

ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА ЗЕРНОВИХ КОРМІВ

Нанка О.В., к.т.н., доц.

*(Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка)*

В результаті аналітичних досліджень складових енергетичних витрат на процес подрібнення зернових кормів запропонована гіпотеза створення нової конструкції подрібнювача, реалізація якої дозволить значно знизити енергоємність і металоємність процесу подрібнення за рахунок усунення непродуктивних енергетичних витрат і застосування способу різання на подрібнення.

Постановка проблеми. У сучасних умовах споживання зерна і нормована його витрата при годуванні сільськогосподарських тварин та птиці має велику актуальність, тим більше що конкуренція на ринку кормів постійно вимагає пошуку нових шляхів підвищення якості приготування кормів і зниження виробничих витрат на їх приготування [1]. Тому одним із факторів підвищення ефективності виробництва продукції тваринництва є зниження енергетичних витрат на приготування кормів. Важливу роль при цьому відіграє процес подрібнення зернових кормів, які входять в кормові суміші. Подрібнення є найбільш енергоємною операцією і займає біля 50% від загальних енергетичних витрат при приготуванні комбікормів.

Аналіз останніх досліджень. Обладнання, яке виробляється в нашій країні і в країнах ближнього і дальнього зарубіжжя, для виконання цієї операції ще настільки недосконале, що на саме подолання сил молекулярного зчеплення матеріалу для його розділення на частинки витрачається в кращих конструкціях подрібнювачів незначна частина від всієї енергії, яка витрачається на роботу машини.

Основними машинами, які використовуються для подрібненні зернових кормів є молоткові дробарки. Їх широке використання обумовлене універсальністю, простотою будови, надійністю в експлуатації. Однак вони мають ряд суттєвих недоліків, а саме, в першу чергу, високі питомі витрати енергії на процес подрібнення,

(18...20 кВт год./т), відносно високу металоємність (до 500 кг год/т) та інтенсивне зношування молотків і решіт дробарок. Крім того, готовий продукт має не вирівняний гранулометричний склад з збільшеним вмістом пиловидної фракції, яка досягає до 20%.

Дані недоліки пояснюються тим, що в молоткових дробарках реалізовані такі способи подрібнення як вільний удар і стирання. При цьому взаємодія зерна з молотками носить випадковий характер, і під прямий центральний удар потрапляє лише 5% від загальної їх кількості. Останні зерна подрібнюються за 15...40 ударних взаємодій. [2]. Слід також відмітити, що в молоткових дробарках створюється рухомий кільцевий повітряно-зерновий шар, в якому більш крупні частинки розташовуються поблизу решета і тим самим перешкоджають виходу подрібненого продукту із зони взаємодії молотків, що веде до значного його переподрібнення і додаткових витрат енергії. Крім того швидкість повітряно-зернового шару має значну величину і досягає половини колової швидкості молотків [3]. Тому для підвищення ефективності процесу подрібнення дуже важливо «гальмувати» цей шар.

Результати досліджень. Для більш детального аналізу розглянемо вираз для визначення загальних витрат енергії на процес подрібнення. Безпосередньо перед процесом подрібнення відбувається деформація матеріалу, яка супроводжується зміною його об'єму. Тому робота яка витрачається на процес подрібнення в молоткових дробарках може бути виражена в вигляді наступного енергетичного балансу:

$$A = A_d + A_s + A_k + A_u, \quad (1)$$

де A_d - витрати енергії на пружну і пластичну деформацію матеріалу;

A_s - витрати енергії на створення нових поверхонь подрібнених частинок;

$A_k = mv^2 / 2$ - затрати енергії на надання кінетичної енергії кільцевому шару матеріалу;

m - маса обертового кільцевого шару матеріалу;

v - швидкість руху кільцевого шару в дробильній камері;

A_u - витрати енергії на зношування і нагрівання робочих органів дробарки.

Якщо проаналізувати перші дві складові приведенного рівняння,

то слід відмітити, що витрати направлені безпосередньо на подрібнення матеріалу є корисними. Третя складова рівняння, надання кінетичної енергії кільцевому шару матеріалу, є шкідливою для даного типу дробарки, оскільки зменшує силу удару, за рахунок зменшення різниці відносних швидкостей молотка дробарки і подрібнюваного матеріалу. Четверта складова, витрати енергії на зношування і нагрівання робочих органів, властива для всіх подрібнювальних машин і може бути зменшена за рахунок створення нових робочих органів і застосування сучасних матеріалів для їх виготовлення.

Таким чином, із приведеного аналізу слідуює, що величина непродуктивних енергетичних витрат залежить від вибору раціональної схеми організації робочого процесу подрібнення. Що стосується енергетичних витрат направлених безпосередньо на процес подрібнення і їх зниження то необхідно в машинах для подрібнення зернових кормів реалізовувати менш енергоємні способи подрібнення, наприклад, різання, в якого енергетичні витрати в чотири рази менші від роздавлення і в сім разів менші від подрібнення ударом [4].

Не менш важливим показником досконалості машин для подрібнення зернових кормів є їх металоємність. Металоємність машин взагалі і в тому числі дробарок, перш за все залежить від їх продуктивності, яка виражається наступним рівнянням:

$$Q = s \cdot v \cdot \rho \cdot k, \quad (2)$$

де s - площа поперечного перетину потоку продукту після подрібнення;

v - швидкість подрібненого потоку продукту;

ρ - щільність продукту.

Аналізуючи складові рівняння (2) необхідно відмітити, що збільшення площі перетину потоку продукту після подрібнення безумовно приведе до збільшення робочих органів дробарки і її габаритів, а також її ваги. Тому, як слідуює із приведеного рівняння, збільшення продуктивності дробарки можливо за рахунок збільшення інтенсивності виконання операції подрібнення і своєчасного видалення подрібненого продукту із дробарки.

Однак, перш ніж перейти до пропозицій по створенню нової машини для подрібнення зернових кормів згадаємо основне правило подрібнення *«не подрібнювати нічого зайвого»*, із якого можна сформулювати слідуючі положення:

- подрібнення будь якого матеріалу необхідно проводити тільки до того ступеня подрібнення, який потрібен для подальшої переробки або використання;

- частинки матеріалу подрібнені до заданих розмірів повинні бути негайно видалені із зони подрібнення;

- подрібнення повинно бути «вільним», тобто не ускладнюватись побічними операціями, окрім подолання сил зчеплення між частинками подрібнювального матеріалу, що є корисною роботою, яка витрачається на подрібнення.

Розглянемо більш детально процес різання, як один із способів подрібнення матеріалів. В відповідності з терміном «різання» можна розглядати як поняття, яке об'єднує три різних технологічні процеси: різання лезом, пуансоном і різцем (рис. 1).

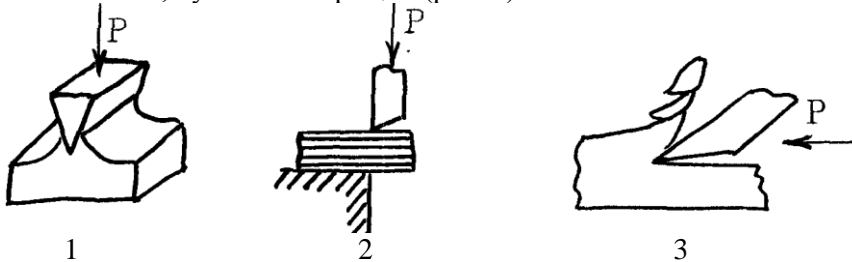


Рис. 1. Типи різання: 1 - лезом; 2 - пуансоном; 3 - різцем

Загальна теорія різання сільськогосподарських матеріалів розроблена В.П.Горячкіним [5], а подальший її розвиток викладений в наукових працях академіка В.А. Желиговського [6], професора Н.Е.Резніка [7] та інших. В свою чергу необхідно відмітити, що ці наукові праці присвячені подрібненню стеблових сільськогосподарських матеріалів і коренебульбоплодів. Що стосується подрібнення зернових матеріалів різанням, то даний спосіб покладений в основу роботи відцентрово-роторних подрібнювачів [8], в яких зернові матеріали рухаються по каналам диска, що обертається до подрібнюючих ножів. До недоліків таких подрібнювачів можна віднести нераціональні енергетичні витрати на переміщення зернових матеріалів і неможливість прогнозування процесу подрібнення.

Основою гіпотези створення нової конструкції подрібнювача зернових кормів має бути, по перше - подрібнення повинно відбуватися способом різання. По друге - позбавлення допоміжних технологічних операцій, які потребують енергетичних витрат.

Наприклад, подачу зернових кормів в зону подрібнення передбачити під дією гравітаційних сил. Ізолювати контакт зернових кормів із робочими органами дробарки поза зоною подрібнення. По третє - виконання технологічного процесу подрібнення повинно бути прогнозованим, тобто фракційний склад продукту має бути однорідним, заданих розмірів і мати мінімум пиловидної фракції. Технологічну схему подрібнювача зернових кормів зобразимо наступним чином (рис. 2).

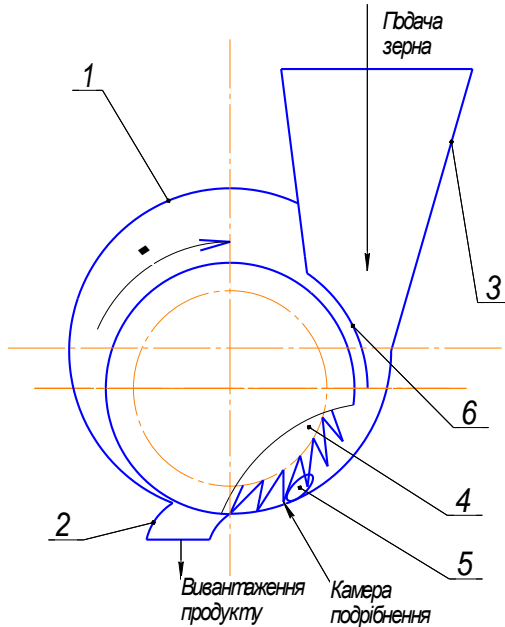


Рис.2.Конструктивно-технологічна схема подрібнювача зернових кормів: 1 - циліндричний корпус; 2 - вивантажувальний патрубок; 3 - бункер зерна; 4 - подрібнювальний ротор; 5 - зерно; 6 - обмежувальний кожух

Запропонований подрібнювач зернових кормів складається із циліндричного корпусу 1, вивантажувального патрубку 2, бункера для зерна 3, подрібнювального ротора 4 і обмежувального кожуха 6. При цьому слід відмітити, що подрібнювальний ротор 4 виконаний з набору дискових фрез і розташований ексцентрично без зазору в циліндричному корпусі 1. Для уникнення взаємодії подрібнювального ротора з зерном поза зоною подрібнення він

обмежений захисним кожухом 6.

Працює подрібнювач зернових кормів наступним чином. Зерно яке підлягає подрібненню завантажується в бункер. При обертанні подрібнювального ротора зубці дискових фрез проникають в зерно і спричиняють деформацію оболонки зерна, що призводить до зниження зусиль подальшого подрібнення (різання лезом). Далі відбувається подальше його переміщення по зоні подрібнення до тих пір, поки сила тертя зерна об дно буде менша зусилля різання. В той час коли відбудеться збільшення сили тертя і виникне заклинення зерна, починає спрацьовувати процес різання різцем. Зрізана частинка зерна, при цьому, транспортується в просторі між зубцями фрези до вивантажувального патрубку. Таким чином в результаті реалізації запропонованої гіпотези розроблена нова конструкція подрібнювача, в якій процес подрібнення буде здійснюватися різанням і енергетичні витрати будуть направлені тільки на процес подрібнення, що безумовно приведе до зниження загальних енергетичних витрат на подрібнення зернових кормів, а можливість інтенсифікації подрібнення - до зменшення металоємності процесу.

Висновки. В результаті аналітичних досліджень процесів подрібнення зернових кормів реалізована гіпотеза по створенню нової конструкції подрібнювача, яка дозволить значно знизити енергоємність і металоємність процесу подрібнення.

Список літератури

1. Боярский Л.Г. Технология кормления и полноценное кормление сельскохозяйственных животных / Боярский Л.Г. - Ростов н/Д: Феникс, 2001. - 200 с.
2. Елисеев В.А. Исследование процесса измельчения зерна ударом: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Технологи и средства механизации сельского хозяйства» / В.А.Елисеев. -Воронеж, 1962. - 27 с.
3. Макаров А.П. Исследование технологического процесса измельчения фуражного зерна в молотковых дробилках / А.П. Макаров // Научн. тр. ВИЭСХ. – М. : Колос, 1964. – Т. XIV. – С. 66-88.
4. Сергеев Н.С. Определение рациональных режимов рабочего процесса при измельчении фуражного зерна. / Молодые исследователи - сельскому хозяйству. - Челябинск: ЧГАУ. - 2002. - С. 92-98.
5. Горячкин В.П. Собрание починений, том 3 / Горячкин В.П.

М.: Колос, 1968. - 384 с.

6. Желиговский В.А. Экспериментальная теория резания лезвием / Желиговский В.А. // Труды МИМЭСХ, вып. 9. - М.:1940. - С.28-36.

7. Резник, Н. Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н.Е. Резник. - М.: Машиностроение, 1975. - 311 с.

8. Сергеев Н.С. Центробежно-роторные измельчители для переработки фуражного зерна / Н.С.Сергеев // Зоотехния. 2007. - №5. - С. 19-21

Аннотация

ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА ЗЕРНОВИХ КОРМІВ

В результате аналитических исследований составных энергетических расходов на процесс измельчения зерновых кормов предложена гипотеза создания новой конструкции измельчителя, реализация которой позволит значительно снизить энергоемкость и металлоемкость процесса измельчения за счет устранения непродуктивных энергетических расходов и применения способа резания на измельчение.

Abstract

THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION OF GRINDING DOWN

AS a result of analytical researches of component power charges on the process of grinding down of corn forages the hypothesis of creation of new construction of grinding down, realization of which will allow considerably to reduce power-hungryness and металлоемкость of process of grinding down due to the removal of unproductive power charges and application of cutting method on grinding down, is offered.