

ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ ДОЗУВАННІ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ

Хандола Ю. М., Серета А. І., Середин М. Ю.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Проведено аналіз існуючих дозуючих пристроїв безперервної дії, умови і режими роботи в технологічних процесах агропромислового комплексу і запропоновані способи підвищення ефективності їх роботи та економії електричної енергії.

Постановка проблеми. Як відомо, поголів'я тваринницьких ферм і комплексів підрозділяють на вікові, виробничі і фізіологічні групи. Причому годівля кожної групи повинне здійснюватися в суворій відповідності з рекомендованим раціоном. Отже, кормоцех повинен мати систему машин, що забезпечують швидку перебудову ліній на той чи інший раціон і видачу за мінімальний термін необхідної кількості кормосуміші відповідно до високих зооветеринарних вимог.

Задаваючою ланкою технологічних ліній повинен стати ваговий дозатор з регулюючим електроприводом. Безперервне вагове дозування за допомогою регульованого електроприводу може мінімізувати відхилення витрати матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз рекомендованих сумішей кормів для великої рогатої худоби дозволяє виділити 23 раціони. Регульований електропривод з фіксованими діапазонами повинен не лише забезпечувати задану видачу компонентів, але й компенсувати виникаючу нерівномірність дозування до допустимих меж.

$$D_{\text{рзн}} = \frac{Q_{\text{max}} \pm \Delta Q_{\text{max}}}{Q_{\text{min}} \pm \Delta Q_{\text{min}}} = \frac{\omega_{\text{max}} \pm \Delta \omega_{\text{max}}}{\omega_{\text{min}} \pm \Delta \omega_{\text{min}}}, \quad (1)$$

де Q_{max} ; Q_{min} – максимальні та мінімальні масові витрати матеріалу, кг/с; ΔQ – допустима похибка дозування, кг/с; ω_{max} ; ω_{min} – максимальні та мінімальні кутові швидкості електроприводу, які відповідають Q_{max} ; Q_{min} , с⁻¹; $\Delta \omega$ – точність підтримання швидкості на природній та штучній характеристиках (с⁻¹), причому $\Delta \omega = f(\Delta Q)$ [1].

Мета роботи. Зниження затрат електричної енергії при виробництві кормових сумішей за рахунок створення енергозберігаючих режимів роботи силового електрообладнання з врахуванням змінних властивостей вихідних компонентів.

Основні матеріали досліджень. При ваговому дозуванні з використанням приладів формування потоку вирішальну роль відіграє залежність $\Delta \omega = f(\Delta Q)$, так як для будь якого значення $Q \in \{Q_{\text{max}}; Q_{\text{min}}\}$ може бути підібрана $\omega \in \{\omega_{\text{max}}; \omega_{\text{min}}\}$. Обме-

жуючи діапазон регулювання $D = \frac{\omega_{\text{max}}}{\omega_{\text{min}}} = \frac{\omega_{\text{ce}}}{\omega_{\text{cn}}}$ і задаючись відносною точністю підтримання швидкості $\Delta \omega(\%)$ на природній $\Delta \omega_e \% = \frac{\Delta \omega_e}{\omega_{\text{ce}}} \cdot 100$ та штучних

$\Delta \omega_n \% = \frac{\Delta \omega_n}{\omega_{\text{cn}}} \cdot 100$ характеристиках, а також відносним змінам статичного моменту уточнений діапазон регулювання:

$$D_{\text{рзн}} = \frac{\Delta \omega_{\text{cn}} \%}{\Delta M_c \%} \cdot \frac{100}{\Delta \omega_e \%}. \quad (2)$$

Виходячи з процесу вагового дозування, розглянутого як випадковий процес з умовно прийнятим $Q_{\text{уст}} = 0$, визначається стабільність роботи конкретного дозуючого приладу. Відносна тривалість δ перевищення поля допуску поточними значеннями витрат, ймовірність збереження вказаного перевищення ρ і середнього числа викидів n_e в одиницю часу визначаються методом теорії випадкових функцій:

$$\delta = 1 - \rho; \quad \rho = 2\Phi(\Delta/\delta), \quad n_e = \frac{\omega_k}{2\pi} \cdot \ell \cdot (\Delta^2/\delta^2) \quad (3)$$

де $\Phi(\Delta/\delta)$ – функція Лапласа; ω_k – середня швидкість процесу, що дозволяє встановити зону, за межі якої відхилення витрати недопустимо.

Встановивши зону необхідної стабільності дозуючого пристрою, можна перевірити обраний електропривод на здатність компенсувати відхилення витрати до допустимого значення. При цьому двигуни, що мають велику жорсткість механічних характеристик, переважають.

Електропривод дозуючих пристроїв має забезпечувати видачу компоненту у відповідності з потребами раціону, кожному значенню витрати має відповідати свій діапазон швидкостей. Перехід від одного необхідного значення витрат до іншого, відповідно і зміна швидкості, можуть здійснюватися дискретно. Однак при виникненні відхилень від $Q_{\text{уст}}$, що компенсує перехід приводу від однієї швидкості до іншої має проходити дуже плавно. Плавність регулювання електроприводу характеризується кількістю стійких швидкостей, які отримані в даному діапазоні регулювання. Коефіцієнт плавності визначається співвідношенням сусідніх значень кутових швидкостей ω_i та ω_{i-1} на i -й і $(i-1)$ -й ступенях регулювання:

$$\gamma_{\text{пл}} = \frac{\omega_i}{\omega_{i-1}} \quad (4)$$

Дослідження показали, що бажаним значенням коефіцієнта плавності для дозуючих пристроїв є $\gamma_{\text{пл}} = 1,08$. Але для приладу безперервного вагового дозування з його високою точністю $\gamma_{\text{пл}} = 1,08$ може підійти лише тоді, лише коли треба перейти від однієї необхідної витрати до іншої.

Для компенсації відхилення потрібна більш висока плавність (порядку $\gamma_{\text{пл}} = 1,01 \dots 1,025$), що дозволить в короткий термін досягти потрібної точності видачі матеріалу [2].

Якість процесу безперервного вагового дозування залежить від швидкодії системи керування електроприводом та може бути представлена у вигляді:

$$t_{pzn} = f(\Delta Q; \omega; \gamma_{nl}; T_{mex}; T_{el}) \quad (5)$$

де t_{pzn} - час переходу ЕП від режиму компенсації відхилення витрати ΔQ до необхідної витрати $Q_{уст}$, с; T_{mex} ; T_{el} - відповідно постійна часу запізнення механічної та електричної частин дозуючих пристроїв, с.

Момент на валу приводного двигуна дозатора [3]

$$M = FR / (i_p) \eta_p \quad (6)$$

де η_p - ККД редуктора; i_p - передавальне відношення редуктора; R - радіус приводного барабана; F - зусилля на приводному барабані,

$$F = F_{xx} + F_e \quad (7)$$

де F_{xx} - зусилля, що витрачається на обертання вала робочого органа дозатора; F_e - зусилля, необхідне на переміщення вантажу.

Коли вантаж відсутній, двигун розвиває момент холостого ходу

$$M_{xx} = F_{xx}R / i_p \eta_{p,xx} \quad (8)$$

де $\eta_{p,xx}$ - ККД редуктора, відповідний F_{xx} .

Враховуючи залежність сил тертя від зусиль, необхідних для переміщення вантажу [1], залежність моменту на валу двигуна від зусилля на барабані:

$$M^* = M_{xx}^* + (1 - M_{xx}^*) F_e^*, \quad (9)$$

де $M^* = M / M_{ном}$; $M_{xx}^* = M_{xx} / M_{ном}$; $F_e^* = F_e / F_{e,ном}$; $M_{ном}$ - номінальний момент на валу двигуна, необхідний для переміщення стрічки і номінального вантажу при номінальній швидкості; $F_{e,ном}$ - складова зусилля F в тягнучому органі дозатора, що виникає за рахунок переміщення тільки номінального корисного вантажу.

Складова F_e тягнучого зусилля і лінійна швидкість переміщення V^* дозатора визначають його продуктивність:

$$Q^* = F_e^* V^*, \quad (10)$$

де $Q^* = Q / Q_{ном}$, а $Q_{ном}$ - номінальна продуктивність дозатора.

При постійній номінальній швидкості дозатора

$$P^* = M^* \omega^* = M_{xx}^* + (1 - M_{xx}^*) Q^* \quad (11)$$

де $P^* = P / P_{ном} = 1$; $\omega^* = \omega / \omega_{ном}$; $\omega = V i_p / R$; $P_{ном}$, $\omega_{ном}$ - номінальні потужність і кутова швидкість на валу двигуна [3].

З формули (11) випливає, що при зниженні продуктивності ефективність роботи дозатора зменшується, тому що зростає відносна частка потужності, що витрачається на подолання моменту холостого ходу M_{xx} . Більш економічним є режим роботи дозато-

ра зі змінною лінійною швидкістю, що забезпечує ту ж продуктивність, але при сталості складової зусилля $F_e^* = 1$. Відповідно [3] кутова швидкість в цьому випадку повинна змінюватися за законом $\omega^* = V^* = Q^*$, якому відповідає потужність на валу двигуна

$$P^* = M^* \omega^* = [M_{xx}^* + (1 - M_{xx}^*)] Q^* = Q^* \quad (12)$$

Очевидно, що в цьому випадку потужність на валу двигуна буде менше на величину

$$P^* = M_{xx}^* (1 - Q^*). \quad (13)$$

З цього видно, що ефект від регулювання лінійної швидкості дозатора тим вище, чим більше момент холостого ходу і чим значніше знижується його продуктивність.

Висновки. Електропривод дозуючих пристроїв має забезпечувати регулювання від 10:1 до 3:1 в залежності від виду компоненту кормосуміші.

Система регулювання має забезпечувати плавність переходу від однієї швидкості до іншої в межах 1,01...1,025 при високій стабільності.

Список використаних джерел

1. Степчук Л. Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении комбикормов / Л. Я. Степчук. - Минск: Урожай, 1986. - 152 с.
2. Спиваковский А. О., Дьячков В. К. Транспортирующие машины: Учеб. пособие для машиностроительных вузов. - 3-е изд., переаб. - М.: Машиностроение, 1983. - 487 с.: ил.
2. Зенков Р. Л. Машины непрерывного транспорта / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов, - 2-е изд., перераб.и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 432 с.: ил.
3. Браславский И. Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод / И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков // [под ред. И. Я. Браславского]. - М: Academia, 2004.

Аннотация

СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ДОЗИРОВКЕ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ

Хандола Ю. Н., Середина А. И., Середин М. Ю.

Проведен анализ существующих дозирующих устройств непрерывного действия, условия и режимы работы в технологических процессах агропромышленного комплекса и предложены способы повышения эффективности их работы и экономии электрической энергии.

Abstract

POWER LOSS REDUCTION AT A DOSAGE FEEDSTUFFS

Yu. Handola, A. Sereda, M. Seredin

The analysis of existing devices continuous dosing, terms and modes of production processes in agriculture and suggested ways to improve their performance.