

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОДРІБНЮВАЧІВ ЗЕРНОВИХ КОРМІВ

С.Є. Потапова, інженер

Запропоновано варіант удосконалення методики порівняльного оцінювання машин для подрібнення зернових кормів.

Подрібнювачі зерна, якість подрібнення кормів, продуктивність, енергоємність, ступінь подрібнення.

Постановка проблеми. Для існування та розвитку галузі тваринництва важливе значення має раціональне використання кормової бази. У зв'язку з цим особливої значущості набуває розробка критеріїв і методів оцінки ефективності технологічних прийомів обробки кормової сировини, і вибору технічних засобів для їх здійснення

Однією з найбільш важливих і обов'язкових технологічних операцій підготовки кормів, і зокрема зерна, до згодовування є подрібнення [1]. У практиці кормоприготування процес подрібнення розглядається як процес руйнування зернових кормів з метою одержання продукту з оптимальною крупністю часток, необхідною для ефективного його використання.

Оптимальна крупність кормових часток визначається за науково обґрунтованими зоотехнічними рекомендаціями і залежить від біологічного виду та віку тварин і птиці, від виду зерна і характеру його використання (згодовування окремо чи в складі кормових сумішок або комбікормів) [1,2].

Висока якість подрібнення кормів забезпечується комплексом заходів, пов'язаних з удосконаленням машин-подрібнювачів, підвищенням вимог до керування процесом і контролю продуктів подрібнення.

Аналіз результатів останніх досліджень. Основними параметрами процесу при подрібненні є, як відомо [3], продуктивність Q і питома енергоємність q (витрати енергії на одиницю продукції) обладнання

$$q = \frac{N_n}{Q}, \quad (1)$$

а також якість одержуваного продукту. Проте загальний рівень продуктивності не може бути визначним критерієм, так як визначається цілою низкою конструктивно-технологічних параметрів,

© С.Є. Потапова, 2014

в першу чергу – розмірами робочої камери та робочих органів, кінематичними режимами подрібнювачів, фізико-механічними та технологічними властивостями сировини, що переробляється.

Більш об'єктивним критерієм можна вважати продуктивність, що припадає на одиницю площі поверхні робочої камери. Питомі показники навантаження відображають повноцінність використання простору камери подрібнення, робочих органів машини і значною мірою визначають метало- та енергоємність процесу. Разом з тим, питоме навантаження і енергоємність не враховують якості подрібнення.

Для порівняльного оцінювання технічних засобів застосовують показник енергоємності E_n з урахуванням досягнутого ступеня подрібнення:

$$E_n = \frac{q}{\lambda}, \quad (2)$$

де – N_n потужність, споживана на подрібнення (за вирахуванням втрат холостого ходу); λ – ступінь подрібнення матеріалу, що переробляється.

Але, і в цьому випадку енергетична оцінка здійснюється без урахування рівномірності гранулометричного складу продуктів подрібнення, що не повністю задовольняє умові підвищення ефективності використання кормів. Відомо, що зниження коефіцієнта варіації фракційного складу продукту при подрібненні кормової сировини на кожні 10% під час згодовування тваринам за технологічною ефективністю рівноцінне додатковому виробництву або економії 1-3% кормів. Тому для оцінки якісного аспекту процесу і засобів подрібнення, крім ступеня подрібнення матеріалу, або крупності кінцевого продукту, необхідно враховувати і рівномірність фракційного складу кормових частинок.

Під час комплексного оцінювання і порівняння варіантів енергетичну ефективність процесів і засобів подрібнення пропонується [3] визначати з урахуванням рівномірності фракційного складу кінцевого продукту наступним чином:

- в загальному випадку:

$$E_k = \frac{q}{\lambda(1 - \frac{v}{100})}; \quad (3)$$

- при однаковій крупності і нормованому значенні коефіцієнта варіації фракційного складу продукту:

$$E_p = q \frac{v}{v_n}, \quad (4)$$

де – E_k енергоємність процесу з урахуванням досягнутих ступеня подрібнення матеріалу, що переробляється, та рівномірності фракційного складу отриманого продукту (комплексний критерій); E_p – енергоємність процесу з урахуванням відповідності рівномірності продуктів подрібнення нормативним вимогам; v і v_n , відповідно, – фактичне і нормативне значення коефіцієнтів варіації фракційного складу подрібнених кормів.

Метою досліджень є визначення основних критеріїв оцінювання та вибір методики проведення комплексного порівняльного оцінювання засобів для подрібнення зернових кормів.

Результати досліджень. Для обґрунтування вибору того чи іншого варіанту конструкції подрібнювачів зерна необхідно, насамперед, визначитися із переліком критеріїв оптимізації для подальшої побудови цільової функції. Як було сказано вище, доцільним є комплексне оцінювання за показниками енергетичної ефективності процесу та якості отриманого продукту. Виділяють такі основні критерії та вимоги якісного подрібнення кормів [1]: середньозважений розмір кормових часток (модуль помелу M) має відповідати науково обґрунтованим зоотехнічним вимогам; коефіцієнт варіації фракційного складу продуктів подрібнення не повинен перевищувати 45-65%. Верхня межа рекомендується для дрібного та середнього помелів зерна, нижня – для крупного помелу.

Проте, крім крупності кінцевого продукту, та рівномірності їх фракційного складу необхідно враховувати і інші показники. Зокрема, незалежно від кінцевої крупності часток при подрібненні зернових кормів небажаним є утворення пиловидних фракцій (згідно вимог машиновипробувальних організацій, вона не повинна перевищувати 20%). Надмірне пилоутворення призводить до втрат корму, перевитрат електроенергії на процес подрібнення, зниження довговічності машин, та підвищення експлуатаційних витрат. Пиловидні часточки погано поїдаються тваринами та гірше засвоюються [1;4].

Обмежується також наявність цілих зерен у помелі фуражного зерна (0,3-0,5%), тобто не більше 6 зерен в 100 г подрібненого продукту.

Для здійснення порівняльної оцінки та вибору подрібнювача зерна пропонуємо використати метод результуючого показника якості [5]. Він заснований на формуванні узагальненого показника через інтуїтивне оцінювання впливу частинних показників якості $k_1, \dots, k_n$ на результуючу якість виконання системою її функцій. Оцінювання такого впливу даються групою фахівців – експертів, які мають досвід розробки подібних систем. Найбільше застосування

серед результуючих показників якості одержали адитивний, мультиплікативний і мінімаксний показники.

За адитивного згортання результуючим показником є сума зважених нормованих частинних показників, у той час, як мультиплікативне згортання – це добуток нормованих показників, піднесених до степеня (показник степеня – ваговий коефіцієнт) [5;6].

При здійсненні багатокритеріальної порівняльної оцінки доцільно, на нашу думку, використовувати метод адитивного згортання показників. Використовується у тому випадку, коли критерії незалежні по значущості і їх можна виміряти в кількісній шкалі. Цільова функція має вигляд :

$$f = \sum_{i=1}^n c_i \bar{k}_i \rightarrow \text{extr} \quad (5)$$

де $\bar{k}_i$ – i -й окремий критерій оптимальності в нормованому вигляді, c_i – ваговий коефіцієнт значущості i -го певного критерію,

$$\sum_{i=1}^n c_i = 1; c_i > 0; i = 1, \dots, n. \quad (6)$$

Величина вагового коефіцієнта значущості критеріїв c_i визначається за формулою:

$$c_i = \frac{\sum_{j=1}^n \delta_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij}}, \quad (7)$$

де δ_{ij} – бальна оцінка значущості i -го критерію, яка дана j -м експертом i -тому значенню критерію; j – індекс експерта; i – індекс критерію.

Операція нормування дозволяє виключити вплив на інтегральну оцінку f одиниць вимірювання, величини інтервалу припустимих значень критеріїв, а також уточнює його екстремальність. Для введення нормованих значень показників якості $\bar{k}_1, \dots, \bar{k}_i$ використовують вираз [6]:

$$\bar{k}_i = \frac{k_i}{k_{i0}}, \quad (8)$$

де k_{i0} – деяке опорне (граничне) значення k_i -го показника якості.

Узагальнюючи все вищесказане, пропонуємо використовувати наступну методику для здійснення комплексної порівняльної оцінки процесів і технічних засобів подрібнення зерна з урахуванням показників енергоємності та якості подрібнення.

Для порівняння зернових подрібнювачів доцільним є вибір наступних критеріїв:

k_1 – питома енергоємність процесу, кВт·год/т;

k_2 – коефіцієнт варіації, %;

k_3 – вихід пиловидної фракції, %;

k_4 – кількість цілих (неподрібнених) зерен, %.

Такий вибір уможливлює класичну постановку задачі математичної оптимізації:

$$\left. \begin{array}{l} f_k(k_1, k_2, k_3, k_4) \rightarrow \min \\ \text{за умов} \\ k_1 < k_{10} \\ k_2 < k_{20} \\ k_3 < k_{30} \\ k_4 < k_{40} \end{array} \right\}, \quad (9)$$

де $k_{10} \dots k_{40}$ – граничні значення відповідних змінних,

$$k_{10} = 20 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}, k_{20} = 45\%, k_{30} = 20\%, k_{40} = 0,5\%.$$

Підставивши ці значення у формулу (4) отримаємо вирази для визначення нормованих значень показників якості:

$$\bar{k}_1 = \frac{k_1}{20}, \bar{k}_2 = \frac{k_2}{45}, \bar{k}_3 = \frac{k_3}{20}, \bar{k}_4 = 2k_4. \quad (10)$$

Отримані нормовані значення є безрозмірними величинами.

В результаті отримуємо комплексний безрозмірний показник f_k , за яким можливо здійснити порівняльну оцінку подрібнювачів зерна.

В грудні 2013 року на базі комбікормового цеху ВП НУБіП України НДГ «Агрономічна дослідна станція» була проведена виробнича апробація вальцедекової (одновальцевої) зернодробарки. Під час випробувань досліджувались вищеназвані показники: питома енергоємність q процесу подрібнення, коефіцієнт варіації v , вихід пиловидної фракції p , кількість z цілих зерен. Дані, отримані під час випробувань вальцедекової зернодробарки, порівнювали з відповідними показниками роботи комбікормового агрегату, що використовується в господарстві (табл. 1).

1. Порівняльні дані.

Агрегат	Культура	Модуль помелу M , мм	Помел	q , кВт год/т	v , %	p , %	z , %	f_k
1. Вальце-дековий	ячмінь	1,69	середній	5,8	12	2,7	0	6,43
2. БМК-1		1,74	середній	9	24,5	15	0,8	14,1

Як видно з таблиці, вальцедекова (одновальцева) дробарка має нижчий показник f_k , що свідчить про доцільність її використання з точки зору енергомісткості та якості подрібнення, що є передумовою підвищення ефективності використання кормів і збільшення виробництва продукції тваринництва.

Висновок. Визначені критерії та методика дозволяють здійснювати комплексну порівняльну оцінку процесів і технічних засобів подрібнення зерна з урахуванням показників енергоємності та якості подрібнення, що є передумовою підвищення ефективності використання кормів і збільшення виробництва продукції тваринництва.

Список літератури

1. Ревенко І.І. Машины та обладнання для тваринництва / Ревенко І.І., Брагінець М.В, Ребенко В.І. – К.: «Кондор» 2009. – 735 с.
2. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
3. Ревенко И.И. Комплексная энергетическая оценка процессов и средств измельчения кормового сырья / И.И. Ревенко. // Доклады ВАСХНИЛ. – 1988. – №6. – С. 39–40.
4. Глебов Л.А. Повышение эффективности измельчения компонентов комбикормов / Л.А. Глебов // Комбикормовая промышленность : обзорн. инф. – М., 1984. – 42 с.
5. Новожилова М.В. Математичні моделі захисту інформації : навчальний посібник / М.В. Новожилова, С.С. Добротворський, Я.В. Здановський. – Х.: ХДТУБА, 2008. – 80 с.
6. Герасимов Б.М. Специальные главы высшей математики / Б.М. Герасимов, С.Д. Эйдельман. – К.: Квирту ПВО, 1990. – Ч.1. Математические методы оптимизации. – 172 с.

Предложен вариант усовершенствования методики сравнительного оценивания машин для измельчения зерновых кормов.

Измельчители зерна, качество измельчения зерна, производительность, энергоёмкость, степень измельчения.

A variant of improvement methodology of comparative evaluation of machines for grinding grain feed.

Grinders of grain, quality of grain refinement, performance, consumption, degree of comminution.