

# АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ВАПНЯКОВОГО МОЛОКА НА ЦУКРОВОМУ ЗАВОДІ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*В доповіді розглянуті основні напрями проектування автоматизованої системи управління технологічним процесом виробництва вапнякового молока на цукровому заводі. Система є частиною комплексної автоматизованої системи управління виробництвом..*

**Ключові слова:** проектування, автоматизована система управління, цукрове виробництво, вапнякове молоко, технологічний процес.

## **Abstract**

*The report examines the main directions of designing an automated control system for the production process of limestone milk at a sugar factory. The system is part of a comprehensive automated production management system.*

**Keywords:** design, automated control system, sugar production, limestone milk, technological process

## **Вступ**

Цукрова промисловість України переживає сьогодні не кращі свої часи: скорочення посівів цукрового буряка та низька його якість при мінімальній врожайності, високі ціни на енергоносії та зношене, морально застаріле обладнання ведуть до високої собівартості вітчизняного цукру [1]. Де ж вихід із такого становища? Безумовно, впровадження сучасних технологій вирощування буряка, заміну технологічного обладнання новим, як вітчизняним, так і закордонним, робити необхідно, і це вже робиться [2]. Але це вимагає значних капітальних вкладень і досить тривалого часу. Як покращити якість цукру та знизити його собівартість вже зараз та без значних капітальних вкладень?

Одне з рішень цієї задачі – впровадження систем автоматизації технологічних станцій цукрового виробництва та створення єдиної системи управління потоками цукрового виробництва та витратами його енергії [3]. Основою якісного управління технологічним процесом є контроль, а основою операції контролю – одержання точної інформації про хід технологічного процесу. Саме за результатами оцінки цієї інформації виробляються і здійснюються операції управління технологічним процесом.

В даній роботі і вирішуються саме ці питання стосовно до технологічного процесу виробництва вапнякового молока у вапняково-випалювальній печі цукрового заводу.

## **Результати дослідження**

Вапняково-випалювальна піч як об'єкт управління має деякі особливості [3, 4]. Одна з них полягає в тому, що безаварійна робота печі та забезпечення кількісних та якісних показників можливі лише при її стабільній продуктивності. За цією причиною піч не повинна "відчувати" коливань продуктивності станції сатурації. Так при суттєвому зниженні використання сатураційного газу та вапнякового молока з'являється їх надлишок. Надлишок газу треба викидати у атмосферу, а надлишкове вапно повинне відводитись на сторону. Крім того, можна встановлювати буферний бункер для випаленого вапна між піччю та вапняково-гасильним апаратом.

Інша особливість полягає в тому, що процес випалу вапняку характеризується великою тривалістю та інерційністю. Із-за цього ніякий керуючий вплив (зміна відношення "вапняк-вугілля" при завантаженні ківшу скіпового підіймача, зміна кількості сатураційного газу, що відводиться з печі, зміна темпу вивантаження випаленого вапна з печі) не дає швидкого результату по зміні характеристик процесу.

Найбільш складним з точки зору управління є процес дозування вапняку та вугілля до ківшу скіпового підіймача з наступним його підйомом і вивантаженням шихти в піч для її заповнення до

заданого рівня. Як вказувалось вище, рекомендоване співвідношення вапняку до вугілля при дозуванні складає приблизно 10:1, а більш точне значення встановлюється оператором в залежності від поточних характеристик вапняку та вугілля.

Складність управління процесом пояснюється тим, що в ньому задіяна велика кількість механізмів та пристроїв, що утруднюють роботу вручну. Саме з цієї причини технологічні операції дозування та завантаження шихти в піч намагаються максимально автоматизувати.

Технологічна схема дозування шихти та завантаження її в піч наведена на рис.1.

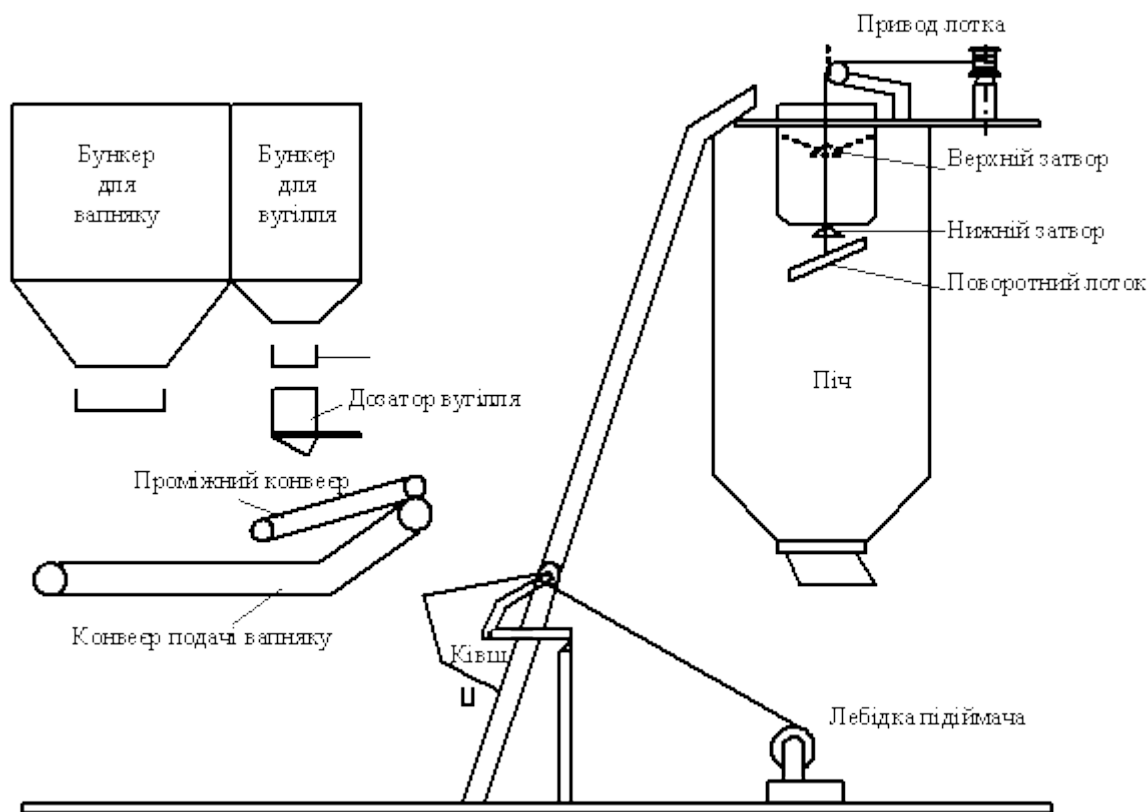


Рис. 1. Технологічна схема завантаження печі

Типова схема автоматизації вапняково-випалювальної печі, що розроблена у свій час Одеським інститутом "Цукропроматоматика", побудована на декількох контурах управління та регулювання основних параметрів технологічного процесу вапняково-випалювальної печі [5]:

- управління завантаженням шихти до ківшу;
- контролю рівня шихти в печі;
- управління скіповим підйомачем;
- вимірювання розрідження в верхній частині печі.

Проведений детальний аналіз контурів управління і регулювання типової схеми автоматизації дозволяє виявити її основні недоліки:

- застарілість засобів автоматизації;
- низька надійність застосованих приладів;
- великі похибки вимірювання параметрів на місці (на технологічному обладнанні) та передавання цієї інформації на щит оператора (на відстань до 400 – 500 м);
- слабка гнучкість системи управління, складність налагодження та переналагоджування системи;
- неефективність засобів відображення результатів контролю та управління, слабе інформаційне забезпечення оператора, невідповідність сучасним ергономічним вимогам;
- відсутність засобів автоматичного документування інформації;
- неможливість інтегрування в сучасні комп'ютерні системи управління виробництвом (відсутність інформаційної взаємодії з верхнім рівнем управління).

Виходячи саме з цих недоліків, з початку 90-х років минулого сторіччя стали розроблятися та активно впроваджуватися на цукрових заводах країн СНД більш ефективні мікропроцесорні та комп'ютеризовані системи управління. На даний момент їх кількість і якість значно зросли [5]. Загальна конфігурація цих систем, як правило, дворівнева. Внутрішній устрій систем відрізняється лише типами застосованих апаратних засобів автоматизації, а також їх системним, інструментальним та прикладним програмним забезпеченням.

При всіх їх перевагах вони зазвичай мають і суттєві недоліки, головним з яких є їх дорожнеча. Це пояснюється тим, що:

- в процесі розробки програмного забезпечення технологічних операторських станцій зазвичай використовуються технології розробки з застосуванням універсальних мов програмування, що вимагає використовувати висококваліфікованих програмістів з великою платнею;
- системи управління зазвичай пристосовані тільки для конкретного підприємства, а їх супроводження здійснюється не персоналом цього підприємства, а організацією-розробником, що різко здорожує супроводження систем в процесі її експлуатації;
- організація-розробник для реалізації процедур управління та регулювання в системі зазвичай використовує дорогі промислові контролери та вимірювальні пристрої відомих світових виробників, що також призводить до збільшення вартості супроводження систем для підприємства, де встановлена система (ремонт та заміна обладнання на нове і тільки такого ж типу виконується з залученням співробітників і ресурсів організації-розробника).

Крім того, ці системи не є відкритими у повному розумінні цього слова, тобто такими, що легко нарощуються власними силами підприємства, де вони встановлені і експлуатуються, шляхом інтегрування до них додаткових засобів автоматизації сторонніх виробників (у разі модернізації або розширення виробництва). Тому будь-яка модернізація системи на підприємстві знову неможлива без залучення організації-розробника, що знову веде до збільшення витрат підприємства у порівнянні з тим, що воно могло б робити модернізацію власними силами.

Виходячи з усіх перелічених недоліків існуючих систем, можна сформулювати основні напрямки подальшого проектування нової системи управління технологічним процесом виробництва вапнякового молока на операціях дозування та завантаження печі, яка б не мала всіх, або більшої частки, вказаних недоліків.

Основна ідея такого проектування полягає в тому, що технологічне обладнання залишається тим самим, що і в типовій схемі автоматизації, а замінюються лише вимірювальні та керуючі засоби автоматизації, причому останні реалізуються на основі сучасних програмно-апаратних засобів. Тобто мова йде про модернізацію існуючої системи управління з метою здешевлення кінцевого результату.

В першу чергу, це буде досягнуто завдяки використанню більш дешевого автоматизованого середовища проектування цієї системи (інструментальні засоби розробки), що не вимагатиме залучення праці висококваліфікованих програмістів, наприклад SCADA - пакету. Крім того, автоматизоване проектування різко скоротить терміни розробки системи, що теж сприятиме її здешевленню.

Застосування в системі високоефективних, але не дуже дорогих, програмно-апаратних засобів автоматизації виробництва фірм Кореї, Тайваню і т. д., не тільки знизить вартість системи, але і дозволить зменшити вартість та витрати часу на її ремонт, підвищить надійність системи в цілому та окремих її складових частин, покращить якість управління процесом завдяки більш ефективному аналізу інформації з технологічних датчиків.

Крім того, застосування сучасних датчиків та цифрових алгоритмів обробки їх сигналів дозволить різко підвищити точність управління технологічним процесом. Нова АСУ повинна бути відкритою системою, що дозволить у разі зміни параметрів технологічного процесу або алгоритмів управління ним спростити процес нарощування чи переналагоджування системи, так як її складові будуть взаємодіяти за стандартними уніфікованими сигналами та стандартами.

Систему будемо будувати за дворівневою розподіленою структурою. На нижньому рівні управління будуть розміщені засоби низової автоматики (датчики, виконавчі механізми, регулюючі органи) та пристрої зв'язку з об'єктом (модулі віддаленого введення/виведення фізичних сигналів та пристрої силової комутації для виконавчих механізмів регулюючих органів).

На верхньому рівні управління розміщуємо автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора на базі промислового комп'ютера, зв'язаного через промислову локальну мережу RS-485 з модулями введення/виведення нижнього рівня управління. АРМ буде організоване в середовищі промислової

SCADA - системи (виконується збирання та обробка даних, контроль та регулювання технологічних параметрів, їх архівація та відображення на екрані).

З усіх SCADA - пакетів, що зараз використовуються для розробки програмного забезпечення рівня АСУТП, найдешевшими є «Genie» виробництва тайванської фірми ADVANTECH та «Trace Mode» виробництва фірми «ADASTRA». Саме тому ці пакети закуплені ВНТУ для навчального процесу. Тому саме їх ми вибрали для подальшого порівнювального аналізу варіантів виконання проекту.

Функціональні можливості «Trace Mode» набагато ширші, ніж «Genie». Однак при виборі варіанту треба враховувати особливості технологічного процесу, що автоматизується. По-перше, він досить повільний (сталі часу процесів встановлення технологічних параметрів складає кілька секунд). По-друге, візуалізація процесу не вимагає відображення швидкоплинних складних подій, тобто можна застосувати і растрову графіку. По-третє, з урахуванням повільності процесу досить буде використовувати навіть “холодне” резервування на випадок виходу з ладу будь-якого апаратного засобу нижнього рівня. По-четверте, система управління не є складною (досить одного основного комп'ютера оператора), тому немає необхідності утворювати складні мережні структури (наприклад, досить і мережі RS-485).

З усього цього можна зробити висновок, що для проекрованої системи доцільно застосувати варіант хоча і з меншими функціональними можливостями, але більш дешевий – SCADA «Genie».

### Висновки

В результаті виконання даної роботи була розроблена загальна концепція вдосконалення існуючої автоматизованої системи управління технологічним процесом виробництва вапнякового молока на цукровому заводі, направлена на здешевлення проектного рішення за рахунок застосування автоматизованого проектування програмного забезпечення системи та раціонального вибору технічних засобів автоматизації. Намічені основні напрямки подальшого проектування автоматизованої системи управління.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цукрова промисловість України: стан, тенденції та перспективи розвитку. URL : <https://magazine.faaf.org.ua/cukrova-promislovist-ukraini-stan-tendencii-ta-perspektivi-rozvitku.html> (дата перегляду 19.03.24).
2. Віртуальна екскурсія Яреськівським цукровим заводом. URL : <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/tsukrovi-buryaky/novyny/vyrobnytstvo-tsukru-v-ukrayini-shlyah-buryakovoyi-nasinyu-do-solodkogo-krystalu/> (дата перегляду 19.03.24).
3. Автоматизація цукрових заводів. URL : <https://innovnnprom.com/galuzevi-rishennya/avtomatyzaciya-cukrovyyh-zavodiv> (дата перегляду 19.03.24).
4. Технологія цукрового виробництва. URL : <http://www.tsatu.edu.ua/tpzpsg/wp-content/uploads/sites/18/robocha-prohrama-z-dyscypliny-tehnolohija-cukrovoho-vyrobnytva.pdf> (дата перегляду 19.03.24).
5. Автоматизація вапняково-випалювальної печі. URL : [http://8ref.com/9/referat\\_93550.html](http://8ref.com/9/referat_93550.html) (дата перегляду 19.03.24).

**Тимчук Андрій Олександрович** - студент групи ІАКІТ-20б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [andriyy29.timchuk@gmail.com](mailto:andriyy29.timchuk@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](mailto:vnpapinov@gmail.com);

**Тимчук Андрій О.** – student of ІАКІТ-20b group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: [andriyy29.timchuk@gmail.com](mailto:andriyy29.timchuk@gmail.com);

**Papinov Volodymyr M.** - Ph. D., Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com).