

ГРАФІЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАЛЬЦЬОВОГО МЛИНА

Русальов О.М., к.т.н., доцент

*Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. Петра Василенка*

У роботі приведені результати розрахунків геометричних параметрів вдосконаленого верстата для подрібнення зерна на концентрований корм. Приведений графічний метод визначення геометричних параметрів деки. Попередні розрахунки показують, що удосконалення дозволить спростити конструкцію, зменшити енергоємність і металоємність верстата на 35...59%.

Актуальність роботи: Ефективність використання комбікормів у значній мірі визначається попередньою підготовкою зернових компонентів, які становлять основу комбікормів.

У зерні бобових дуже багато міститься кормового білка. Він розчиняється у воді і добре перетравлюється в шлунку свиней. При згодовуванні ж бобових великій рогатій худобі розчинний білок руйнується в рубці і значна його частина втрачається. Крім того, особливістю бобових є наявність в зерні шкідливих речовин, які значно зменшують їх цінність для всіх видів тварин, а іноді призводять до неможливості згодовувати їх без попередньої обробки.

Зерно злакових містить 50 % і більше крохмалю. Це цінний вуглевод, однак на його засвоєння тварини витрачають багато енергії, яка могла б бути використана на утворення у тілі жиру та інших корисних речовин. Враховуючи позитивні та негативні якості зерна, його необхідно вважати не кормом, а лише цінною сировиною для приготування кормів. Подрібнення зерна до стану пилу також знижує ефективність його використання внаслідок швидкого проходження через шлунково-кишковий тракт. В. Р. Зельнер та Є. Г. Конопльов (1972) довели, що інтенсивність росту молодняку свиней була на 18 % нижча при згодовуванні кукурудзяної дерті, просіяної через решето з отворами діаметром 0,1 мм, ніж при згодовуванні дерті, просіяної через решето з отворами діаметром 1,8 мм.[1]

Мета роботи: Створення подрібнювача зернових кормів, який би відповідав вимогам відносно ступеня подрібнення і мав кращі ніж у існуючих показники енергоємності і металоємності.

Подрібнення — найпростіший спосіб підготовки зерна до згодову-

вання усім видам тварин. Його здійснюють способами, при яких зерно деформується під ударом, стирається, здавлюється або піддається одночасній дії всіх зазначених процесів. При подрібненні зерна руйнується його щільна оболонка і утворюються частини з значно більшою сумарною поверхнею. У результаті цього підвищується доступність для ферментів травлення усіх поживних речовин і їх перетравність.

Оптимальний ступінь подрібнення зерна для тварин різних видів неоднаковий. Мірилом ступеня подрібнення є модуль крупності помелу, який визначається за середніми даними ситового аналізу. Для свиней він повинен бути 0,2—1,0 мм (тонкий помел), для великої рогатої худоби — 1,0-1,8 мм (середній) і для птиці — 1,8-6 мм (грубий помел).

Вимоги до величини помелу зерна для тварин різних видів та виробничих груп визначені державними стандартами.

На сьогодні подрібнення зернових кормів при приготуванні концентрованих кормів виконується двома способами: ударом та розколюванням. Перший спосіб реалізований в молоткових дробарках, а другий – в вальцьових млинах. При цьому, перевагу віддається першим. Це пов'язано з наступним. Питомі енергоємність та металоємність молоткових дробарок і вальцьових млинів приблизно однакові (питома енергоємність молоткових дробарок – 6...14 Вт.год./кг., а вальцьових млинів – 6...8 Вт.год./кг., питома металоємність: 0,2...0,6 кг.год./кг. і 0,4...0,8 кг.год./кг. відповідно). Однак, вальцьові млини значно складніші за будовою і потребують значних витрат часу на налагодження і технічне обслуговування в порівнянні з молотковими дробарками. В той же час при подрібненні зерна на молоткових дробарках в складі концентрату створюється значна кількість борошна – до 30%, в залежності від ступеня подрібнення. Це визначається способом подрібнення – ударом молотка по зерну зі значною швидкістю – до 80 м./с., тоді, як у млинів швидкість дії – до 6 м./с. і борошна створюється на порядок менше.

Підсумовуючи попереднє, можна зробити висновки, що удосконалення конструкції вальцьових млинів дасть змогу більш ефективно використовувати концентровані корми.

Задачею наших досліджень є спрощення конструкції млина і зменшення енергоємності процесу подрібнення та металоємності конструкції.

Аналізуючи конструкцію і роботу вальцьових млинів, зауважимо, що удосконалення потребує система подачі зерна на вальці.

Продуктивність вальцьового станка визначається за формулою [2, 3, 4]:

$$Q = \Delta \cdot L \cdot V_{cp} \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (1)$$

де Δ – робочий зазор між вальцями, м.;

L – довжина вальців, м.;

V_{cp} – середня швидкість зерна в зоні подрібнення, м.;

ρ – щільність зерна, кг./м³;

φ – коефіцієнт, який враховує ступінь заповнення зерном зони подрібнення ($\varphi=0,1\dots0,2$).

Аналізуючи формулу, зауважимо, що таке мале значення коефіцієнта заповнення φ обумовлено затягуванням зерна в зазор між вальцями шаром товщиною в одне зерно, а також формою зерна. Таким чином вальці працюють на подрібнення на 10..20% своєї довжини.

Ми пропонуємо організувати збільшення подачі матеріалу в два рази за допомогою спеціальної деки (рис. 1).

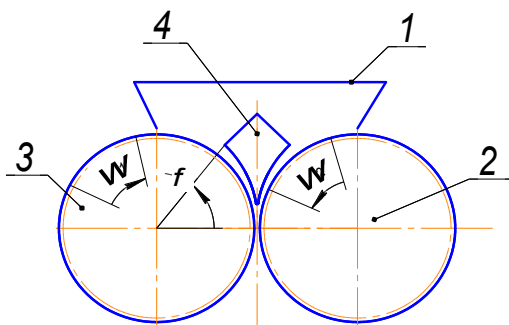


Рисунок 1 – Схема вальцьового млина: 1 – бункер; 2,3 – вальці; 4 – дека.

Така конструкція забезпечить організацію подачі зерна на подрібнення в два потоки, при цьому, на вході в деку встановлюється зазор, який достатній для проходження зерна, а на виході – менший половини товщини зерна. Особливістю процесу подрібнення зерна при такій конструкції є те, що при проходженні зерна під декою на нього діють зубці (рифлі) вальця і зерно розколюється, при цьому витрати енергії значно менші, ніж при стисканні зерна між гранями зубців двох вальців., так як в даному випадку зубець входить в зерно як клин. Остаточне подрібнення зерна між вальцями проходить також з меншими енерговитратами тому, що цілісність зерна уже порушена.

Теоретичні дослідження [5] показали, що максимальний кут установки деки ϕ залежить від кута вістря рифлі α і коефіцієнтів тертя (кута тертя ϕ_1) зерна по рифлі і внутрішнього тертя зернового матеріалу f_1 і f_2 (рис. 2,3):

$$\phi = \arctg \frac{f_2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos(\alpha + \phi_1)}{f_2 \cdot \cos(\alpha + \phi_1) - f_1 \cdot \cos \phi_1} \quad (2)$$

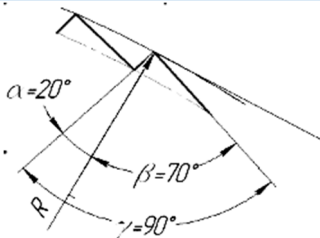


Рисунок 2 - Елемент нарізного вальця: γ -кут загострення, стандартний кут загострення $\gamma = \pi/2$; α - кут вістря, стандартний кут вістря $\alpha = 20^\circ$; β - кут спинки, стандартний кут спинки $\beta = 70^\circ$

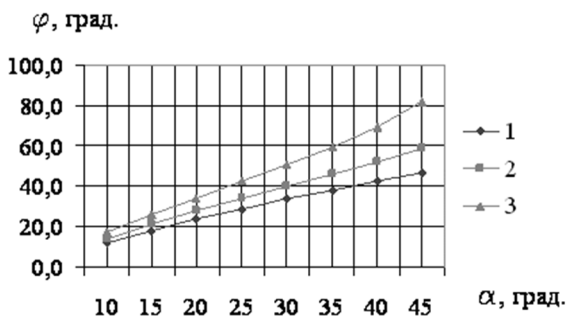


Рисунок 3 – Залежність кута установки деки φ від кута вістря α :
 1- $\varphi_1 = 10^\circ$, 2- $\varphi_1 = 20^\circ$, 3- $\varphi_1 = 30^\circ$ ($f_2 = 1$).

Отримана формула [5] для обрахування потужності на привід запропонованого нами вальцювого станка, який має продуктивність, що дорівнює продуктивності аналога:

$$N_p = \frac{N \cdot \sqrt{\frac{D(a-\Delta)}{2}}}{\pi \cdot D \cdot \frac{\varphi}{360} + \sqrt{\frac{D(a-\Delta)}{2}}}, \text{ Вт.} \quad (3)$$

де D – діаметр вальця, м.;
 a – розмір зерна, м.;
 Δ – робочий зазор між вальцями, м.

Розрахунки показують, що потужність на привід запропонованого станка, яка визначена за формулою (3), менша потужності прототипу (рис. 4). Збільшення діаметра вальців призводить до зменшення необхід-

ної потужності (при $D=0.25\text{м}$. – на 35%, а при $D=0.30\text{м}$. – на 40%), а збільшення кута установки деки φ до 50° – на 55 і 59% відповідно.

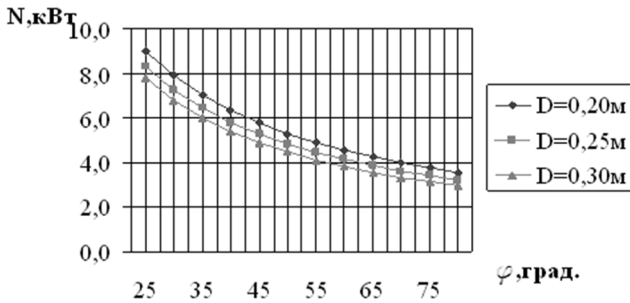


Рисунок 4 – Залежність потужності на привод вальцювального станка від діаметра вальців і кута установки деки φ (Прототип: потужність $N=10$ кВт., продуктивність $Q = 1\text{т/год.}$, $a=5\text{мм.}$, $\Delta=1,5\text{мм.}$).

В нашій роботі ми проводимо подальше дослідження параметрів млина – визначаємо геометричні параметри і положення деки відносно поверхні вальця. Дослідження, які були проведені Мельниковим С.В. показали, що при прикладенні сили до зерна на початковому етапі виникають пружні деформації, потім з'являються внутрішні зсуви, а при досягненні тиску, який переважає тимчасовий опір на зсув [$\sigma_{\text{руйн.}}$] (4,7...9,2МПа). Такий процес для зерна відбувається при відносній його деформації $\epsilon = 0,4...0,5$ [4].

Таким чином, для того, щоб зерно затягувалось в зазор між декою і вальцем і там відбувався процес розколювання зерна, необхідно щоб на вході зазор був більшим в 1,2...1,3 рази ніж середня товщина зерна, а на виході – 0,4...0,5 від середньої товщини зерна – для забезпечення необхідного тиску.

Геометричні параметри деки визначаємо графічним методом (рис. 5).

Вибираємо систему координат з центром в точці O , яка буде центром кола. Проводимо коло радіусом R_1 (радіус вальця) і дугу радіусом R_2 :

$$R_2 = R_1 + a/2, \text{ м}, \quad (4)$$

де a – товщина зерна, м.

Далі з точки C встановлюємо перпендикуляр до перетину з дугою радіуса R_2 . і отримуємо точку A . Потім із центра O , під кутом φ проводимо промінь O_1B :

$$O_1B = R_1 + (1,4...1,5)a, \quad (5)$$

Проводимо: відрізок AB і із його середини (точка K)- перпендикуляр. З точки A робимо засічку радіусом R_2 на перпендикулярі. Отримали точку

O_2 , яка є центром дуги AB радіуса R_2 . Таким чином ми отримали твірну профіля деки – дугу AB .

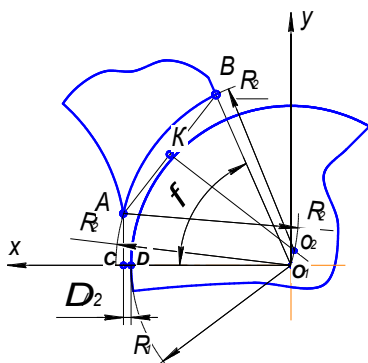


Рисунок 5 - Визначення геометричних параметрів деки:

R_1 – радіус вальця; Δ – зазор між вальцями;
 φ – максимальний кут установки деки.

Висновки

1. Запропоноване нами удосконалення конструкції вальцевого млина дозволить відмовитись від складної системи подачі зерна на вальці.
2. При однаковій продуктивності нова конструкція буде мати в два рази меншу довжину вальців і, відповідно, - меншу загальну масу станка.
3. Розроблено графічний метод побудови профілю деки.
4. Потужність на привід буде менша на 35..59%.

Список літератури

1. Чалая О. С. Ріст і розвиток молодняка свиней на відгодівлі за умов хронічного отруєння важкими металами / О Чалая, О Чалий, С Нагорний // Матеріали конференції «Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції», м. Кам'янець-Подільський, 2018
2. Левятин Г. М. Проектирование мельниц. Заготиздат, 1951.
3. Соминич Н. Г. Механизация животноводческих ферм. Л.: Сельхозгиз, 1957. 544 с.
4. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. М: Колос. 1978.
5. Скорик А.П., Полупанов В.Н., Задорожный В.П., Бурлаков В.С. Обоснование некоторых параметров вальцевой мельницы для приготовления концентрированных кормов. Бюллетень научных работ. Выпуск 13. Белгород.- Издательство Бел.ГСХА, 2008.

Аннотация

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ВАЛЬЦЕВОЙ
МЕЛЬНИЦЫ**

Русалев А.М.

В работе приведены результаты расчетов геометрических параметров усовершенствованного станка для измельчения зерна на концентрированный корм. Приведен графический метод определения геометрических параметров деки. Предварительные расчеты показывают, что усовершенствование позволит упростить конструкцию, уменьшить энергоёмкость и металлоёмкость станка на 35...59%.

Abstract

**THE USE OF GRAPHIC METHOD IS FOR
DETERMINATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS
OF THE IMPROVED MILL**

A. Rusaljev

The results of calculations of geometrical parameters of the improved machine-tool are in-process resulted for grinding down of grain on the concentrated forage. The graphic method of determination of geometrical parameters of sounding board is resulted. Preliminary calculations show that an improvement will allow to simplify a construction, decrease the capacity of energy and metal of machine-tool on 35...59%.