

## ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ШНЕКОВОГО ПРЕСУ

*О.А.Горбенко, кандидат технічних наук, доцент*

*В.В.Стрельцов, магістр*

*Миколаївський державний аграрний університет*

*В статті проведено аналіз відомих технологічних процесів і обладнання переробки олійної сировини. При аналізі досліджень було виявлено, що більшість пресів холодного віджиму малопродуктивні і досить енергоємні. Для вирішення поставленої задачі запропоновано конструктивне рішення шнекового пресу*

Головною задачею сільськогосподарського виробництва є впровадження нових технологій переробки сільськогосподарської продукції в умовах господарств різних форм власності. Нагальною задачею є також виробництво малогабаритної, малоенергоспоживчої техніки для комплектації технологічних ліній переробки сільськогосподарської продукції.

В Миколаївській області соняшник є однією з найбільш розповсюджених сільськогосподарських культур. Це обумовлюється насамперед високою рентабельністю вирощування культури, можливістю ефективної реалізації як насіння, так і рослинної олії. Але на сьогоднішній день багато господарств змушені віддавати насіння соняшнику в якості сировини за низькими закупівельними цінами чи на переробку великим підприємствам, втрачаючи при цьому кошти.

Сучасна технологія виробництва рослинної олії включає різноманітні операції. Значне місце серед них займають механічні операції (очищення насіння від домішок, руйнування і відділення плодових і насінневих оболонок від ядра, подрібнення ядра і проміжних продуктів їх переробки), за допомогою яких здійснюється підготовка матеріалу до інтенсивних фізико-хімічних змін. Важливе місце в технологічному процесі займають дифузійні і дифузійно-термічні процеси такі як: кондиціонування насіння, волого-теплова обробка м'ятки (підсмажування м'ятки), екстракція органічними розчинниками, відгін розчинника з місцели і шроту, а також гідромеханічні процеси пресування м'ятки на шнекових пресах, відстоювання і фільтрування олії [1,3].

Для вилучення олії застосовують два основні способи – механічний або пресовий (для переробки сировини з високим вмістом олії) і екстракційний, що передбачає виділення олії з сировини за допомогою органічних розчинників («пряма екстракція»). В основу пресового способу покладено процес пресування. Пресування – це механічне віджимання олії за допомогою пресових шнеків [2].

Видалення олії пресовим способом може бути здійснено пресами попереднього та остаточного пресування. Для форпресування (попередне

відділення) головним чином застосовуються шнекові преси, у яких крок витків шнекового валу до виходу зменшується, а діаметр тіла витка збільшується. Для остаточного пресування застосовуються преса, які мають постійний крок витка, оскільки тиск на матеріал в них створюється за рахунок протитиску.

Існуючі шнекові преси можуть бути виконані:

- зі ступінчастим зеєром, ступінчастим шнековим валом та регулюючим корпусом;
- зі ступінчастим зеєром, валом та калібрувальним кільцем;
- з прямим циліндричним зеєром та діафрагмовим затвором;
- преси-гранулятори з матричним філь'єром [4-6].

Аналіз відомих конструкцій пресового обладнання, визначення переваг і недоліків створило необхідність розробки модернізованої конструкції пресу, що має кращі конструктивно-технологічні характеристики.

Протягом 2004-2007 рр. на кафедрі механізації і електрифікації сільськогосподарського виробництва Миколаївського ДАУ виконувалася науково-дослідна робота, мета якої – модернізація конструкції пресової установки. Використання цієї конструкції в технологічній лінії переробки насіння соняшнику сприяє інтенсифікації пресування і збільшенню виходу олії. Основна увага при розробці вдосконаленої конструкції приділялася впровадженню пароутворюючого пристрою та збільшенню довжини приймально-підготовчої камери.

Для визначення конструктивних та технологічних параметрів проведено теоретичний аналіз роботи шнекового пресу.

Як показали теоретичні дослідження, повна питома робота, витрачена на відокремлення олії пресуванням, визначається сумою чотирьох робіт, витрачених на ущільнення насіння соняшнику, стікання м'язги, подолання сил тертя, стікання олії через зеєрні канали (філь'єри):

$$A'_{II} = A'_{UH} + A'_{CM} + A'_{TP} + A'_{CO}; \quad (1)$$

$$A'_{II} = \frac{C}{m-1} \cdot \left( \rho_2^{m-1} - \rho_1^{m-1} \right) + n \cdot \xi \cdot \frac{S^2 \cdot \omega^2}{8 \cdot \pi \cdot \varepsilon^2} + c \cdot \rho_2^{m-1} \cdot \left[ 1 - \frac{S_0}{2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot f \cdot D} \cdot \left( 1 - e^{-2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot f \cdot D_x} \right) \right] + \xi_0 \cdot \frac{K_u^2}{2} \cdot \left( \frac{\rho_2}{\rho_0} \cdot \frac{D \cdot S \cdot v}{a \cdot n_c} \right), \quad (2)$$

де  $A'_{II}$  – повна робота, витрачена на процес пресування (Дж/кг);  $A'_{UH}$  – робота ущільнення насіння соняшнику;  $A'_{CM}$  – робота, витрачена на стікання м'язги;  $A'_{TP}$  – робота, витрачена на подолання сил тертя;  $A'_{CO}$  – робота, витрачена на стікання олії через зеєрні канали, Дж/кг;  $\rho_1, \rho_2$  – початкова і кінцева густина, відповідно, кг/м<sup>3</sup>;  $n$  – кількість зеєрних каналів;  $\xi$  – коефіцієнт

місцевого опору;  $S$ —крок гвинтової лінії, м;  $\omega$ —кутова швидкість, рад/с;  $\varepsilon$ —коефіцієнт живого перетину зерної камери;  $f$ —коефіцієнт зовнішнього тертя матеріалу, що стискається;  $a$ —ширина зерного каналу, м;  $D$ —внутрішній діаметр камери, м;  $\eta$ —коефіцієнт бічного тиску матеріалу, що стискається;  $K_u$ —коефіцієнт відокремлення олії;  $S_0$ —робоча площа зерної камери, м<sup>2</sup>;  $c, m$ —коефіцієнти, що визначають фізичні властивості насіння соняшника;  $v$ —швидкість руху олії по зерних каналах, м/с.

Робота ущільнення насіння соняшнику:

$$A'_{UH} = \frac{C}{m-1} \cdot (\rho_2^{m-1} - \rho_1^{m-1}), \text{ Дж/кг.} \quad (3)$$

Робота, витрачена на стікання м'язги, визначається:

$$A'_{CM} = n \cdot \xi \cdot \frac{S^2 \cdot \omega^2}{8 \cdot \pi \cdot \varepsilon}, \text{ Дж/кг.} \quad (4)$$

Робота, витрачена на подолання сил тертя:

$$A'_{TP} = c \cdot \rho_2^{m-1} \cdot \left[ 1 - \frac{S_0}{2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot f \cdot D} \cdot \left( 1 - e^{-2 \cdot \pi \cdot \eta \cdot f \cdot D x} \right) \right], \text{ Дж/кг.} \quad (5)$$

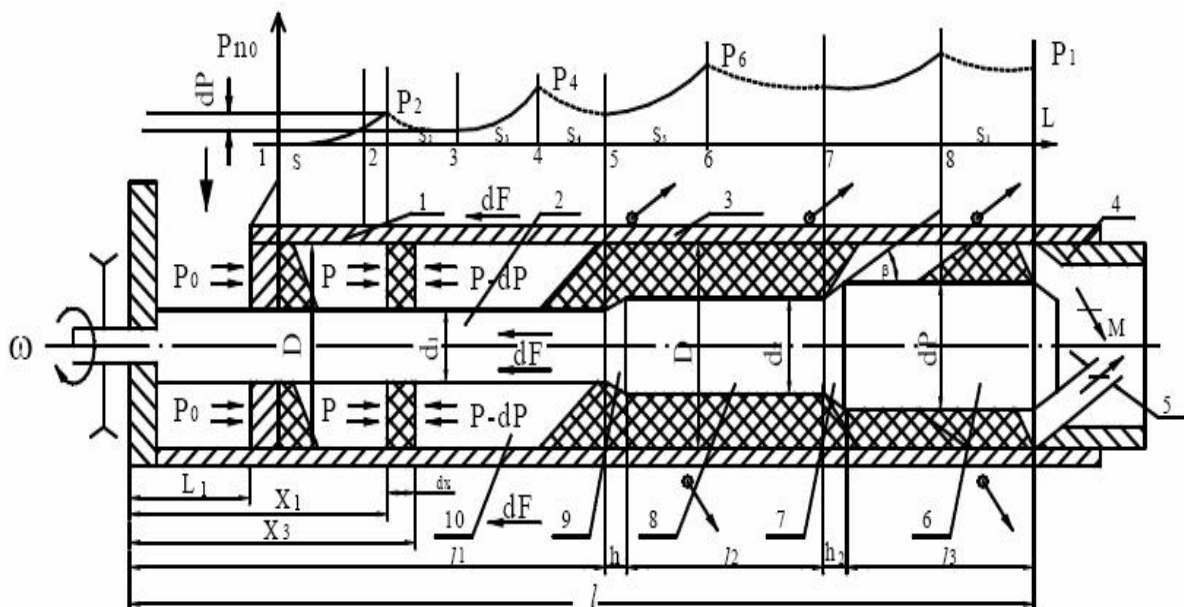


Рис. Розрахункова схема процесу розділення насіння соняшнику

( $\rightarrow$ ) на олію ( $\circ \rightarrow$ ) і макуху ( $+ \rightarrow$ ) пресуванням:

- 1 – приймально-підготовча камера; 2 – приводний набірний шнековий вал; 3 – зерна камера; 4 – механізм регулювання тиску; 5 – регулювальний зазор; 6, 8, 10 – шнеки; 7, 9 – перехідні конуса

Робота, витрачена на стікання олії через зерні канали:

$$A'_{CO} = \xi_0 \cdot \frac{K_u^2}{2} \cdot \left( \frac{\rho_2}{\rho_0} \cdot \frac{D \cdot S \cdot v}{a \cdot n_c} \right), \text{ Дж/кг.} \quad (6)$$

Проведений теоретичний аналіз створює передумови для визначення основних конструктивних і режимних параметрів шнекового пресу.

Продуктивність шнекового пресу (кг/год) визначатиметься за формулою:

$$Q = 600V_j \rho_j \omega K_s K_V (1 - K_b) K_y K_p, j = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

де  $V_j$  – теоретичний об'єм м'язги на довжині  $j$ -го витка гвинта, м<sup>3</sup>;  
 $\rho_j$  – густина м'язги в зоні  $j$ -го витка гвинта, кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho_j = \rho_{жс} \varepsilon_j. \quad (8)$$

Тут  $\rho_{жс}$  – густина м'язги в зоні живлення,  $\rho_{жс} = 450$  кг/м<sup>3</sup>;  
 $\varepsilon_j$  – ступінь стиску м'язги в робочому об'ємі  $j$ -го витка гвинта:

$$\varepsilon_j = (1 + j)^{1,45}; \quad (9)$$

$\omega$  – кутова швидкість гвинтового вала, рад/с;

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (10)$$

де  $n$  – число обертів шнекового вала;  $K_s$  – коефіцієнт ущільнення м'язги,  $K_s=2$ ;  $K_V$  – коефіцієнт використання міжвиткового об'єму живильного витка,  $K_V=0,86$ ;  $K_b$  – коефіцієнт, який ураховує зворотний рух м'язги вздовж осі гвинта,  $K_b=0,64$ ;  $K_y$  – коефіцієнт, що враховує вид олійної культури (для насіння соняшнику  $K_y=1,0$ );  $K_p$  – коефіцієнт, що враховує режим роботи преса (для одноступеневого пресування  $K_p=1$ ).

Проведений теоретичний аналіз представленої математичної моделі дозволив встановити, що на витрати енергії процесу пресування основний вплив мають геометричні параметри зернової камери – діаметр, довжина, робоча площа, ширина зерних каналів, кількість зерних каналів, крок гвинта. Разом з конструктивними параметрами зернової камери значний вплив роблять і фізико-механічні властивості насіння соняшнику, м'ятки і м'язги, такі як густина, коефіцієнт зовнішнього тертя і бічного тиску. Окрім того, певний вплив на енергетику процесу мають також кінематичні параметри: кутова швидкість шнекового вала і лінійна швидкість витків шнеку уздовж осі вала. Дослідження цих параметрів виконано на лабораторній установці пресового шнеку.

З метою збільшення продуктивності в дослідному зразку пресової лабораторної установки збільшено довжину приймально-підготовчої камери. Проведені лабораторні дослідження підтвердили вірність такого рішення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Щербаков В.Г. Технологія отримання рослинної олії. 3-е видавництво, перероблене та доповнене – М: Колос, 1992.
2. Кічичін В.П. Технологія та технохімічний контроль виробництва рослинної олії, М.: Харчова промисловість, 1976.
3. Копійковський В.М., Данильчук С.І, Гарбузова Г.І. Технологія виробництва рослинних олій. - М.: Легка та харчова промисловість, 1982.
4. Кошевой Е.П. Оборудование для производства растительных масел – М.: Агропромиздат, 1991.
5. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел – М.: Пищевая промышленность, 1974.
6. Гавриленко І.В. Обладнання для виробництва рослинних олій. - М.: Харчова промисловість, 1972.