забезпечує прийом цифрового коду з виходу модуля АЦП, що відповідає значенню напруги, перетворення його в фізичну величину та діагностику модулю.

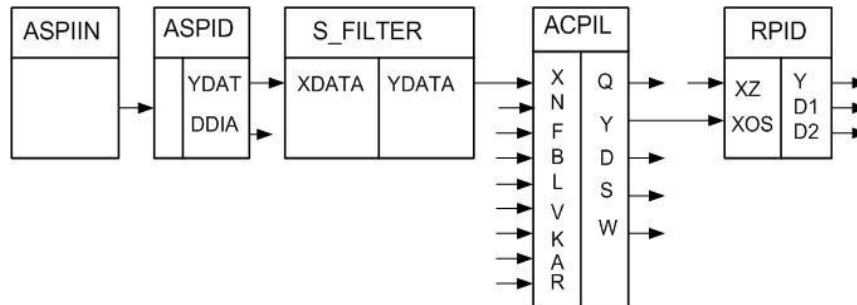


Рис. 3. Прийом аналогового сигналу та видача керування

Таблиця 3

Вхідні параметри елемента обробки аналогового сигналу ACPIL

Позн.	Вид сигналу	Призначення
X	Аналоговий (int)	Код в діапазоні 0-4096, що вводиться з АЦП (12 розрядів).
N	Дискретний	Признак: датчик включений/виключений (0/1).
F	Аналоговий (int)	Параметр фільтру (0,3 – 1).
H	Аналоговий (int)	Нижня границя достовірності (в одиницях виміру фізичної величини).
B	Аналоговий (int)	Верхня границя достовірності (в одиницях виміру фізичної величини), $B > H$.
L	Аналоговий (int)	Нижня уставка сигналу попередження (в одиницях виміру фізичної величини), $L \geq H$.
V	Аналоговий (int)	Верхня уставка сигналу попередження (в одиницях виміру фізичної величини), $V \leq B$.
K	Аналоговий (int)	Умова видачі значення в мережу, $K > 0,1 \%$.
A	Аналоговий (int)	Мінімум діапазону виміру (в одиницях виміру фізичної величини).
R	Аналоговий (int)	Максимум діапазону виміру (в одиницях виміру фізичної величини), $R > A$.

Таблиця 4

Вихідні параметри елемента обробки аналогового сигналу ACPIL

Позн.	Вид сигналу	Призначення
Q	Аналоговий (int)	Значення параметру для видачі в мережу.
Y	Аналоговий (int)	Виміряне значення параметру.
D	Дискретний	Признак: 1 – датчик виключений або порушена одна з технологічних границь.
S	Дискретний	Признак: 1 – значення параметру менше або дорівнює мінімуму уставки сигналізації ($Y \leq L$).
W	Дискретний	Признак: 1 – значення параметру більше або дорівнює максимуму уставки сигналізації ($Y \geq L$).

Прийнятий з АЦП цифровий код перевіряється на допустимість та розраховується по формулі:

$$z = F \cdot x + (1 - F) \cdot G, \quad (1)$$

де x - значення коду після фільтру в діапазоні 0-4096, що вводиться з АЦП (12 розрядів);
 F - параметр фільтру (0,3 – 1);
 G - значення параметру після фільтру попереднього кроку (початкове значення $G=1000$).

Розрахунок значення в одиницях параметру виміру:

$$Y = A + (R - A) \cdot \frac{z}{4096}, \quad (2)$$

де R - максимум діапазону виміру (в одиницях виміру фізичної величини), 10В;
 A - мінімум діапазону виміру (в одиницях виміру фізичної величини), 0В.

При розходженні сигналу від датчика та завдання ПІД-регулятора виробляється вплив на відповідний кран об'єкта керування [3].

Модуль MVDSK забезпечує введення стану дискретних сигналів від виконавчих пристроїв та їх діагностику. Елемент RAS16 забезпечує перетворення вхідної аналогової інформації в n -розрядний позиційний код.

При прийомі дискретних сигналів вхідний сигнал представляється виразом:

$$X = X_{n-1} * 2^{n-1} + X_{n-2} * 2^{n-2} + \dots + X_0 * 2^0, \quad (3)$$

де n - кількість розрядів (1-16); $X_i \in \{0,1\}$.

Специфіка визначення середніх і сумарних значень в задачах керування обумовлена дискретним характером вхідної інформації. З цією метою в ланцюжку прийому аналогового сигналу запропоновано використати програмний модуль S_FILTER та алгоритм фільтрації аналогового сигналу, який забезпечує обчислення середнього значення останніх n -значень. Перед початком роботи значення кількості вимірів n заноситься як параметр налаштування.

Програмне забезпечення реалізоване на мові програмування Watcom C++ з застосуванням Photon microGUI. ПЛК та РС функціонують під керуванням операційної системи реального часу QNX v.4.25. САК ТП – одна з традиційних областей застосування сімейства операційної системи QNX, а використання інтернет-технологій на сучасному етапі для віддаленого моніторингу та керування ТП є доповненням керування на нижньому рівні.

Зв'язок між ПЛК та робочою станцією здійснюється за допомогою мережевого інтерфейсу Ethernet (RS-485).

Програмна реалізація системи забезпечує:

1. Функціонування та реакцію системи на подію з тактом роботи 200 мс.
2. Регулювання температури по закону ПІД-регулювання, динамічне налаштування коефіцієнтів системи.
3. Видачу керуючих впливів 24 В в такті не більше 200 мс для виконавчих механізмів.
4. Передачу оперативної інформації по мережі Ethernet (RS-485) на робочу станцію для підсистеми відображення трендів, архівів, підсистеми діагностики стану модулів ПЛК та ряд ін.

Розроблене програмне забезпечення ПЛК та методи керування дозволили:

- реалізувати видачу керуючих впливів для виконавчих механізмів 24 В в такті не більше 200 мс з похибкою виміру параметрів 0,1 %;
- отримати до 30 % економії електроенергії та до 20 % витрати води та ряд інших переваг.

Висновки. Модернізована АСК ТП виробництва желатину дозволила використати сучасні засоби автоматизації ТП. Основні теоретичні положення і результати розроблення АСК ТП перевірялись з використанням програмних засобів на базі операційної системи реального часу QNX v.4.25 фірми QSSL (QNX Software System Ltd.), бібліотеки алгоритмічних модулів «Уніконт», мови програмування та транслятора Watcom C++, графічної оболонки Photon

microGUI, системи відображення Photon Application Builder фірми QSSL, SCADA-системи „Уніконт-М”, SCADA-системи „Кварц”, ПЛК Fastwell на базі процесора CPU686 фірми Octagon Systems.

1. Рязанцев О. І. Реалізація функцій керування на нижньому рівні в системі автоматизації керування процесом аерозольного нанокаталізу / О.І. Рязанцев, В.С. Кардашук // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – № 15 (186), ч. 2, 2012. – С. 170–175.
2. Рязанцев А.И. Экспериментальные исследования интегральных преобразователей напряжения и их применение в цепях гальванической развязки /Рязанцев А.И., Иванов А.Н., Кардашук В.С. // Проектирование радиоэлектронных и лазерных устройств и систем. ФГБОУВПО "Воронежский государственный технический университет". – Воронеж, 2013. – С. 106-116.
3. Кардашук В.С. Математична модель підсистеми керування температурою для процесу знешкодження відходів хлорорганічного синтезу / Кардашук В.С., Пономарчук О.В., Маринич М.В. // 1-а міжнародна науково-практична конференція «Теоретичні і прикладні аспекти комп'ютерних наук та інформаційних технологій» TACSIT-2015, 15-16 травня, м. Сєверодонецьк. – С. 21 – 24.