

# ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ ПРИ ТЕРМОВСТРУДУВАННІ

*Рибальченко В.Д.,  
аспірант  
інженерно-технологічного факультету*

*Науковий керівник - Костенко О.М.,  
доктор технічних наук, професор*

Основним направленням забезпечення продовольчої програми держави є розвиток тваринництва, при цьому необхідно збільшити виробництво якісних поживних кормів. Розрізняють декілька видів кормів: силосно-коренеплодні, силосні та жомові, концентратно-коренеплодні, сіно-силосо-концентратні, концентратні [2].

Наукові дослідження Мельникова С.В., Вагина Б.І., Яровського О.А. показали, що найбільш ефективно використання концентрованих кормів. Розрізняють декілька способів підготовки та переробки кормів. Одним з перспективних є термовструдування зерна з наступною переробкою.

Зниження вмісту або повне знищення інгібіторів у зерні можливо тільки спеціальною термічною обробкою – обжарюванням, мікронізацією, пропарюванням, а також екструдюванням.

В основі такої технології обробки зерна, як термовструдування лежить інтенсивна короткочасна (5-15 с) високотемпературна (450-600° С) обробка зерна в потоці гарячого повітря. В цих умовах немає необхідності штучного зволоження зерна, використовується тільки її природна волога.

Управляючи в широкому діапазоні швидкістю виділення вологи із зерна, можна оптимізувати поживні якості більш ефективно, ніж іншими відомими методами обробки з конвективним або променевим підводом теплоти. Термовструдована продукція має більш рівномірний склад, тривало зберігає високі кормові властивості як у вигляді взірваного та спученого зерна, так і пластівців або борошна в складі комбікормів. Зерна злаків у процесі термовструдування стають мініатюрними високошвидкісними «фабриками» варки його під тиском з практично миттєвим випаровуванням перегрітої вологи. В момент досягнення максимального тиску пара в зернівці крохмаль модифікується в більш прості вуглеводи, які легко засвоюються, після чого спучене і взірване зерно плющиться, подрібнюється або використовується на корм без такої обробки [2].

Термовструдування зерна дозволяє в значній мірі нейтралізувати інгібітори трипсину, хімотрипсину та ін., які негативно впливають на засвоєння тваринами кормів.

Технологія підготовки переробки кормів при термовструдуванні показана на рисунку 1.

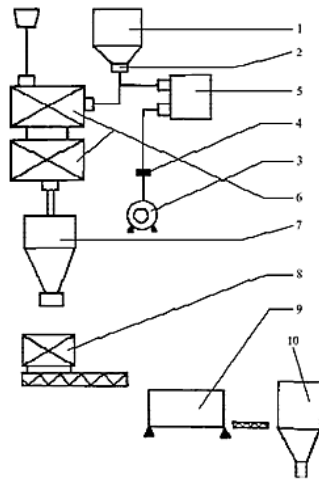


Рисунок 1 – Технологічна схема підготовки та переробки кормів при термовструдуванні

Очищене зерно подається із накопичувального бункера 1 для тимчасового зберігання зерна у бункер-живильник, який має шлюзовий живильник 2 з регульованою частотою обертання ротора. На вструдері 6 можлива тільки послідовна обробка зерна, так як кожний вид має свої режими обробки. Із бункера-живильника зерно попадає в трубопровід, по якому з високою швидкістю рухається теплоносіє. В якості теплоносія можна використовувати перегріте повітря або повітряно-парову суміш. Теплоносіє (повітря) нагнітається вентилятором 3 високого тиску з засувкою 4 для регулювання його швидкості в трубопроводі. Вентилятор прогонює повітря через електрокалорифер 5, де воно нагрівається до заданої температури. Далі воно надходить у вструдер 6 разом з зерном із бункера, а потім повітряним потоком переміщається у циклон-розвантажувач 7 для відокремлення від теплоносія, і попадає в охолоджувальну камеру 8, яка оснащена в нижній частині розвантажувальним шнеком. В охолоджувальну камеру зерно попадає з температурою 100-105° С, охолодження ведеться до температури на 10° С вище температури навколишнього середовища.

Відпрацьований теплоносіє з частинками пилу, лушпиння та щуплого зерна направляється в циклон очистки, з якого виводяться в окрему ємкість.

Установка в технологічну лінію молоткової дробарки 9 дозволяє отримати необхідний гранулометричний склад для кожного виду тварин. Подрібнене зерно через транспортер попадає у накопичувальний бункер 10.

Робочий процес молоткової дробарки характеризується багатократною ударною дією робочих органів на матеріал, а значить головним робочим органом є молоток.

Роботи руху молотка можна визначити за формулою [1]:

$$A_q = \frac{1}{2} m (V_o - V_c) (V_k - V_c), \quad (1)$$

де  $m$  – маса сукупності частинок;

$V_o$  – швидкість молотків до удару;

$V_c$  – швидкість молотків після удару;

$V_k$  – швидкість частинок до удару.

Швидкість молотків до удару  $V_k$  залежить від величини відношення співударяючихся мас. Якщо припустити, що маса частинок мала порівняно з масою молотка, то можна прийняти, що  $V_k \approx V_0$ , тоді [1]:

$$A_q = \frac{1}{2} m (V_0 - V_c)^2. \quad (2)$$

Для визначення роботи руйнування зерна можна використати залежність [1]:

$$A = Gl(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2), \quad (3)$$

де  $G$  – маса молотка;

$l$  – довжина молотка;

$\cos \alpha_1$  – кут після руйнування зерна;

$\cos \alpha_2$  – кут підйому.

Витрати енергії на робочий процес молоткової дробарки визначається виходячи з умови, що окремі частинки в подрібнювальній камері можна розглядати як системи матеріальних точок з масою  $m$  та вважати, що кінематична енергія, як передається повітряно-продуктовому кільцю, витрачається повністю на подолання тертя продукту по поверхні подрібнювальної камери, а енергія деформації йде на подрібнення матеріалу в молоткових дробарках [2].

Отже, корисна енергія ударного імпульсу дорівнює [1]:

$$A_n = A_q + A_c, \quad (4)$$

де  $A_c$  – приріст кінетичної енергії повітряно-продуктового шару в процесі одного удару імпульсу;

$A_q$  – робота деформації.

Після підстановки значень та перетворення отримаємо:

$$A_n = m_c V_0^2 (1 - k). \quad (5)$$

Корисна потужність, що передається молотками повітряно-продуктовому шару, дорівнює:

$$P = \frac{m_c V_0^3 f_o k}{R}, \quad (6)$$

де  $R$  – радіус подрібнювальної камери;

$f_o$  – коефіцієнт тертя;

$k$  – коефіцієнт опору повітря.

Отже, розробка конструкції машини для переробки зерна в умовах термовструдування є актуальною задачею.

### Список використаних джерел

1. Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень: навч. посібн. Харків: НТУ ХПІ, 2009. 142 с.

2. Скляр О.Г., Ботянська Н.І. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібн. Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2012. 720 с.