

УДК 631.361.43

ТЕНДЕНЦІЇ У РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЙ ПОДРІБНЮВАЧІВ КОРМІВ

Ялпачик Ф.Ю., к.т.н.,

Буденко С.Ф., к.т.н.,

Ялпачик О.В., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06

Анотація – робота присвячена аналізу конструктивних особливостей подрібнювачів рослинних кормів. Намічені напрямки вдосконалення подрібнюючих машин.

Ключові слова – подрібнення, дробарка, матеріалоємність, енергоємність, робочі елементи.

Постановка проблеми. У сфері переробної галузі агропромислового комплексу формується до 70 % загального товарообігу країни.

Розробці та модернізації техніки будь-якого призначення повинен передувати аналіз тенденцій розвитку конструкцій машин. Основні тенденції в удосконалюванні конструкцій подрібнювачів кормів характеризуються підвищенням якості подрібнення, продуктивності, технологічності, зносостійкості і ремонтпридатності машин, зменшенням енергоємності подрібнювання і витрат праці, поєднанням процесів подрібнювання, змішування компонентів корму і його навантаження.

Аналіз останніх досліджень. Як засвідчує практика розвинених країн і вітчизняний досвід останнього десятиліття, різке піднесення аграрного виробництва в часі повністю збігається з активізацією процесів наукового пошуку, технічного прогресу, оптимізацією ресурсного забезпечення виробництва, широким впровадженням переробних виробництв безпосередньо на місці виробництва сировини.

Відповідно до наукових концепцій розвитку приготування кормів в Україні потужність комбикормової промисловості необхідно збільшити до 30 млн. т на рік, і це, на думку вчених, треба здійснити за рахунок уведення в експлуатацію сучасних комбикормових агрегатів як на спеціалізованих заводах, так і в господарствах. [1].

Постановка завдання. Метою даної роботи є проведення аналізу досягнень по створенню устаткування для подрібнення кормів та визначенню перспективних концепцій розробки технологічного обладнання переробних виробництв АПК.

Основна частина. Підвищення якості подрібнювання, тобто, повне дотримання нормативів зоотехнічних вимог до складу і стану подрібненої маси, є важливим для підвищення ефективності корму та зменшення витрат енергії на подрібнювання. У зв'язку із цим конструкції молоткових подрібнювачів звичайно забезпечуються комплектом решіт, що сприяють одержанню необхідного для кожного виду тварин гранулометричного складу часток. Досить ефективним є також використання регуляторів зазорів між роторами та протирізами в ножових подрібнюючих апаратах. Перспективні також для молоткових апаратів спеціальні регулятори зазорів між декою та ротором, такі, як у дробарки ДМБ-5.

Збільшення поголів'я худоби вимагає підвищення продуктивності подрібнювачів кормів. Продуктивність подрібнювачів вітчизняного виробництва складає на даний час від 6 до 30...32 т/год. Підвищення продуктивності супроводжується істотним зниженням загальних витрат на подрібнювання. Тому застосування високопродуктивних подрібнювачів, комплексних технологічних ліній подрібнювання кормів може бути рентабельним при централізованому готуванні кормів для кількох порівняно невеликих ферм, а для окремих таких ферм можливе застосування малопродуктивних легких і дешевих моделей подрібнювачів.

Технологічність конструкції подрібнювача визначається як пристосованість машини до виготовлення у заданих виробничих умовах з найменшими витратами. Технологічність обумовлюється багатьма факторами: ступенем стандартизації, уніфікації деталей і вузлів конструкції, що розробляється, з раніше виготовленими, доступністю необхідних матеріалів, їх якістю, масою деталей, видами їх обробки, відповідністю наявного устаткування вимогам технології, матеріалоемністю машини.

Матеріалоемність у великій мері визначає ціну виробу. За методикою попередніх розрахунків ціну машини визначають шляхом множення її маси на питому ціну (вартість) одиниці маси даного виду машин. Зі збільшенням маси машини її ціна, як правило, зростає. Зниження маси досягають рядом прийомів, як-то, удосконалюванням конструкції, зменшенням розмірів деталей, застосуванням тонкостінних деталей і прокату, заміною матеріалів. За останній час досягнуте значне зниження питомої матеріалоемності подрібнювачів. Так, якщо в колишніх конструкціях машин питома матеріалоемність перевищувала 1500 кг·год./т, то в сучасних вона знижена до 300 кг·год./т і нижче.

З поліпшенням технологічності конструкцій знижується вартість подрібнювачів і, відповідно, витрати на подрібнювання корму.

Витрати на електроенергію становлять істотну частку витрат, тому питома енергоемність процесу повинна бути можливо меншою.

Залежить енергоємність подрібнювання від конструкції апарата, виду подрібнювання і його ступеня.

Як відомо, процес подрібнювання може здійснюватися зрізом, роздавлюванням, перетиранням, скручуванням, згином. Найменші витрати енергії при зрізі, тому ножові подрібнювальні апарати мають найменшу питому енергоємність. Цим пояснюється тенденція до застосування роторів з молотками і нерухомими ножами (ДКУ-М, ДКУ-1,0), молотків з ріжучими кромками (ИРМА-14, ИРМ-50) і сегментами (модернізовані конструкції [2]). Застосування стандартних насічених сегментів ріжучих апаратів жнивних машин для молотків подрібнювачів сприяє підвищенню ступеня уніфікації і, як наслідок, зниженню вартості виготовлення обладнання.

Надлишкове подрібнювання кормів вимагає додаткових витрат енергії, які можуть досягати більших розмірів (50% і вище). Тому всі способи попередження надлишкового подрібнювання (наприклад, видалення з камери часток з оптимальними розмірами і виключення їх повторного подрібнювання) є одним з прийомів зниження енерговитрат.

Питома енергоємність процесів, розрахована з урахуванням ступеня подрібнювання, у сучасних машин нижча, ніж у перших, приблизно в 4 рази.

Питомі витрати праці залежать від числа робітників, що обслуговують обладнання, і від продуктивності останнього. Число робітників залежить від способів подачі і відведення матеріалу, що подрібнюється, тобто від ступеня механізації та автоматизації робіт. Найбільші питомі витрати ручної праці виникають при використанні моделі ИГК-30Б (0,67...5 люд·год./т), набагато менші для ИРТ-165 (0,125...0,317) і ИРМ-15 (0,031...0,033 люд·год./т).

Сполученням процесів подрібнювання або ж доподрібнення з перемішуванням компонентів досягається скорочення загальних втрат на готування розсипних кормів. Цим пояснюється широке застосування подрібнювачів-змішувачів. Найбільш ефективним є поєднання процесів подрібнювання і завантаження кормів.

Підвищенням зносостійкості, надійності та довговічності машин досягаються підвищення їх продуктивності, зниження відрахувань на амортизацію, ремонт, а, в підсумку, зменшення витрат на процес. Разом з тим, висока зносостійкість робочих органів (ножів, протиризів, молотків) обумовлює стабільність якості продукту і витрат енергії на одиницю якісно подрібненого корму.

Відомо багато різних способів підвищення зносостійкості робочих органів подрібнювачів, але найбільший ефект може бути досягнутий при використанні комплексу способів (таблиця 1).

Ефективність використання кожного із прийомів, їх різних комбінацій або всього комплексу в цілому залежить від численних факторів і може бути точно визначена тільки дослідним шляхом.

Найбільше поширення в існуючих конструкціях кормодробарок одержали прості у виготовленні молотки у формі прямокутної призми.

Таблиця 1 – Комплекс способів підвищення зносостійкості і довговічності робочих органів подрібнювачів

Вибір експлуатаційних режимів і операцій ТО				Вибір раціональних режимів роботи			Вибір матеріалів і термообробки			Вибір раціональних конструктивних параметрів					
Захист робочих органів від сторонніх тіл	Своєчасна перестановка і заміна молотків	Раціональний порядок перестановки молотків	Своєчасне заточування ножових пристроїв	Товщина шару матеріалу, що подрібнюється	Ступінь попередньої сепарації матеріалу	Раціональна швидкість робочих органів	Матеріал робочих органів (ножів, молотків та ін.)	Термообробка робочих поверхонь органів	Матеріал для наплавки робочих поверхонь	Конфігурація робочих органів дробарки	Розстановка робочих органів по камері	Гострота робочих лез і протиризів	Раціональний кут заточки кромки і протиризів	Додаткова фаска заточки лева	Кут ковзання ножового пристрою

Є дані [1], що при заміні в дробарках КДУ-2 і КДУ-2,0 призматичних молотків молотками кільцевої форми із зубами по зовнішній поверхні ресурс молотків збільшується приблизно в 3 рази: призматичні молотки через зношування доводиться переставляти або замінити після переробки 900 т фуражу, а кільцеві після 2500. Однак молотки кільцевої форми у зв'язку зі складністю їх виготовлення поки поширення не одержали.

При звичайному, приблизно рівномірному розміщенні молотків по довжині ротора матеріал, що подрібнюється, розподіляється у камері нерівномірно і тому зноси молотків не однакові: молотки, розташовані біля боковин камери, зношуються більш інтенсивно. І. І. Ревенко (цит. по [3]) запропонував розміщати молотки на роторі за схемою збіжних гвинтових ліній. При такому розміщенні робочих органів розподіл матеріалу по довжині камери подрібнювання поліпшується і термін служби молотків збільшується на 20%, а продуктивність дробарки – на 10 %.

Гострота лез ножів подрібнювачів (визначається діаметром кола, вписаного в контур поперечного перерізу кромки леза) впливає на енергоємність подрібнювання і зносостійкість леза: ножі з гострими лезами сприяють меншим витратам енергії, але швидше зношуються. Оптимальна гострота лез для дробарок 0,02...0,04 мм, допускається затуплення до 0,1 мм. З метою зменшення енергоємності різання кут заточення лез роблять можливо меншим. Однак, при цьому, міцність і зносостійкість лез зменшуються, тому доцільно зберігати оптимальну величину кута, яка перебуває у межах 12...30 °.

Довговічність лез може бути багаторазово збільшена за рахунок використання ефекту самозагострювання, для досягнення якого в сучасних конструкціях застосовуються леза із двома фасками. Відомо, наприклад, що сегменти косарок з додатковою нижньою фаскою мали в 15...25 раз більшу довговічність у порівнянні зі звичайними стандартними сегментами з однією верхньою фаскою.

Енергоємність різання і зносостійкість леза залежить також від кута між нормаллю до леза та напрямком руху ножа, (т.з. кута нахилу або кута ковзання ножа). Зі збільшенням кута ковзання до деякої межі через наявність похилого, а потім ковзного різання енергоємність процесу знижується. При подальшому збільшенні цього кута зростаючі сили тертя матеріалу об лезо ножа нейтралізують переваги від ковзного різання, приводять до росту енергоємності процесів і до збільшення зношування лез. Крім того, процес різання погіршується через порушення защемлення матеріалу між ножем і протиризом. Тому ножі сучасних апаратів встановлюють під кутом у межах 20...30 °.

Молотки виготовляють з вуглецевої сталі з наплавкою робочих кромок сормайтом або марганцевистою сталлю 65Г. Їх термін служби, залежно від застосованих матеріалу і термообробки, становить від 72 до 280 годин (С. В. Мельников, 1978). За даними випробувань молотки, виготовлені зі сталі 20 із цементуванням робочих граней на глибину 0,5...0,7 мм і наступним загартуванням до твердості HRC 58...62, мають в 1, 7 рази більший ресурс у порівнянні з молотками зі сталі 65Г с гранями, загартованими до твердості HRC 48...54.

Є дані, що збільшення довговічності граней прямокутних молотків дробарки було досягнуте в 4 рази після наплавки електродом Т-59 діаметром 5 мм. Хімічний склад наплавленого шару: хрому 24...27 %, бору 1,5...2, кремнію 2...2,5, вуглецю 3...3,5, марганцю 1...5, сірки 0,3...0,35%, решта – залізо, твердість HRC 57...67.

Ножі ріжучих апаратів подрібнювачів кормів виготовляють із сталі Р9 або марганцевистих сталей 65Г, 70Г з твердістю у зоні загартування HRC 50...65, а для деяких моделей із двошарової сталі або з напаяними пластинами зі швидкорізальних сталей Р9 або Р18.

Ефективним способом підвищення зносостійкості ножів є наплавка лез надтвердими сплавами. Завдяки ефекту самозагострювання термін служби ножів збільшується.

Леза таких ножів зношуються у 2...2,4 рази повільніше, ніж стандартні. Також застосовують метод індукційної наплавки, що дозволяє одержувати двошарові самогостривальні леза.

При абразивному впливі зносостійкість наплавлювальних матеріалів, у першу чергу, визначається кількістю й природою твердих складових у їхній мікроструктурі. Застосовуються два способи регулювання вмісту твердих складових: змінення хімічного складу наплавочного сплаву і уведення домішок, що утворюють у результаті взаємодії з легкоплавким зв'язуванням структуру псевдосплаву.

Можна значно зменшити зношування деталей, але усунути його повністю неможливо. Тому при розробці нових конструкцій дробарок слід передбачати таку якість, як ремонтпридатність, тобто можливість проведення ремонтних операцій з мінімальними витратами часу, праці і матеріалів. Ремонт подрібнювачів проводиться у більшості випадків шляхом заміни зношених деталей новими, тому ремонтпридатність тут визначається трудомісткістю і витратами часу на зняття зношених і установку нових деталей і агрегатів (в основному, робочих деталей апарата подрібнення), а також, у рідких випадках, витратами на відновлення працездатності зношених деталей, таких, як ножі і молотки.

Для заточення лез ножів з мінімальними витратами часу застосовують спеціалізоване заточувальне обладнання. Працездатність молотків у початковий період відновлюють поворотом їх на осях підвісу барабана для того, щоб послідовно використовувати усі 4 робочих ділянки граней (на кожній із двох граней нижні і верхні ділянки). Лише після повного зношування молотки замінюються новими. Поворот молотків, розташованих біля бічних стінок камер, які найбільш швидко зношуються, повинен здійснюватися частіше.

При розробці нових конструкцій подрібнювачів необхідно забезпечувати зручність перестановки молотків.

Своєчасне проведення цієї операції, як показали спостереження, сприяє істотному збільшенню терміну служби й стабільності якості здрібнювання молоткових апаратів.

Зниження витрат енергії на подрібнювання спостерігається також при збільшенні швидкості різання. Це пояснюється локалізацією і концентрацією енергії біля кромки леза, збільшенням інерційного підпору матеріалу, а також зниженням коефіцієнта тертя матеріалу об лезо.

Оптимальна швидкість руху ножа перебуває у межах 30...40 м/с. Подальше збільшення швидкості супроводжується несуттєвим зниженням енергоємності процесу і може бути використане лише для підвищення продуктивності апарата без збільшення його розмірів.

Подрібнювання молотковими апаратами відбувається за рахунок зламу складових часток сировини.

Швидкість руху молотків, необхідна для руйнування ударом, збільшується з підвищенням вологості маси, що подрібнюється. При руйнуванні ударом з підпором: необхідна швидкість менша, ніж при вільному ударі (на зліт). У сучасних конструкціях дробарок кормів окружна швидкість молотків перебуває у межах 40...80 м/с, а в деяких досягає 100...117 м/с. Для забезпечення можливості вибору оптимальної швидкості молотків залежно від вологості корму і необхідної продуктивності доцільно обладнувати дробарки пристроями, що дозволяють у процесі експлуатації змінювати швидкість обертання молоткових барабанів.

Висновки. Як показала практика і проведені дослідження, витрати на підвищення зносостійкості робочих органів подрібнюючих апаратів окупаються підвищенням стабільності якості подрібнювання кормів, зниженням енергоємності, підвищенням надійності і довговічності машин, скороченням простоїв, збільшенням продуктивності, зменшенням витрат на ремонт і амортизацію.

Література:

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв/[Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздев О.В. та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 488 с.
2. Ялпачик Ф.Е. Кормодробилки: Конструкция, расчет / Ф.Е. Ялпачик, Г.С. Ялпачик, Н.Л. Крыжачковский, В.Н. Кюрчев. Под ред. к.т.н. Г.С. Ялпачика. - Запорожье: Коммунар, 1992,- 290 с.
3. Палкин А.В. Повышение эффективности функционирования молотковой безрешетной дробилки кормов. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. / А.В. Палкин. - Киров – 2000. 20 с.

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ КОРМОВ

Ялпачик Ф.Е., Буденко С.Ф., Ялпачик А.В.

Аннотация – работа посвящена анализу конструктивных особенностей измельчителей растительных кормов. Намечены направления усовершенствования измельчающих машин.

DEVELOPMENT TRENDS IN THE FODDER SHREDDERS DESIGNS

F. Yalpachik, S. Budenko, O. Yalpachyk

Summary

The work concerns the analyses of design features of vegetable feed shredders. Improvement trends of the shredders are suggested.