

УДК 631.363

**М.Корчемний¹, докт.техн.наук; В.Федорейко¹, канд.техн.наук;
Є.Гаран²**

¹ Тернопільський державний педагогічний університет імені В.Гнатюка

² Посольство Італії в Україні

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОСУМІШІ ШЛЯХОМ ЗВ'ЯЗНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ДОЗАТОРІВ

Виконано аналіз спектральних характеристик потоків, що формуються дозаторами потокової технологічної лінії приготування кормосумішей. Подано шляхи підвищення якості кормосуміші шляхом зв'язного автоматичного регулювання компонентів.

Умовні позначення

$i = 1, 2, 3, \dots, k$ - номер компонента;

k - кількість компонентів;

x_i - продуктивність подання i -го компонента, кг·с⁻¹;

ρ_c - маса суміші, кг·м⁻³;

v_{ϕ} - об'єм фактичного перемішування змішувача безперервної дії, м³;

Δt - тривалість змішування компонентів, с;

ϵ_i - середньоквадратичне відхилення нагромадженої маси для дозатора i -го компонента за інтервал часу Δt , кг;

δ_i - допускове за зоотехнічними вимогами відхилення маси i -го компонента у потоці готової суміші у відн.од.;

t_{α} - рівень значущості (для ймовірності (0,95 $t_{\alpha}=1,96$);

$\omega_{кр}$ - критична частота, що визначається характеристикою змішувача;

$W_i(j\omega)$ - АФХ САР продуктивності i -го дозатора за помилкою.

Одним із способів підвищення ефективності кормів є їх використання у вигляді сумішей. Як свідчать зоотехнічні дослідження, використання кормових сумішей дозволяє збалансувати раціони за основними споживними речовинами, підвищити ефективність використання кормів та знизити їх питомі витрати на 15...20% [1].

У відомих кормоцехах кормові суміші готуються за однією з трьох основних технологічних схем:

- компоненти кормової суміші після відповідної обробки (подрібнення, вологотермічної та хімічної обробки, ущільнення) дозують для змішування;
- заздалегідь підготовлені компоненти дозують разом з тими, що потребують додаткової обробки, та змішують під час подрібнення;
- дозують компоненти, що потребують обробки, змішують під час подрібнення та додатково дозують подачу не подрібнених компонентів.

Виконання цих операцій у кормоцехах реалізовується на відповідних технологічних лініях (Рис.1).

Використання кормоцехів неперервної дії прискорює процес кормоприготування і зменшує експлуатаційні витрати на 35...40% порівнянно з кормоцехом порційної дії еквівалентної продуктивності. З іншого боку, підвищення темпів виробничого процесу при поточній технології збільшує швидкість зміни параметрів роботи технологічного процесу і вимагає повної автоматизації процесу кормоприготування.

| Приймання і нагромадження кормів | Обробка | Дозування | Транспортування | Змішування | Видача готової суміші |
|----------------------------------|---------|-----------|-----------------|------------|-----------------------|
|----------------------------------|---------|-----------|-----------------|------------|-----------------------|

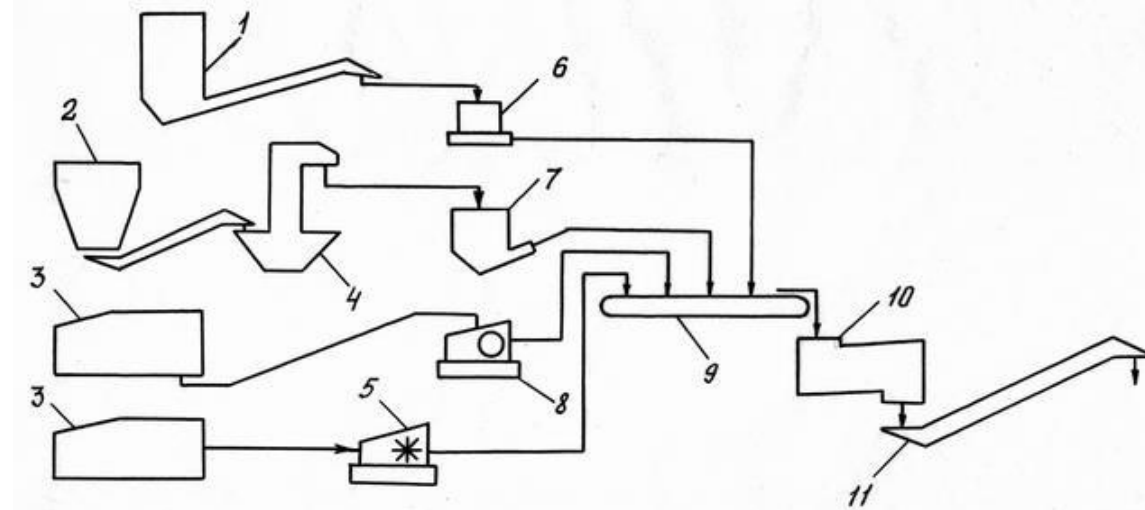


Рис. 1. Технологічна схема кормоцеху неперервної дії [1]:

1 - бункер-живильник зернових, концкормів, БВД, МД; 2 - нагромаджувач коренебульбоплодів; 3 - живильник-дозатор стеблових кормів; 4 - мийня-подрібнювач коренебульбоплодів; 5 – подрібнювач стеблових кормів; 6 - дозатор зернових, концкормів, БВД і МД; 7 - дозатор коренебульбоплодів; 8 - подрібнювач стеблових кормів; 9- збірний транспортер; 10- змішувач або подрібнювач-змішувач; 11- вивантажувальний транспортер.

На сьогодні більшість кормоцехів, що використовуються на тваринницьких фермах, має лише прості системи дистанційного керування з елементами блокування. Операції контролю і керування виконуються вручну, що призводить до порушень технологічної дисципліни, погіршення якості кормової суміші і витрат кормів. Пристрій керування дозволяє операторові вмикати електроприводи технологічних ліній у ручному режимі з місця або з централізованого пульта керування. При відсутності засобів контролю основних технологічних параметрів (витрати кормів, точність дозування) стеження за процесом та керування виконується за даними непрямих вимірювань або візуально. Така система керування дозволяє уникнути аварійних ситуацій, але технологічні простоя, зумовлені оперативним налагодженням дозаторів, у даному випадку практично не зменшуються.

При поточної технології кормоприготування необхідне покращення системи керування технологічним процесом. Відомі проекти спрямовані на удосконалення окремих елементів системи автоматичного керування (САК) для підвищення точності дозування і рівномірності подачі кормів. Для цього використовуються регульовані електроприводи, первинні перетворювачі витрат кормів і регулятори. Впровадження таких структур САК дозволяє підвищити якість кормових сумішей і знизити витрати праці й електроенергії порівняно з системами дистанційного керування. Але для виконання зоотехнічних вимог до нерівномірності дозування компонентів необхідно застосовувати спеціальні системи управління (Рис.2) на основі первинних перетворювачів витрат компонентів, регульованих електроприводів дозаторів і регулятора на базі мікропроцесорного контролера, що перепрограмується залежно від складу і характеристик технологічного обладнання ліній кормоприготування та рецептури кормосуміші.

Для одержання кормової суміші потрібного складу при поточної технології змішування необхідно, щоб співвідношення між потоками компонентів відповідали рецептам, а сумарна продуктивність подачі компонентів відповідала продуктивності змішувача неперервної дії.

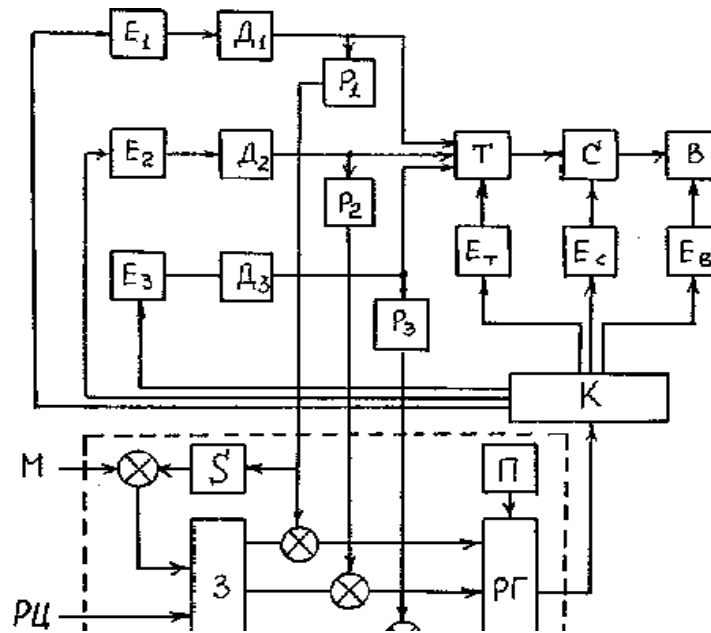


Рис.2. Структурна схема системи керування процесом кормоприготування:
 К - комплектний пристрій керування; Е - електропривід; Д - дозатор; Т- транспортер збірний; С - змішувач; В - транспортер вивантажувальний; Р - витратомір; РГ - регулятор; S - інтегратор; М - завдання продуктивності; РЦ - внесення рецепта.

Відповідно до цих вимог загальна маса компонентів, що надходять до змішувача, не повинна перевищувати значення, визначеного його об'ємом:

$$\sum_{i=1}^k \int_0^{\Delta t} x_i dt \leq v_{\phi} \cdot \rho_c \quad (1)$$

Цю умову можна виконати при точному налагодженні живильників і дозаторів кормів на завдання, що відповідає рецептові і при дотриманні нерівномірностей подачі компонентів у діапазоні допускових відхилень:

$$\epsilon_i \leq \frac{\delta_i}{t_{\alpha}} \int_0^{\Delta t} x_i dt \quad (2)$$

На основі цих виразів формулюються вимоги до дозаторів кормів, виконується технологічний розрахунок поточкових ліній за номограмами, що зв'язують числові значення продуктивності подання компонентів та продуктивності змішувача. Однак дозатори грубих кормів не відповідають зоотехнічним вимогам. Коефіцієнти варіації потоку соломи, що формується бункером-дозатором БДК-Ф-70-20, становлять 29 %, живильником ПЗМ-1,5 - 25%; потік силосу цими ж машинами формується з коефіцієнтами варіації відповідно 32% і 26 %. У потоці корнеплодів, що дозуються ДС-15, нерівномірність сягає 31%.

Для поліпшення рівномірності подачі кормів використовуються різноманітні механічні пристрої, розробляються нові конструкції машин, системи автоматичного регулювання витрат, але досягти заданих зоотехнічними вимогами показників ($\sigma_i \leq 15\%$ для соломи, силосу, корнеплодів та жому і $\sigma_i \leq 5\%$ для комбікормів за час змішування $T = 1...3$ сек) не вдається. Це пов'язано з тим, що в процесі дозування кормів відхилення від заданої продуктивності часто стаються через неконтрольовані причини, які неможливо усунути або передбачити. До того ж, як правило, доробки стосуються деяких машин, але в потоковій лінії неналежна робота хоча б однієї з машин призводить до погіршення якості кормосуміші.

Для аналізу процесів у технологічній лінії з наперед заданою структурою й вибраним складом обладнання характеристики потоків кормів, що формуються дозаторами на певному режимі роботи, визначаються за допомогою автокореляційної функції. Її вигляд дозволяє говорити про належність потоку корму до стаціонарних і ергодичних процесів, а її параметри - про принципову придатність вибраного дозатора для потокової лінії з конкретним змішувачем. Спектральні густини дисперсії потоків кормів визначаються безпосередньо за вихідними реалізаціями за допомогою перетворення Фур'є і подаються як графічна залежність від частоти. Аналіз полягає у визначенні діапазонів змін частот коливань потоків кормів сумарної дисперсії (або середньоквадратичного відхилення) потоку кожного компонента. Першою умовою відповідності є відсутність у спектрі дисперсії потоку на частотах, менших від критичної частоти $\omega_{кр}$, що визначається характеристикою змішувача:

$$\omega_{min} \geq \omega_{кр} = 2\pi(\Delta t)^{-1} \quad (3)$$

Друга умова спричинена нерівністю (2), яку можна інтерпретувати як обмеження дисперсії потоку корму в смузі частот, нижчих за $\omega_{кр}$, значенням δ_i .

При неадекватності характеристик потоку компонента цим умовам необхідно застосувати засоби, що знижують нерівномірність подачі у виділеному діапазоні частот.

Для одержання кормосуміші заданого складу не менш важлива підтримка потрібних за рецептом співвідношень між компонентами у потоці. Для цього розраховуються параметри відповідної системи автоматичного регулювання, на основі умови:

$$\delta_i \leq \sqrt{\int_0^{\Delta t} |W_i(j\omega)|^2 S_i(\omega) d\omega}, \quad (4)$$

де $W_i(j\omega)$ - АФХ(амплітудно-фазова характеристика) САК продуктивності i -го дозатора за помилкою.

При цьому кожен потік, стабілізується окремо від решти, і структурна схема САК має схему (Рис.3а).

Якщо ж частина дисперсії будь-якого потоку розподіляється на частотах, менших за $\omega_{кр}$, то завдання підтримання потрібних співвідношень між компонентами у потоці значно ускладнюється і для його розв'язання необхідно використовувати систему з ведучим дозатором (Рис.3б).

Розглянемо підходи до вибору і обґрунтування цієї системи. При дозуванні декількох потоків достатньо обмежитися розглядом лише двох, але з найбільш характерними показниками, важливими для дальшого аналізу; а власне споживною цінністю і вартістю компонентів кормосуміші. Такими компонентами можуть бути, наприклад, силос та комбікорм.

При аналізі випадкових потоків кормів використаємо дані, одержані у результаті досліджень кормоцехів КЦК-5 і КОРК-15 [2].

При застосуванні ИСК-3,0 у режимі змішування його згладжувальна здатність, згідно з технічною характеристикою, характеризувалася $\omega_{кр} = 1 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$. При дозуванні стеблових кормів від 70 до 90 % всієї дисперсії потоку міститься в діапазоні частот від 0 до $\omega_{кр}$. Спектри дисперсії потоків соковитих кормів ширші за частотним діапазоном, а їх екстремуми розташовуються на частотах більших, ніж $\omega_{кр}$. Основна частина дисперсії сипких кормів (комбікорм, концорми) знаходяться в діапазоні частот, більших за $\omega_{кр}$, і можуть ефективно згладжуватися при змішуванні в ИСК-3,0.

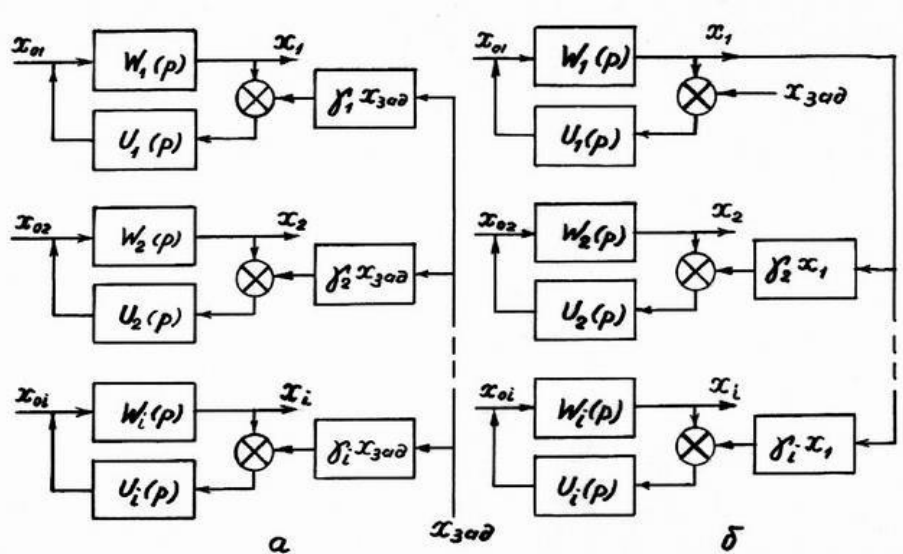


Рис.3. Структурна схема САК дозування у потокових лініях неперервної дії.

Оцінюватимемо величину відхилення від заданого співвідношення між потоками силосу і комбікорму при їх дозуванні, вважаючи, що потоки дозуються точно за завданням. Оскільки дисперсія потоку комбікорму ефективно згладжується змішувачем і не впливає на якість кормової суміші, не враховуватимемо її при розрахунках. Тоді відхилення від заданого за рецептом співвідношення між компонентами залежатимуть від нерівномірності подання силосу.

Потік силосу коливається завдяки зовнішнім умовам, спричиненим конструктивними особливостями живильників-дозаторів (налипання, підпресування та ін.). Вони погіршують якість кормової суміші, їх важко контролювати за допомогою САК, якщо намагатися лише стабілізувати потік. Такі системи автоматичного регулювання стають мало ефективними. Єдиним виходом є зміна структури САК на систему з ведучим дозатором [3].

Очевидно, що при наявності у спектрі потоку силосу низькочастотних коливань більш ефективно застосування системи управління з ведучим дозатором, що дозволяє, регулюючи ведений потік відносно ведучого, мінімізувати значення розузгодження потоків.

Таким чином, коли основні частоти спектра дисперсій кормових потоків лежать вище від критичної частоти, що визначається часом змішування кормосуміші (конструкцією змішувача), доцільно використовувати систему автоматичного управління процесом, при якій регулюється (стабілізується) подання кожного компонента окремо відповідно до рецепту, у супротивному випадку відповідність суміші зоотехнічним вимогам забезпечується системою автоматичного регулювання з ведучим дозатором.

The analysis of spectral performances of streams is carried spent which are shaped by chord dosers of a continuous technological line of preparation of fodder mixture. The paths of a heightening of quality of fodder mixtures are shown by coherent autocontrol of components.

Література

1. Кукта Г.М. Технология переработки и приготовления кормов.- М.: Колос, 1978.-240с.
2. Федорейко В.С. Энергозберігаючі режими роботи електроприводів дозаторів потокових ліній приготування кормових сумішей// Науковий вісник національного аграрного університету.- Київ: НАУ.- 2000.- Вип.24.-С.181-187.
3. Деклараційний патент на винахід №43275А, МПК А01К5/02. Спосіб енергоефективного приготування кормових сумішей / В.С. Федорейко, М.О. Корчемний, Є.В. Гаран (Україна).- №2001053694; Заявл. 31.05.2001; Опубл. 15.11.2001, Бюл. №10.-2001.-3с.

Одержано 10.01.2002 р.