

УДК 631.3: 664.7

## **ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВОЇ ЛУЩИЛЬНОЇ МАШИНИ**

Олексієнко В.О., к.т.н.,

Фучаджи Н.О., к.т.н.,

Коваленко О.О., магістрант

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**Анотація** - в роботі розглянуто методи імітаційного моделювання для визначення раціональних параметрів і режимів роботи відцентрової лушпильної машини.

**Ключові слова** – лушпильні машини, зернівка, робочий орган, швидкість удару, дека.

**Постановка проблеми.** Насіння олійних культур, якщо їх розглядати з точки зору технології переробки, складаються з ядра і оболонки, між якими є повітряний прошарок різної товщини. У більшості насіння є тільки насіннева оболонка, у деяких культур (соняшник) є і насіннева і плодова оболонки, відповідно і два повітряні прошарки.

Склад і поживна цінність ядра і оболонки різні. Ядро містить такі цінні групи речовин, як ліпіди і протеїни. У оболонці знаходиться значна кількість безазотистих речовин і клітковини, ліпідів усього не більше 2 %. До того ж в ліпідах оболонки міститься багато вільних жирних кислот, воску, воскоподібних речовин. В процесі отримання масла вони можуть переходити в продукт і тим самим погіршувати його якість. У зв'язку з цим оболонку необхідно видаляти.

Кількість оболонки значно впливає на якісні характеристики олії. Наприклад, з експериментальних даних для соняшникової олії можна зробити висновок, що чим більше лушпиння містить ядро, тим вище кислотне число отриманої олії, вміст продуктів окислення і небмилюваних речовин.

Підвищення вмісту лузги негативно впливає на товарний вид, смак, запах, колір, прозорість.

Збільшення вмісту оболонки в ядрі, що переробляється, погіршує якість шроту в результаті збагачення його клітковиною і безазотисто - екстрактними речовинами.

Оболонка, будучи легше, ніж ядро, зменшує відсоток використання корисного об'єму виробничого устаткування, що знижує його продуктивність. Так, при збільшенні вмісту лузги в рушанці з 3

до 8 % виробництво форпрессового і екстракційного цехів зменшується приблизно на 10 %.

Таблиця 1 - Вплив вмісту лузги на якісні показники соняшникової олії

Показник якості	Вміст лузги, відсотки			
	0 (ядро)	10 (рушанка)	21,5 (насіння)	100 (лузга)
Маслянистість, відсотки	59,70	55,65	47,21	2,00
Кислотне число, мг КОН/г	0,55	0,73	0,87	23,13
Вміст необмилюваних речовин, відсотки	0,41	1,77	1,85	10,52
Вміст продуктів окислення, відсотки	0,36	0,55	0,68	1,80

Значний вміст щільної оболонки в ядрі перешкоджає його подрібненню до заданих розмірів. Із збільшенням кількості лушпиння зростають втрати олії. Лушпиння має пористу структуру, тому легко поглинає масло на всіх стадіях, важко віддає його в процесі пресування і навіть екстракції, в результаті чого частина олії залишається в макусі і шроті.

**Аналіз останніх досліджень.** Визначення напрямків розвитку наукового потенціалу галузі переробки насіння належить вченим Я.Н. Куприці, Є.М.Мельникову, М.Є.Гінзбургу, Є.Н.Грінбергу, якими створені наукові школи по рішення практичних і теоретичних проблем удосконалення технологій виробництва круп. Основним напрямком вдосконалення засобів механізації для очищення ядра насіння від лузги є створення нових робочих органів ударної дії.

**Постановка задачі.** Перспективними для застосування в лініях переробки олійних культур є луцильні машини відцентрової дії, які більш повно відповідають вимогам ресурсозберігаючих технологій, коли параметри робочих органів та режими їх роботи належно вибрані. Робочими органами таких машин є диск з напрямними лопатками (трубками) та дека Ротор приводиться в рух від електродвигуна через варіатор. Зерно із живильного бункера самопливом поступає в стакан і трубки ротора. Від дії відцентрової сили зернівки в трубках розганяються від початкової швидкості до швидкості, достатньої для лушення зерна його ударом об нерухому деку.

Метод розрахунку робочих органів відцентрових машин в даний час розроблено для конструкції ротора з прямолінійним радіальним

лопатками (трубками) [1, 5]. Він ґрунтується на математичному опису руху насіння по лопатках ротора та експериментальних даних, які встановлюють зв'язок між кінетичними параметрами руху (швидкістю і напрямком удару) із показниками якості і енергоємністю процесу лушення. Для лушення ударом деяких видів культур експериментально доведено, що оптимальним є прямий удар, при цьому енергоємність процесу та швидкість лушення, при яких руйнується оболонка і зберігається цілим ядро, суттєво залежать від виду і сорту культури, вологості насіння.

**Основна частина.** Задача оптимізації лушильної машини формулюється у вигляді мінімаксної задачі з критеріальними і параметричними обмеженнями:

$$\max_t \hat{O}_j \rightarrow \min_{\rho_i} \quad (1)$$

$$j = 1, 2, \dots, l; i = 1, 2, \dots, n; t \in \tau$$

при обмеженнях:

$$\rho_i' \leq \rho_i \leq \rho_i'' \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\hat{O}_v \leq \check{O}_v \quad v = 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

де  $\rho_i$  - параметри системи, які підлягають визначенню;

$\rho_i', \rho_i''$  - гранично допустимі значення параметрів;

$\hat{O}_v$  - функції цілі;

$\check{O}_v$  - гранично допустимі значення критеріїв;

$\tau$  - час виконання технологічного процесу.

Функції цілі визначаються інтегруванням системи диференціальних рівнянь (3, 4), критеріальні і параметричні обмеження (2) деталізуються на етапі розробки конструкторської документації. Задача (1) вирішується ЛП-методом [1, 4] в режимі діалогу конструктора ПЕОМ з застосуванням прикладного пакета програм Mathcad, або Matlab.

Для визначення оптимальних параметрів лушильної машини, в якості функції цілі вибрали величину кута відхилення абсолютної швидкості  $\beta_A$  від нормалі до деки в точці удару.

Задача оптимізації робочого органу лушильної машини приводиться до вигляду:

$$\beta_A \rightarrow \min_{j, r_0, x_0, y_0, r_B, \dots, \omega} q \rightarrow \min_{j, r_0, x_0, y_0, r_B, \dots, \omega}$$

$$P_f(r_0) \rightarrow \min_{j, r_0, x_0, y_0, r_B, \dots, \omega} \quad (3)$$

$$V_{a1} \cos \beta_A \in [V_{A1}, V_{A2}], \psi \leq \frac{\pi}{2} - \arctg f, A \leq A_1 \quad (4)$$

$$\omega \in [\omega_1, \omega_2], r_0 \in [r_{01}, r_{02}], r_B \in [r_{B1}, r_{B2}]$$

$$R \in [R_1, R_2] \quad (5)$$

де  $\beta_A$ ,  $q$ ,  $P_f$  - функції цілі: перша мінімізує відхилення вектора абсолютної швидкості в точці удару зернівки об деку від нормалі в цій точці, друга - енергетичні затрати, третя - силу опору рухові зернівки у вхідній частині трубки;

$j$  - профіль трубок:  $j = \overline{1,5}$ ;

$V_{aA}$  - абсолютна швидкість удару;

$V_{Л1}, V_{Л2}$  - допустимі межі варіювання нормальної компоненти швидкості  $V_{aA}$ ;

$\psi$  - кут між дотичною до профілю трубки і радіусом  $\rho$ ;

$f$  - коефіцієнт тертя ковзання;

$r_0, r_B$  - радіус стакану і ротора відповідно;

$R$  - радіус деки;

$\omega$  - кутова швидкість ротора;

$r_{01}, r_{02}, r_{B1}, r_{B2}, R_1, R_2$  - межі варіювання параметрів.

Радіус стакану  $r_0$  визначаємо виходячи з умови безперервності протікання технологічного процесу при живленні за рахунок гравітаційних сил, номінальній продуктивності машини та умови компановки трубок. Вони виражаються залежностями:

$$\pi r_0^2 V_z = \pi r_0^2 z S(r_0), \quad (6)$$

$$\pi r_0^2 z \gamma S(r_0) = Q \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} r_0 \geq \max \{r_{01}, r_{02}\} \\ r_{01} = \frac{z(r_0 + \delta)}{\pi} + 0,01 \\ r_{02} = \frac{gf}{\omega} \end{array} \right. \quad (8)$$

$$V_z = K_z \sqrt{2gH_{ж}}, \quad (9)$$

$$S(r_0) = K_s V_z \quad (10)$$

де  $r_T$  - радіус трубки;

$z$  - число трубок;

$H_{ж}$  - висота живильного бункера;

$Q$  - номінальна продуктивність машини (кг/с);

$V_z, S(r_0)$  - швидкість падіння насіння на диск та початкова переносна швидкість зернівки в трубці, відповідно;

$\delta$  - товщина трубки;

$f$  - коефіцієнт тертя ковзання;

$g$  - прискорення вільного падіння, 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$\omega$  - кутова швидкість обертання диска;

$K_z K_s$  - коефіцієнти, які враховують зменшення швидкості падіння зернівки від тертя зернівки об стінки і зміни напрямку його руху (визначаються експериментально).

**Висновки.** Запропонована методика дозволяє вирішувати методом імітаційного моделювання в режимі діалогу конструктора з ЕОМ задачу визначення раціональних параметрів і режимів роботи.

#### Література

1. *Абрамов Э.В.* Совершенствование технологии производства крупы / Э.В. Абрамов, Буй Дык-Хой, М.Е. Гинбуог. - М.: Пищевая промышленность, 1972. - 40 с.
2. *Авдусь П.Б.* Определения качества зерна, муки и крупы / П.Б. Авдусь, А.С. Сапожникова. - М.: Колос, 1976. - 155 с.
3. *Гавриленко И.В.* Оборудование для производства растительных масел. Изд.2-е, переработ. и доп. / И.В. Гавриленко. - М.: Пищевая промышленность, 1972. - 312 с
4. *Єременок І.В.* Обґрунтування типорозмірних рядів млинів і крупорушок сільськогосподарського призначення / І.В. Єременок // Зб. наук. пр. "Науковий вісник Національного аграрного університету". Випуск 13. - К.: НАУ, - 1999. - С. 229-234.
5. Методика обоснования типажа сельскохозяйственной техники / УААН, Институт механизации и электрификации сельского хозяйства, п.г.т.Глеваха, 1994. - С. 6-8.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ЛУЩИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Олексеенко В.А., Фучаджи Н.О., Коваленко О.О.

**Аннотация** - в работе рассмотрены методы имитационного моделирования для определения рациональных параметров и режимов работы центробежной лущильной машины.

### DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF WORKING ORGANS AND MODES OF OPERATIONS OF CENTRIFUGAL DEHULLER

N. Fuchadzhi, V. Oleksienko, O. Kovalenko

#### *Summary*

The article is dedicated to simulation techniques in-process considered for determination of rational parameters and modes of operations of centrifugal dehuller.