

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТИСКУ ВЗДОВЖ ШНЕКОВОГО ВАЛА ОЛІЙНОВІДТИСКНОГО ПРЕСА

**Том'юк В.В. асп.**

*(Львівський національний аграрний університет)*

*Проаналізовано вплив тиску пресування насіння олійних культур на процес отримання олії, її кількісні та якісні показники. Проведено розрахунок ступеня наростання тиску вздовж шнекового вала, гвинтовий канал якого виготовлено у вигляді частини сегмента. Досліджено вплив довжини шнекового вала на ступінь наростання тиску, час пресування та інтенсивність видалення олії.*

**Постановка проблеми.** Підвищення вартості енергоносіїв, зокрема дизельного пального за останні роки призвело до перетворення сільськогосподарських виробників зі споживача на виробника. Вирощування сільськогосподарської продукції на сировину для виготовлення альтернативних видів пального, а саме біодизеля на основі рослинних олій давно вже не є новиною. Найбільш придатною сировиною для його виробництва є олія з насіння озимого ріпаку. На даний час площі під посів даної культури різко збільшилися, а разом з цим, відповідно і кількість сировини.

Для виробництва олії з насіння олієвмісних культур в умовах сільськогосподарських підприємств, на сьогодні, в основному використовується механічний метод, який передбачає пресування насіння на шнекових пресах. Основними технічними засобами для реалізації цього методу є преси. Існуючі на даний час конструкції в багатьох випадках не дозволяють в повній мірі видаляти олію з олієвмісної сировини, через що можливі її втрати в макусі та погіршення якісних показників. Для усунення даних недоліків

необхідно провести дослідження процесу пресування насіння ріпаку на шнекових пресах і на основі отриманих даних обґрунтувати їх технологічні та конструктивні параметри.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Процес пресування насіння олієвмісних культур є достатньо складним, оскільки він залежить від значної кількості технологічних та конструктивних чинників. Основним із технологічних чинників, який впливає на кількісні і якісні показники роботи шнекового преса, є робочий тиск процесу пресування[1–4]. Аналіз досліджень впливу тиску на процес пресування показав, що його збільшення викликає денатурацію білків та зміну ліпідного складу жирів, а його зменшення призводить до втрат олії в макусі[3]. Як відомо, величина тиску залежить від геометричних параметрів шнекового вала: форми гвинтового каналу, його ширини, глибини, довжини та діаметра. Геометричні особливості гвинтового каналу створюють суттєвий вплив на основні складові переробки олієносною сировини, зокрема, на продуктивність, вихід олії та енергетичні показники. Також відомо, що зі збільшенням наростання тиску в камері пресування збільшується час відтискання олії та її вихід [5].

Виходячи з цього, актуальними є дослідження впливу геометричних параметрів гвинтового каналу шнекового вала на ступінь наростання тиску, а разом з цим, на вихід олії.

**Постановка завдання.** Підвищити ефективність роботи шнекового преса на підставі обґрунтування геометричних параметрів гвинтового каналу шнека та їх впливу на ступінь наростання тиску і вихід олії.

**Виклад основного матеріалу.** На сьогоднішній день існує кілька форм гвинтового каналу шнека: трапецієподібний, прямокутний, трикутний та у вигляді сегмента кола. Проведеними дослідженнями [3] встановлено, що перспективним напрямком вдосконалення конструкції шнекового вала є створення гвинтової канавки у вигляді сегмента циліндра. У зв'язку з цим, запропоновано задню стінку та внутрішній діаметр шнека об'єднати в сегмент

кола  $ABB_1$ , а передню стінку канавки залишити прямою, перпендикулярною до осі шнека (рис. 1).

Розглянемо елементарний об'єм гвинтового каналу робочого тіла (рис. 1), який обмежений поверхнями шнека, зєрного циліндра і двома площинами, нормальними до поверхні шнека.

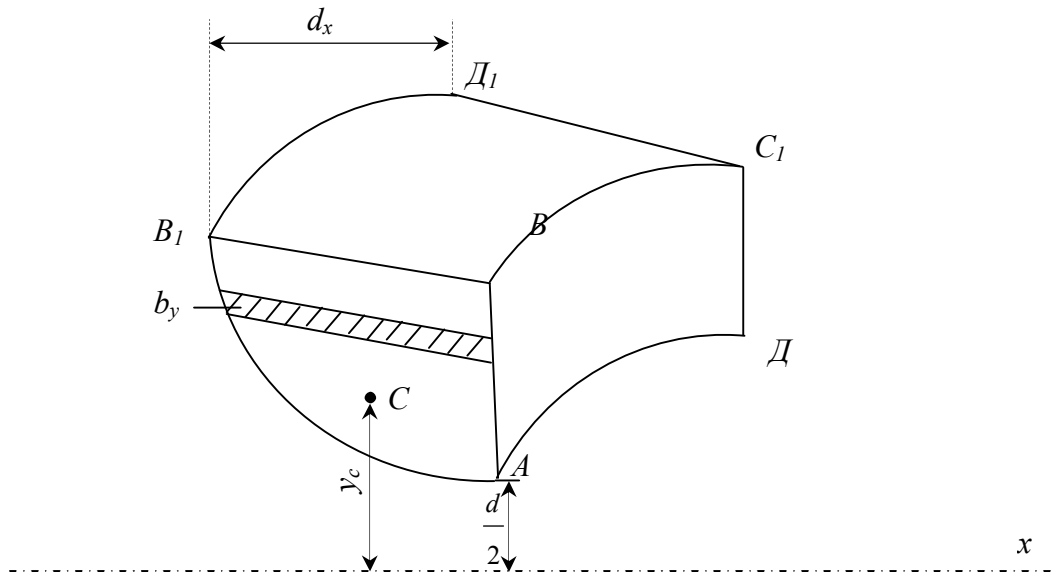


Рис.1. Схема вирізаного елементарного об'єму гвинтового каналу шнекового вала

Обчислимо деякі геометричні характеристики виділеного об'єму.

Площа грані  $ABB_1$ :

$$S_1 = \int_0^H b(y)dy \quad (1)$$

де  $H=AB$  – глибина каналу шнека, мм;  $0 \leq b(y) \leq BB_1$ ;  $BB_1 = h \cos \alpha$  ;

$h$  – крок гвинта шнека;

$\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії;

$b(y)$  – змінна ширина каналу шнека.

Точка  $C$  – центр ваги криволінійного трикутника. Відстань  $y_c$  можна обчислити за формулою:

$$y_c = \frac{d}{2} + \frac{\int_0^H yb(y)dy}{S_1} \quad (2)$$

Площа грані  $BB_1D_1C_1$ :

$$S_{BB_1D_1C_1} = S_2 dx, \quad (3)$$

де

$$S_2 = h \cos \alpha \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{D}{h} \pi\right)^2}. \quad (4)$$

Площа поверхні  $ABC_1D_1$ :

$$S_{ABC_1D_1} = S_3 dx, \quad (5)$$

де  $S_3 = \frac{H}{2} \left( \sqrt{1 + \left(\frac{d}{h} \pi\right)^2} + \sqrt{1 + \left(\frac{D}{h} \pi\right)^2} \right).$

Площа поверхні:

$$S_{AB_1D_1D} = S_4 dx, \quad (6)$$

де

$$S_4 = \int_0^H \sqrt{1 + (b'(y))^2} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\frac{d}{2} + y}{h}\right)^2} 4\pi^2 dy. \quad (7)$$

Об'єм виділеного елемента:

$$V_{об} = V dx, \quad (8)$$

де

$$V = S_1 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{y_c}{h}\right)^2} 4\pi^2. \quad (9)$$

На виділений елементарний об'єм діють навантаження, (рис.2), а саме:  $P$  – тиск у каналі шнека, мПа;  $P_1 = \eta_1 P$  ( $\eta_1$  – коефіцієнт передачі тиску) – тиск з боку поверхні шнека, мПа;  $P_2 = \eta_2 P$  – тиск з боку зєрного циліндра, мПа;  $q$  – рівномірний тиск з боку штовхаючої поверхні  $AB_1D_1D$  шнека, який і спричиняє рух виділеного елемента, мПа. Крім цього, на поверхнях контакту виділеного елемента з зєрним циліндром і шнеком виникають сили тертя, які є рівними:  $T_1 = f_1 P_1 = f_1 \eta_1 P$ ,  $T_2 = f_2 P_2 = f_2 \eta_2 P$ ,  $T_q = f_1 q$ .

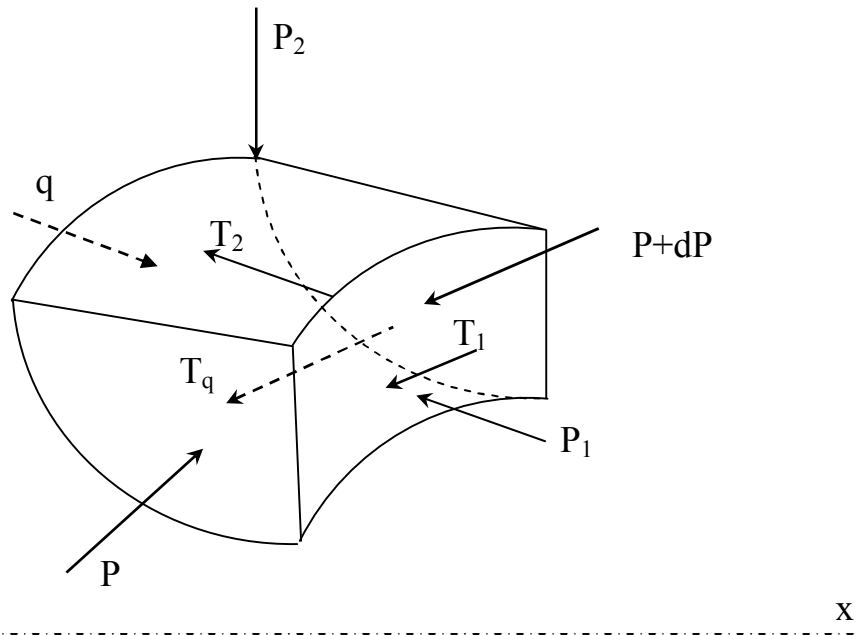


Рис. 2. Дія навантажень на виділений елементарний об'єм гвинтового каналу

Кількість руху виділеного елемента можна обчислити за формулою:

$$Q = \rho \cdot V dx \cdot v_c, \quad (10)$$

де  $\rho$  – густина робочого матеріалу, яка змінюється в процесі руху виділеного елемента,  $\text{кг/м}^3$ ;  $v_c = \omega \cdot y_c \cdot \cos \alpha$  – швидкість центру мас виділеного об'єму, яка утворює з віссю  $x$  кут  $90-\alpha$ ;  $\omega$  – кутова швидкість шнека,  $\text{хв}^{-1}$ .

Запишемо для виділеного елемента теорему про зміну кількості руху у диференціальній формі в проекції на вісь  $x$  (вісь шнека):

$$\begin{aligned} \frac{d(Q \sin \alpha)}{dt} = & P \cdot S_1 \cos \alpha - (P f_1 dP) S_1 \cos \alpha - f_2 \eta_2 P \sin \alpha \cdot S_2 dx - \\ & - f_1 \eta_1 P \cos \alpha (S_3 + S_4) dx + q \sin \alpha \cdot S_3 dx - q f_1 \cos \alpha S_4 dx. \end{aligned} \quad (11)$$

Підставивши вираз (10) і розділивши на  $dx$ , отримаємо:

$$\begin{aligned} \frac{d(\rho V \cdot v_c \sin \alpha)}{dt} = & - \frac{dP}{dx} S_1 \cos \alpha - P \cdot (f_2 \eta_2 \sin \alpha S_2 + f_1 \eta_1 \cos \alpha (S_3 + S_4)) + \\ & + q (\sin \alpha S_3 - f_1 \cos \alpha S_4) \end{aligned} \quad (12)$$

Вважаємо, що  $V_c = \text{const}$ , а густина виділеного елемента залежить від тиску наступним чином:

$$\rho = \rho_0 + (\rho_1 - \rho_0) \frac{P - P_0}{P_k - P_0}, \quad (13)$$

де  $\rho_0$  – початкова густина, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_1$  – кінцева густина (густина мезги), кг/м<sup>3</sup>;

$P_0$  – початковий тиск ( $x=0$ ), мПа;

$P_k$  – кінцевий максимальний тиск, мПа.

В даному випадку слід враховувати співвідношення:

$$\frac{dP}{dt} = \frac{d\rho}{dx} \cdot \frac{dx}{dt}, \text{ при чому } \frac{d\rho}{dx} = \frac{\rho_1 - \rho_0}{P_k - P_0} \cdot \frac{dP}{dx}, \text{ а } \frac{dx}{dt} = V_c \sin \alpha. \quad (14)$$

Підставивши (14) в (12), отримаємо кінцеве диференціальне рівняння для знаходження розподілу тиску  $P$  вздовж осі шнека:

$$\frac{dP}{dx} + kP = q_1, \quad (15)$$

де  $k_1 = S_1 \cos \alpha + V V_c^2 \sin^2 \alpha \cdot \frac{\rho_1 - \rho_0}{P_k - P_0}, \quad (16)$

$$k = \frac{f_2 \eta_2 \sin \alpha S_2 + f_1 \eta_1 \cos \alpha (S_3 + S_4)}{k_1}, \quad (17)$$

$$q_1 = \frac{q(\sin \alpha S_3 - f_1 \cos \alpha S_4)}{k_1}. \quad (18)$$

Знаходимо загальний розв'язок рівняння (15):

$$P = \frac{q_1}{k} + C_2 e^{-kx}. \quad (19)$$

Даний розв'язок повинен задовольняти умови:

$$\begin{aligned} x = 0; & P = P_0 \\ x = L; & P = P_k \end{aligned} \quad (20)$$

де  $L$  – довжина шнека, мм.

Підставляючи в (20) розв'язок (19), отримаємо алгебраїчні рівняння для знаходження сталих  $C_2$  і  $q_1$ , а саме:

$$\begin{cases} \frac{q_1}{k} + C_2 = P_0 \\ \frac{q_1}{k} + C_2 e^{-kL} = P_k. \end{cases} \quad (21)$$

Звідси знаходимо

$$C_2 = -\frac{P_\kappa - P_0}{1 - e^{-kL}} \quad (22)$$
$$\frac{q_1}{k} = P_0 + \frac{P_\kappa - P_0}{1 - e^{-kL}}.$$

Отже, розподіл тиску вздовж осі шнека:

$$P(x) = P_0 + \frac{(P_\kappa - P_0)(1 - e^{-kx})}{1 - e^{-kL}}; \quad 0 \leq x \leq L. \quad (23)$$

Змінюючи довжину  $L$  можна регулювати інтенсивність наростання тиску.

**Висновки.** Інтенсивність виходу олії, час пресування та ступінь наростання тиску в шнековому пресі, гвинтова канавка вала якого виконана у формі запропонованого сегмента, в основному залежить від довжини вала. Збільшення довжини вала призводить до зростання часу пресування та ступеня наростання тиску, а разом з цим, виходу олії. Значення довжини шнека слід встановити, виходячи із встановленого відсоткового виходу олії або її залишку в макусі.

## Список літератури

1. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел. – М.: “Пищевая промышленность”, 1966 – 478с.
2. Голдовский А.М. Теоретические основы производства растительных масел. – М.: Пищепромиздат, 1958, – 496с.
3. Дидык Т.А. Снижение энергоемкости пресс-экструдеров // Вавиловские чтения – 2004: Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 117-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2004. – с. 49-52.
4. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел. – М.: “Пищевая промышленность”, 1966. – 439с.

5. Том'юк В.В. Визначення коефіцієнта та кута зовнішнього тертя насіння ріпаку. //Вісн. Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження. 2008. – №12. С – 598-602.

## **Аннотація**

### **Исследование распределения давления вдоль шнекового вала маслоотжимного пресса**

ТОМЬЮК В.В.

*Проанализировано влияние давления прессования семян масличных культур на процесс получения масла, ее количественные и качественные показатели. Проведен расчет степени нарастания давления вдоль шнекового вала, винтовой канал которого изготовлен в виде части сегмента. Исследовано влияние длины шнекового вала на степень нарастания давления, время прессования и интенсивность извлечения масла.*

## **Abstract**

### **Research distributing of pressure along screw billow oil press**

V.Tomyuk

*Influence the pressure of pressing the seed of oil-bearing cultures is analysed on the process of receipt of oil, its quantitative and high-quality indexes. The calculation of degree of growth the pressure is conducted along a screw billow the spiral channel of which is made as part of segment. Influence of length of screw billow is investigational on the degree of growth of pressure, pressing time and intensity of extraction of butter.*