

МАШИНОВИКОРИСТАННЯ В ТВАРИННИЦТВІ

УДК 631.363(0.75.8)

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ОБРОБКИ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ У ТВАРИННИЦТВІ НА БАЗІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ ПРОЦЕСУ

В. М. Комков, к.е.н., доцент

В. М. Лисенко, к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет

У роботі наведена методика вибору обладнання і визначення оптимальної продуктивності технологічної лінії обробки стеблових кормів для тварин на базі барабанних подрібнювачів з урахуванням різноманітних умов їх використання на фермах. Звичайно подрібнювач працює у агрегаті з живильником кормів, який призначений для регулювання подачі маси на подрібнення і транспортером для відводу подрібненого продукту. Основою досліджень з'являється теорія подрібнення кормів і зоотехнічні вимоги до процесу їх приготування. У якості прикладу наведені результати розрахунку оптимальної продуктивності технологічної лінії на базі барабанного подрібнювача на подрібненні соковитих і грубих кормів. Відхилення від оптимальної продуктивності подрібнювача приводить до негативних наслідків їх експлуатації. Зменшення продуктивності відповідно приводить до зростання питомих експлуатаційних витрат і зниження продуктивності праці обслуговуючого персоналу. Зростання подачі живильного апарату більш оптимальної приводить до перевантаження подрібнювача, забивання кормовою масою подрібнювального апарату, зупинці агрегату, можливого пошкодження електродвигуна.

Ключові слова: подрібнювач кормів. стеблові корма. теорія різання кормів. оптимальні режими роботи машин. енергетичний баланс процесу.

Постановка проблеми. На тваринницьких фермах для годування тварин широко використовують стеблові корма у вигляді силосу, соломи, зеленої маси та ін. Силос займає велику питому вагу у зимовому раціоні годування тварин ВРХ протягом 210...240 днів на рік. Для підвищення їх маси споживання у раціоні годування тварин, а також полегшення їх дозування, змішування з іншими кормовими компонентами і роздавання засобами механізації стеблові корма необхідно подрібнювати до потрібної крупності у відповідності з зоотехнічними вимогами. Довжина часток силосу для ВРХ повинна бути у межах 10...15мм, для свиней 7...10мм, для птахів 3...5мм.

Зелена маса використовується як корм у літній період. Довжина часток корму для ВРХ повинна бути не більш 50мм для забезпечення рівномірності роздавання корму засобами механізації. З метою підвищення поживності корму зелена маса подрібнюється для свиней до 7...10мм, для птахів відповідно до 3...5мм.

Солома повинна подрібнюватися перед змішуванням з іншими кормами у змішувачі до розміру не більш 50мм.

За особливостями взаємодії між робочим органом і перероблювальним матеріалом існують такі способи подрібнення: роздавлювання, перетирання, розбивання і різання.

Для переробки стеблових кормів для тварин призначені подрібнювачі з ножовими, штифтовими або молотковими робочими органами. Звичайно подрібнювач складається з декількох механізмів: подавального конвеєру, пресувального пристрою, подрібнювального апарату з протиріальною пластиною, розвантажувального при-

строю.

Подрібнювачі з штифтовими робочими органами доцільно використовувати на переробці грубих кормів, де вони не лише скорочують довжину часток, але й додатково розщеплюють стебла вздовж волокон і роблять масу м'якою. Це підвищує масу поїдання корму і повноту засвоєння організмом тварин.

Подрібнювачі з молотковими робочими органами використовують для отримання часток з високою ступеню подрібнення (сінного борошна, кормової пасти та ін.)

У разі переробки соковитих стеблових кормів подрібнювачі з ножовими робочими органами забезпечують економію поживних речовин за рахунок мінімальних виділень соку. Крім того, такий варіант обробки потребує найменші витрати енергії у зрівнянні з іншими подрібнювальними робочими органами.

У ножових подрібнювачів використовують два типи апаратів: дисковий та барабанний. У дискового апарата форма ножа може бути прямолінійною та криволінійною. При роботі дискового апарата постійно змінюється такі технологічні параметри процесу як кут ковзання, радіус-вектор різання, довжина активної частини леза, сила і момент різання. Тому при роботі такого робочого органа виникає проблема балансування ротора, додаткового зміцнення конструкції механізму. Суттєвою перевагою барабанного апарата різання усі ці параметри з'являються постійними, що значно сприятиме надійності протікання процесу подрібнення кормів.

Використання подрібнювачів на тваринницьких фермах ускладнюється тому, що одна й таж

машина готує різні види кормів з урахуванням віку тварин, їх фізіологічного стану та інших факторів виробництва. Все це суттєво впливає на продуктивність подрібнювачів. Тому при проектуванні і плануванні організації процесу приготування кормів важливо враховувати поряд з добовим обсягом робіт і розпорядком дня також фактичну продуктивність машин з урахуванням особливостей технології виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Механізація процесу приготування кормів для спеціалізованих тваринницьких ферм і комплексів є необхідною подією, тому що приводить до значного зростання річного удою корів або середньодобового приросту молодняку ВРХ і свиней, підвищує економічну ефективність виробництва. Проблемою у даному випадку залишається лише обґрунтування варіанту механізації, де враховані особливості розрахунку показників використання технологічної лінії обробки стеблових кормів, з високою точністю визначені параметри режимів роботи машин. Відповідно, що для забезпечення цього необхідно попередньо ретельно провести аналіз умов виробництва, враховувати особливості конструкцій машин технологічної лінії, визначити методику розрахунку експлуатаційних показників процесу. Використання для цього лише середніх показників технічної характеристики заводу виробника машини [3] призведе до суттєвих помилок використання технологічних ліній, порушення прийнятого режиму годування тварин, значного зниження надійності процесу приготування кормів, збитків виробництва.

Високу точність параметрів окремої машини для подрібнення конкретного матеріалу для годування певного виду тварин можливо отримати з використанням теорії різання кормів [1,2,4]. Але методики оптимізації режимів роботи машин технологічної лінії обробки стеблових кормів у цієї теорії відсутня.

Висока якість проектування технологічної лінії і наступної організації виробництва на фермах можлива лише за умові проведення відповідних розрахунків на базі точних фактичних показників продуктивності подрібнювачів стеблових кормів, що є метою досліджень.

Формулювання цілей та завдання статті.

Метою досліджень є вибір обладнання і оптимізація режимів роботи машин лінії обробки стеблових кормів для тваринницьких ферм і комплексів з урахуванням технічної характеристики подрібнювачів, технологічних параметрів і зоотехнічних вимог до процесу приготування кормів, виду кормових компонентів і їх властивостей на базі використання енергетичного балансу процесу теорії різання кормів.

Основна частина. Сутністю обґрунтування вибору машин для подрібнення стеблових кормів і режимів роботи відповідного обладнання є визначення з високою точністю їх фактичної

продуктивності у залежності від різноманітних умов виробництва, тривалості роботи технологічної лінії з метою організації виробничого процесу. У результаті таких розрахунків приймаються такі режими роботи, коли машини працюють у зоні оптимального навантаження, не допускаються ні їх перевантаження ні занижене навантаження, забезпечується висока надійність процесу, виконання робіт у відповідності з розпорядком дня на фермі. Безумовно, що забезпечення роботи машин у оптимальному режимі є непростю задачею і для вирішення цієї проблеми потрібні висококваліфіковані спеціалісти у галузі виробництва тваринницької продукції.

Для вибору обладнання і визначення оптимальних режимів роботи технологічної лінії подрібнення стеблових кормів потрібні відповідні інженерні розрахунки з використанням теорії різання кормових компонентів, що використовуються для годування тварин.

Розрахункова добова продуктивність технологічної лінії, кг/добу

$$Q_D = \sum m_i * q_i \quad (1)$$

де m_i - поголів'я тварин i -й виробничої групи на фермі, гол.

q_i - норма видачі подрібненого стеблових корму поголів'ю на добу, кг/гол.

Розрахункова годинна продуктивність технологічної лінії, кг/год.

$$Q_G = \frac{Q_D}{T} \quad (2)$$

де T - час роботи технологічної лінії протягом доби, год.

Розрахункова секундна продуктивність лінії, кг/с.

$$Q_C = \frac{Q_G}{3600} \quad (3)$$

Згідно отриманого результату обирається відповідне обладнання технологічної лінії. Але, використання усереднених показників технічної характеристики машин у даному випадку приводить до значних помилок розрахунку, тому що не враховуються конкретні особливості виконання робіт. Для визначення точних фактичних показників продуктивності технологічної лінії використовуємо елементи теорії різання і розрахунку параметрів машин для подрібнення стеблових кормів з ножовим типом різальних апаратів.

Згідно теорії різання енергетичний баланс процесу визначається наступною залежністю, Вт.

$$N_E = \frac{N * k_i * k_Z}{\eta} \quad (4)$$

де N_E - потрібна потужність електродвигуна, Вт.

N - потужність, що витрачається безпосередньо на різання корму, Вт.

k_i - коефіцієнт інших витрат (привод подавального транспортеру, пресувального механізму

та ін.).

k_Z - коефіцієнт запасу потужності.

η - коефіцієнт корисної дії приводу.

$$N = M * \omega \quad (5)$$

де M - момент різання, Н*м.

ω - кутова швидкість ротора ріжучого апарату, 1/с.

$$M = P * R * \cos(\tau - \varphi) \quad (6)$$

де P - сила різання, Н.

R - радіус барабана подрібнювача, м.

τ - кут ковзання між протирізальною пластиною і лезом ножа, град.

φ - кут тертя корму по сталі, град. (табл.1)

Таблиця 1

Деякі механічні властивості кормів

Вид корму	Об'ємна маса, кг/м ³	Нормальне руйнівне напруження різання, Па	Кут тертя корму по сталі, град.
Силос	400...420	(390...410)*10 ⁶	23
Зелена маса	240...260	(250...270)*10 ⁶	21
Солома	80...100	(480...500)*10 ⁶	16

Кут ковзання τ у барабанних подрібнювачах складає 24...30°, тому різниця кутів ($\tau - \varphi$) з урахуванням показників таблиці 1 може бути у межах 1...14°, а показник $\cos(\tau - \varphi)$ відповідно коливається у межах 0,99...0,97. Для спрощення розрахунків у зоні допустимих погрешностей залежність (6) представляємо у вигляді

$$M = P * R \quad (7)$$

$$P = q * \Delta S \quad (8)$$

де q - питоме зусилля різання, Н/м.

ΔS - довжина активної частини леза ножа, м.

$$q = q_0 * (1 - \frac{\tau}{90^\circ}) \quad (9)$$

де q_0 - максимальна питома сила різання під час рубки корму ($\tau = 0$) і гостроті леза (20...30мкм), Н/м.

$$q_0 = \delta * \sigma_P \quad (10)$$

де δ - фактична максимально допустима товщина (гострота) леза, м.

σ_P - нормальне руйнівне напруження різання корму, Па (див.табл.1).

Показник δ з'являється найбільш впливовою складовою досконалості конструкції подрібнювача. Він залежить в основному від якості матеріалу ножів і протирізальної пластини, а також досконалості системи заточування різального апарату.

$$\Delta S = \frac{a}{\sin \tau} \quad (11)$$

де a - висота шару корму на транспортері, що подає корм до ріжучого апарата, м.

$$a = \frac{Q_C}{u * b * \gamma} \quad (12)$$

де u - швидкість транспортера, що подає корм до ріжучого апарата, м/с.

b - ширина барабана, м.

γ - об'ємна маса корму, стиснутого живильним апаратом, кг/м³ (див.табл.1).

$$\omega = \frac{v}{R} \quad (13)$$

де v - оптимальна швидкість різання корму, м/с (20...25).

$$u = n * l * z \quad (14)$$

де n - частота обертання барабана, об/с.

l - довжина часток корму після подрібнення згідно зоотехнічних вимог, м.

z - число ножів на барабані, шт.

$$n = \frac{\omega}{2 * \pi} \quad (15)$$

У відповідності з схемою розвертки ножів барабана

$$\operatorname{tg} \tau = \frac{2 * \pi * R}{b * z} \quad (16)$$

З урахуванням залежностей (5)...(16) і після деяких перетворень формула (4) визначається у такому вигляді:

$$N_E = Q_C * \frac{(1 - \frac{\tau}{90^\circ}) * k_i * k_Z * \delta}{\cos \tau * \eta} * \frac{\sigma_P}{l * \gamma} \quad (17)$$

Для зручності використання залежності (17) уведемо такі значення:

$$\frac{(1 - \frac{\tau}{90^\circ}) * k_i * k_Z * \delta}{\cos \tau * \eta} = A \quad (18)$$

де A - комплексний показник досконалості конструкції подрібнювача

$$\frac{\sigma_P}{l * \gamma} = B \quad (19)$$

де B - комплексний показник технологічних властивостей виду корму, Н*м/кг.

У відповідності залежностей (17)...(19) приводимо спрощену формулу визначення оптимальної продуктивності технологічної лінії обробки стеблових кормів, кг/с.

$$Q_C = \frac{N_E}{A * B} \quad (20)$$

Якщо тваринницька ферма має вузьку спеціалізацію утримання тварин, де обладнання обробки стеблових кормів планується використовувати у сталому однозначному режимі роботи, то вибір барабанного подрібнювача, якій є базовою машиною технологічної лінії, зводиться до визначення його необхідної потужності, Вт.

$$N_E = Q_C * A * B \quad (21)$$

де Q_C - розрахункова секундна продуктивність лінії, кг/с.

A - комплексний показник досконалості конструкції подрібнювача

В - комплексний показник технологічних властивостей виду корму, Н*м/кг.

Результати досліджень. Для прикладу наводяться результати розрахунків оптимальної продуктивності технологічної лінії обробки стеб-

лових кормів на базі агрегату у складі живильника КП-10, барабанного подрібнювача ИКВ-2А і транспортера ТС-40 у різних умовах їх експлуатації на тваринницьких фермах. (табл.2)

Таблиця 2

Оптимальні режими роботи агрегату подрібнення стеблових кормів

Вид корму	Показники		
	Силос	Довжина часток, мм	
3...5		7..10	10...15
Оптимальна продуктивність агрегату, кг/с			
	1,12	2,04	3,52
Зелена маса	Довжина часток, мм		
	3...5	7..10	10...15
	Оптимальна продуктивність агрегату, кг/с		
	0,94	1,76	2,92
Солома	Довжина часток, мм		
	20...30	30...40	40...50
	Оптимальна продуктивність агрегату, кг/с		
	0,62	0,84	1,08

Приведені дані таблиці показують, що фактична продуктивність технологічної лінії має великі коливання у залежності від умов виробництва і використання середніх значень приведе до значних помилок технологічних розрахунків. Результати досліджень та їх аналіз показують, що використання запропонованої методики дозволяють з високою точністю проектувати склад технологічної лінії обробки стеблових кормів для тваринницьких ферм і планувати їх використання у складних умовах в оптимальних режимах роботи.

Висновки. Параметри подрібнення стеблових кормів регламентуються зоотехнічними вимогами з метою забезпечення високої продуктивності і належного здоров'я тварин, що приведе до підвищення економічної ефективності виробництва.

тва.

При плануванні складу і режимів роботи технологічної лінії обробки стеблових кормів необхідно використовувати по можливості більш точні дані фактичної продуктивності подрібнювачів, які є базовою машиною агрегату. Це дає можливість забезпечити роботу лінії у оптимальному режимі і не допускати як нераціонально низького навантаження так і перевантаження машин протягом їх експлуатації.

Використання методики визначення з високою точністю продуктивності подрібнювачів і оптимізації режимів їх роботи дозволяє значно підвищити ефективність процесу підготовки кормів на фермі.

Список використаної літератури:

1. Завражнов А.И. Механизация приготовления и хранения кормов А.И. Завражнов. Д.И Николаев М.: Агрпромиздат. 1990.-336 с.
- 2 Ревенко І.І.Машини та обладнання для тваринництва І.І. Ревенко. М.В.Брагинець. В.І.Ребенко К.: Кондор, 2009.-731с.
- 3 Ревенко І.І. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств І.І.Ревенко К.: Урожай, 1999.-192 с.
- 4 Шабельник Б.П. Теорія та розрахунок машин для тваринництва Б.П.Шабельник. М.М.Троянов. І.Г.Бойко Харків: 2002-216 с.

Комков В.М., Лысенко В.Н. Особенности проектирования технологической линии обработки стебловых кормов в животноводстве на базе энергетического баланса процесса.

В работе приведена методика выбора оборудования технологической линии обработки стебловых кормов и определения оптимальных режимов работы барабанных измельчителей на основе теории резания кормовых компонентов с учётом разнообразных условий их использования на фермах. В качестве примера приведены результаты оптимизации производительности технологической линии в составе питателя КП-10, измельчителя ИКВ-2А и транспортера ТС-40.

Ключевые слова: измельчитель кормов. стебловые корма. теория резания кормов. оптимальные режимы работы машин. энергетический баланс процесса.

Komkov V., Lysenko V. Especially of projection technological line for processing stalk forage in stockbreeding on base energetic balance of processing

The stalk forage takes considerable part of feeding animal in agriculture. For receive good results of feeding animal the stalk forage it is necessary preliminary careful cut very small accordingly of zoological requirements. Complication of selection equipment of technological line for processing stalk forage define