

## ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ УНІВЕРСАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ АСКТП СУШКИ ЗЕРНА

Староверов Р. М., Піскаръов О. М., Тимчук С. О.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Описано принципи побудови універсальних комплексів та обґрунтована доцільність розробки і створення адаптивної автоматизованої системи керування технологічним процесом сушки зерна для досягнення якісно нового рівня в керуванні такими процесами.*

**Постановка проблеми.** Характерною рисою сучасного рівня автоматизації зерносушарок є: застосування схем керування тільки за непрямими показниками якості (наприклад температура зерна); розробка системи автоматизації для конкретного типу сушарки без можливої зміни технологічної схеми з метою підвищення продуктивності. Нині при сушці зерна в зерносушарках, проводиться контроль температури теплоносія — як вхідного, так і відпрацьованого, та контроль температури нагріву зерна (основний контрольований параметр). Регулювання процесу сушки зерна за даними параметрами проводиться оператором вручну і лише дозволяє уникнути нагріву зерна до аварійної температури. При даному підході продуктивність зерносушарки залежить від кваліфікації оператора. Таким чином, існує актуальна необхідність розробки універсальних систем і схем автоматизації з використанням блочних елементів, що серійно випускаються, та дозволяють шляхом нескладного перемпонування змінювати схему керування не лише однієї і тієї ж зерносушарки, але й цілого класу найбільш поширених типів зерносушарок з урахуванням можливих варіантів їх реконструкції.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Автоматизація контролю і керування процесом сушки забезпечує високу ефективність роботи зерносушарок і збереження необхідних якісних показників зерна [1]. В результаті автоматизації збільшується коефіцієнт використання зерносушарок, підвищується надійність їх роботи, зменшуються витрати палива та електроенергії, скорочується чисельність обслуговуючого персоналу.

На ринку зерносушальних комплексів присутні системи автоматичного керування процесом сушки зерна (фірм GSI, США) для сушарок шахтного типу, але і вони мають такі недоліки:

- система є статичною (відсутня можливість побудови реальної картини процесів, що відбуваються в шахті зерносушарки), а отже неможливо ввести корекцію параметрів, які впливають на процес сушки зерна;
- система ефективна тільки у разі, якщо на вхід зерносушарки поступає зерно однієї певної вологості. Якщо зерно при завантаженні в сушарку неоднорідне по вологості, то механізм регулювання системи виходить за межі встановлених параметрів (різко змінюються то в один, то в інший бік параметри температури теплоносія та швидкості руху зерна).

Найбільш раціональним рішенням проблеми є застосування напівавтоматичної системи керування процесом сушки. В цьому випадку оператор включа-

тиме сушарку, виводитиме процес на оптимальний режим та передаватиме керування автоматичці, яка і підтримуватиме процес в заданих рамках.

**Мета статті.** У даній статті ставитися за мету викласти сучасний стан та розвиток автоматизації процесів сушки зерна, а також розглянути принципи побудови універсальних комплексів.

**Основні матеріали досліджень.** Уніфікована система керування зерновими елеваторами складається з однотипових знеособлених блоків і дозволяє реалізувати схеми керування різними типами елеваторів, а також шахтними прямоочними і рециркуляційними зерносушарками. У такій системі пульт керування складається з окремих секцій, що мають осередки для розміщення блоків. Кількість секцій визначається технологічною схемою об'єкту, що автоматизується, і кількістю блоків, що підлягають використанню. При компоновці пультів керування елеваторами секції керування сушарками можуть входити в загальний пульт, утворюючи єдиний комплекс керування елеватором і сушарками [2].

Автоматизована система керування процесом сушки зерна повинна вирішувати наступні завдання:

- збір і відображення інформації (отримання на мнемосхемі в режимі реального часу повної інформації про технологічний процес і стан обладнання);
- дистанційне керування (можливість оперативного втручання з диспетчерського пункту в роботу обладнання об'єкту при виникненні нештатних ситуацій);
- автоматичне регулювання (контроль проходження команд управління і генерація сигналів тривоги при їх невиконанні);
- діагностування стану обладнання (можливість дистанційного налаштування і діагностики промислового логічного контролера).

Для досягнення універсальності блоків і можливості їх використання на підприємствах з різними технологічними схемами потрібно визначити їх структуру за основу. Це дозволить одні і ті ж блоки використовувати для керування об'єктами з різними технологічними схемами. Але для створення таких універсальних блоків необхідно заздалегідь провести ретельний аналіз усіх існуючих технологічних схем, а також врахувати тенденції розвитку техніки на найближче майбутнє.

Робота сушарки здійснюється в строгій послідовності певних режимів, наприклад, перший режим — заповнення, другий — замкнута рециркуляція, третій — сушка і так далі. Кількість режимів та їх характер залежать від типу сушарки, її технічного оснащення,

технологічної схеми і так далі. Послідовність режимів у кожному конкретному випадку задається схемою міжблочних з'єднань. Вибір машин, що підлягають запуску або зупинці в режимі, положення елементів налаштування і т. д., а також послідовність виконуваних операцій задаються системою автоматично. Оператор застосовує тільки перемикач режимів і кнопку виконання команд. Така система значно спрощує роботу оператора і виключає можливі помилки.

Проаналізувавши отримані дані про місцезнаходження шарів зерна певної вологості і використовуючи дані, що отримуються від потокових вимірників вологості, датчиків температури і рівня зерна в зерносушарці, значень температури і вологості навколишнього повітря, система керування визначає необхідні режими роботи теплогенератора, витяжних вентиляторів, вивантажного механізму, а також встановлює маршрут руху зерна [3]. Вона віддає перевагу у виборі параметрів сушки саме тому шару, у якого вологість ближче до заданої, і вибирає параметри режиму сушки з урахуванням технологічного процесу цієї культури і економічної вигоди. Крім того, система передбачає можливість роботи сушарки при вимкненій топці. Система автоматики передбачає також певну послідовність при запуску машин, що виключає неприпустимі перевантаження трансформаторної підстанції на пускових струмах і холості режими роботи машин. Блоки такої системи мають широкі можливості прив'язки їх до сушарок різного типу і можуть виконувати усі операції, пов'язані з керуванням сушаркою. Проте у кожному конкретному випадку на підставі аналізу технологічної схеми мають бути визначені точки контролю, режими керування, необхідна послідовність операцій і так далі. На підставі цього аналізу вибирають міжблочні з'єднання, які дозволяють реалізувати вибрану програму керування.

Одним з основних показників режиму сушки є температура зерна в різних зонах сушарки, яку можна регулювати зміною температури агенту сушки. Для пускових режимів також необхідне регулювання температури, але тільки з тією відмінністю, що гранично допустимі значення температури агенту сушки і зерна мають нижчі значення (можуть встановлюватися за допомогою пропорційних задатчиків, що враховують співвідношення між допустимими значеннями температур в режимі сушки і в налагоджувальному режимі).

Синхронна робота сушарок можлива лише при правильному заповненні її робочих зон зерном. Рівень зерна в зонах сушарки контролюють за показаннями датчиків рівня або за рахунок використання зливних пристроїв, що унеможливають перевищення критичного рівня.

Оснащення сушарки датчиками рівня є обов'язковою умовою її автоматизації. Тільки при надійній роботі цих датчиків можна контролювати процес сушки, своєчасно переходити з режиму на режим, уникати аварійних ситуацій і так далі.

У комплект уніфікованої системи керування зерновими елеваторами і складами входять стійки і блоки керування зерносушарками. Їх можна використати як самостійно, так і вбудувати в пульти керування елеваторами.

Стійки і блоки універсальні, тому їх можна використати для керування як рециркуляційними, так і шахтними сушарками різних типів. Блоки і стійки забезпечують керування усіма машинами і механізмами сушарок (норії, вентилятори, засувки, перекидні клапани), а також здійснюють необхідні блокування, керування топкою, контроль, сигналізацію і вимір основних технологічних параметрів (температура теплоносія і зерна, вологість і рівень зерна), що визначають технологічний процес. Крім того, схемою передбачено керування вентилятором піддування і паливним насосом.

Залежно від типу сушарки і технології сушки можлива різна кількість режимів, якому відповідає певна комбінація працюючих машин, положень перекидних клапанів, відкриття і закриття засувки і т. д. Позиції перемикача задаються так, щоб вибрані режими по своїй послідовності відповідали вимогам технологічного режиму сушки.

У усіх випадках набори блоків та їх схеми незмінні, змінюється тільки схема міжблочних з'єднань в програмному забезпеченні нижнього рівня і мнемосхема в програмному забезпеченні верхнього рівня на екрані АРМ оператора.

У програмному забезпеченні відображаються мнемосхема сушарки і елементи керування її механізмами, а так само поля введення для завдання уставок температури, вологості і продуктивності випускного пристрою. На умовному зображенні сушарки відображаються показники температурних датчиків, положення засувки, значення продуктивності випускного пристрою, стан датчиків рівня, зображення пальника з індикаторами фази роботи пальника і фази другого ступеня пальника, індикатори наявності тяги, перегрівання, готовності пальника до запуску, індикатор процесу запуску пальника.

Кожна позиція перемикача визначає пуск певних машин, який відбувається тільки після натиснення оператором пускової кнопки в місцевому або дистанційному режимі (на екрані операторського монітора).

Схеми блоків передбачають можливість керування різними машинами: норіями, транспортерами, вентиляторами, паливним насосом, декількома групами елементів налаштування (перекидними клапанами та засувками). Крім того, передбачається можливість регулювання подання палива, автоматичне закриття повітропроводів при пуску вентиляторів з подальшим відкриттям і регулювання підсосу холодного повітря.

Робота усіх машин, положення перекидних клапанів, засувки відображаються на мнемосхемі операторського монітора у вигляді різних елементів. Аварійні стани відображаються відповідними індикаторами на моніторі та включенням звукового сигналу.

Вологість зерна на виході з сушарки вимірюється вологоміром, який встановлюється на стійці. Відхилення вологості від заданих меж також відображається на моніторі та супроводжується звуковим сигналом.

Температура теплоносія і зерна вимірюється логометрами, що встановлюються на відповідному щиті, а відхилення температури вище за допустимі межі сигналізується зображенням по різних точках в кожній групі з одночасним поданням звукового сигналу.

Операторові при такому підході до рішення інтуїтивно зрозуміло, яким чином досягти необхідних результатів. Система вчасно попереджає про вихід контрольованих параметрів за встановлені значення у вигляді текстових і звукових повідомлень, а у разі виходу контрольованих параметрів за граничні значення самостійно зупиняє устаткування. Усі контрольовані параметри автоматично протоколюються у вигляді графіків і таблиць.

Системою передбачено виконання наступних блокувань:

- автоматичне закриття або неможливість відкриття живлячих засувки в наступних ситуаціях: переповнення місткості, куди поступає зерно; зупинку транспортних машин, на які поступає зерно; невідповідність установки перекидних клапанів;

- припинення (миттєве) подання палива в наступних ситуаціях: зупинка витяжних і припливних вентиляторів; загасання факела; падіння тиску в магістралі припливного вентилятора;

- припинення подання палива через заданий проміжок часу (задається оператором) в наступних ситуаціях: при перевищенні температури зерна в одній з контрольованих точок; відхиленні температури теплоносія від заданих меж на виході з сушарки.

- неможливість пуску машини з порушенням послідовності, визначеної технологією пуску сушарки (за винятком випадку переходу на місцеві елементи керування).

Пуск декількох машин одночасно (за винятком елементів налаштування) неможливий. Пуск здійснюється за двотактною схемою, наступна машина запускається тільки через 10...15 с. після запуску попередньої. Пуску машин передують попереджувальний сигнал за місцем (10...15 с).

Журнал аварій і дій оператора, а так само дані про температуру зберігаються на сервері, з можливістю отримання звітів за вибраний проміжок часу. Дані зберігаються у базі даних на сервері, доступ до них надається за допомогою WEB-інтерфейсу.

**Висновок.** Таким чином, переведення сушарок на автоматизоване керування дозволить підвищити якість сушки, скоротити витрату палива та електричної енергії. Проте це можливо тільки у тому випадку, якщо схеми керування сушарками відповідатимуть технологічним вимогам, будуть надійними, універсальними і досить простими у виготовленні, монтажі і обслуговуванні. Оскільки для сушки зерна використовуються різні типи сушарок, що відрізняються продуктивністю, технологічними схемами, використовуваним устаткуванням і режимами сушки, то і схеми керування ними різні. Проте виготовлення промисловою великою кількістю схем керування, різних пультів керування значно ускладнить виробництво, монтаж і їх експлуатацію. Тому нині найбільш доцільним є створення уніфікованих блокових систем керування, які можуть бути прив'язані до будь-якого типу сушарки. Інше важливе питання, яке має бути вирішене для успішного впровадження систем автоматизованого керування — розробка алгоритмів і технологічного регламенту процесу сушки.

Сучасна елементна база дозволяє створити автоматизовану систему керування технологічним проце-

сом, у якій всі функції контролю та керування будуть покладені на промисловий логічний контролер. Така система дозволить гнучко керувати технологічним процесом залежно від вологості та температури зерна, що надійшло на сушку, без зміни електричних і технологічних схем. При цьому більшість дій може бути запрограмована заздалегідь і виконуватися автоматично без участі людини.

## Список використаних джерел

1 Фурман І. О. Аналіз перспективних технологій автоматизації процесів очищення та сортування зерна / І. О. Фурман, О. М. Піскар'єв, Р. М. Староверов // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків: ХНТУСГ, 2005. – Вип. 37, т. 2. – С. 143 – 146.

2 Фурман І. О. Принципи побудови та промислового впровадження АСКТП елеваторних комплексів зберігання зерна / І. О. Фурман, С. С. Радченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 165. – С. 79 – 80.

3 Піскар'єв О. М. Застосування мікропроцесорної системи керування у нетрадиційній схемі очищення та сортування зерна / О. М. Піскар'єв, Р. М. Староверов // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків: ХНТУСГ, 2004. – Вип. 27, т. 2. – С. 163 – 166.

## Аннотація

### ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ АСУТП СУШКИ ЗЕРНА

Староверов Р. Н., Пискарев А. Н., Тимчук С. А.

*Описаны принципы построения универсальных комплексов и обоснована целесообразность разработки и создания адаптивной автоматизированной системы управления технологическим процессом сушки зерна для достижения качественно нового уровня в управлении такими процессами.*

## Abstract

### PRINCIPLE OF CONSTRUCTION UNIVERSAL COMPLEXES THE PCS OF GRAIN DRYING PLANTS

R. Staroverov, A. Piskarev, S. Tymchuk

*It is described principles of construction of universal complexes and reasonable expediency of development and creation of adaptive CAS of technological process control of drying of grain for an achievement quality of new level in a management such processes.*