

УДК 664.7.05; 621.979

І.О. Ніщенко, С.Й. Ковалишин, В.В. Том'юк

Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни

Вплив конструктивних параметрів шнекового вала на енергетичні показники олійновідтискного преса

Проведено аналіз чинників, які впливають на енергетичні показники шнекового олійновідтискного преса. Доведено вплив на потужність преса довжини шнекового вала та частоти його обертання.

олійновідтискний прес, шнековий вал, потужність, коефіцієнт тертя, насіння олійних культур, вихід олії

Процес вичавлювання олії з насіння олієвмісних культур шляхом пресування є складним та енергозатратним. Результати досліджень даного процесу свідчать, що енергетичні затрати складаються із основних трьох складових – потужності на ущільнення олієвмісної сировини, потужності на подолання сил тертя між сировиною, шнековим валом та зерною камерою, а також потужності, необхідної на вичавлювання олії [5]. Поліпшити енергетичні показники олійновідтискного преса можливо шляхом оптимізації його технологічних та конструктивних параметрів. До перших із них відносять частоту обертання шнекового валу та площу отворів для відведення макухи, а до других – довжину шнекового вала, його внутрішній та зовнішній діаметри, крок та форму гвинтового каналу. Крім цього, на енергетичні показники впливають і фізико-механічні властивості олієвмісної сировини – геометричні розміри насіння, коефіцієнт тертя ковзання тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати досліджень впливу технологічних параметрів шнекового олійновідтискного преса показали, що зі збільшенням частоти обертання вала лінійно збільшується потужність на вичавлювання олії, а разом з цим погіршуються енергетичні показники процесу [5]. Крім цього, вони також залежать від геометричних особливостей гвинтового каналу [7] та довжини зерної камери [1], а, відповідно, і шнекового вала. В роботах [3, 6] наголошується на доцільність збільшення довжини вала, оскільки в такому разі в камері пресування розвивається більший тиск [2, 4] та відбувається збільшення часу дії останнього на пресований матеріал, що призводить до глибшого вичавлювання олії. Недоліком довгих валів є те, що вони швидко перевантажуються. Це спричиняє втрату міцності, через що для їх виготовлення необхідно застосовувати високоякісні сталі, які добре працюють на складну деформацію. Крім того, збільшуються габарити преса, ускладнюється експлуатація та технічне обслуговування.

У зв'язку з цим необхідно ґрунтовніше дослідити вплив конструктивних параметрів шнекового вала на енергетичні параметри процесу пресування.

Постановка завдання. Метою роботи було підвищити ефективність процесу пресування насіння олієвмісних культур в шнековому олійновідтискному пресі шляхом зменшення енергетичних затрат за рахунок обґрунтування параметрів шнекового вала.

Виклад основного матеріалу. Удосконалення конструкції шнекового вала олійновідтискного преса зумовило проведення теоретичних та експериментальних досліджень його впливу на процес пресування, вихід олії та енергетичні показники

преса. В роботі [7] наведено дані, де доведено доцільність заміни прямокутної форми витків на форму криволінійного трикутника, одна сторона якого виконана у вигляді сегмента кола. У зв'язку з цим постало завдання отримати залежність енергетичних показників олійновідтисного преса від конструктивних параметрів удосконаленого таким чином шнекового вала.

Відповідно до цього проведено розрахунок величин потужностей, необхідних для видалення олії з насіння олійних культур.

Для визначення моменту від сил тертя пресованого матеріалу об зєсрний циліндр та шнековий вал необхідно було визначити площі даних контактних поверхонь.

Розглянемо елементарний об'єм гвинтового каналу робочого тіла (рис.1.), який обмежений поверхнями шнекового вала, зеєрного циліндра і двома площинами, нормальними до поверхні шнекового вала [7].

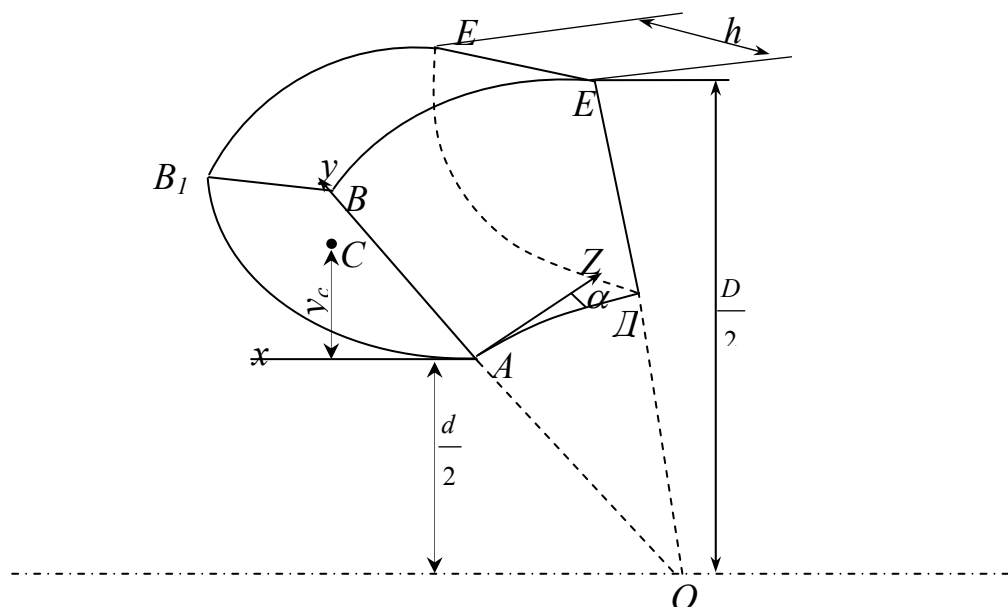


Рисунок 1 - Схема елементарного об'єму витка шнекового вала, виконаного у формі криволінійного трикутника

Проведемо розрахунок площі поверхонь, які обмежують елементарний об'єм зі сторони шнекового вала.

Площа A_1 чотирикутника $ABED$:

$$A_1 = \frac{d\varphi}{\cos \alpha} \left(\frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4} \right), \text{ M}^2 \quad (1)$$

де D – зовнішній діаметр шнекового вала, м;

d – внутрішній діаметр шнекового вала, м.

Площа A_2 чотирикутника BB_1EE_1 , по якій відбувається контакт робочого тіла з зовнішнім циліндром:

$$A_2 = h \cos \alpha \frac{D}{2} \frac{d\varphi}{\cos \alpha} = h \frac{D}{2} d\varphi, \text{ m}^2, \quad (2)$$

де h – шаг гвинта шнекового вала, м;

α – кут нахилу гвинтової лінії до поперечного перерізу гвинта, град.

Площу A_3 криволінійної поверхні AB_1E_1D можна розрахувати згідно формули:

$$A_3 = \frac{d\varphi}{\cos \alpha} \int_0^{h \cos \alpha} \left(\frac{d}{2} + y(x) \right) \sqrt{1 + (y'(x))^2} dx. \quad (3)$$

Знайдемо моменти, які необхідно прикласти до шнекового вала, щоб подолати сили тертя і створити тиск, необхідний для вичавлювання олії:

а) Момент від сил тертя робочого тіла об зесрний циліндр на поверхні A_2 :

$$M_{1T} = \frac{D}{2} \int_0^{\frac{L}{2}\pi} f_1 \eta_1 P A_2 = \frac{\pi D^2 f_1 \eta_1}{2} \int_0^L P(x) dx, \quad (4)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя ковзання;

η_1 – коефіцієнт передачі тиску;

P – робочий тиск процесу пресування, Па;

б) Момент від сил тертя робочого тіла об шнековий вал на поверхні A_1 :

$$M_{2T} = \frac{\pi L (D^3 - d^3)}{12h} f_2 \eta_2 \int_0^L P(x) dx, \quad (5)$$

де f_2 – коефіцієнт тертя ковзання;

η_2 – коефіцієнт передачі тиску.

в) Момент від рівномірного тиску q на криволінійній поверхні A_3 :

$$M_q = \frac{\pi q L (D^3 - d^3)}{12h} (\cos \alpha + f_2 \sin \alpha), \quad (6)$$

де L – довжина шнекового вала без першого витка, м.

Потужність, яка необхідна для вичавлювання олії:

$$N_{ol} = P_{\max} \cdot V_2 \cdot \omega, \quad (7)$$

де $P_{\max}$ – максимальне значення тиску в камері пресування, Па;

V_2 – об'єм олії, яку необхідно вичавити;

ω – кутова швидкість обертання шнекового вала, c^{-1} .

Тоді сумарна споживана потужність становитиме:

$$N = (M_{1T} + M_{2T} + M_q) \omega + N_{ol}. \quad (8)$$

На підставі аналізу наведених залежностей можна стверджувати, що на енергетичні показники роботи шнекового олійновідтискного преса, оснащеного шнековим валом із гвинтовою канавкою у вигляді криволінійного трикутника впливають його конструктивні параметри – довжина, внутрішній та зовнішній діаметри та крок витків. Із них найсуттєвіший вплив має довжина вала. Підтвердженням цього є отримана залежність потужності, яку необхідно затратити на вичавлювання олії, від даного параметру (рис. 2). Як бачимо із рисунка, ця потужність прямо-пропорційно зростає із збільшенням довжини вала.

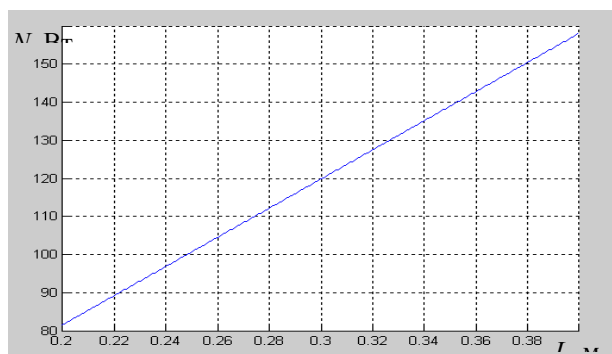


Рисунок 2 - Залежність енергетичних показників

Для того, щоб вибрати привод олійновідтискного преса, необхідно отримати числове значення виразу (8), складові якого можна розрахувати, знаючи оптимальні значення конструктивних параметрів вала. Оптимізувати їх можна проведенням багатофакторного експерименту, де б вхідними регульованими факторами були довжина шнекового вала, форма його витків та діаметр, а вихідними параметрами пресування – вихід олії та її залишок в макусі.

Висновки. 1. Доведено вплив конструктивних параметрів шнекового вала, гвинтова канавка якого виконана у формі криволінійного трикутника, на енергетичні показники шнекового олійновідтискного преса.

2. Наведені теоретичні залежності дозволяють розрахувати сумарну споживану потужність олійновідтискного преса. Для розрахунку її чисельних значень слід знати основні конструктивні параметри шнекового вала преса та фізико-механічні властивості сировини.

Список літератури

1. Барташевич Н.А. Интенсификация маслоизвлечения прессованием Дальневосточных сортов семян сои: Автореф. дис. канд. техн. наук/ (ФГОУ ВПО Дальрыбвтуз) – Владивосток, 2006. – 24с.
2. Брацихин Е.А., Микулин С.С., Стрельцов Н.Н. Переработка пластических пластмасс в изделия. – М.-Л.: Химия, 1966. – 399с.
3. Голдовский А.М. Теоретические основы производства растительных масел. – М.: Пищепромиздат, 1958. – 496с.
4. Грузнов Г. Ф. Машины для переработки пластических масс. – М.-Л.: Машиностроение, 1970. – 238с.
5. 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.
6. Масликов В.А. Некоторые вопросы конструкции шнековых прессов //Маслободно-жировая промышленность. – 1953. – №5.
7. Том'юк В.В. Дослідження розподілу тиску вздовж шнекового вала олійновідтискного преса. //Вісн. Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. 2009. – №78.- С. 242-249.

И. Нищенко, С. Ковалишин, В. Том'юк

Влияние конструктивных параметров шнекового вала на энергетические показатели маслоотжимного преса

Проведен анализ факторов, которые влияют на энергетические показатели шнекового маслоотжимного преса. Доказано влияние на мощность преса длины шнекового вала и частоты его вращения.

I. Nischenko, S. Kovalishin, V. Tom'yuk

Influence structural parameters of screw billow on power indexes oil auger press

The analysis of factors which influence on the power indexes oil auger press is conducted. Influence is well-proven on power press length of auger billow and frequency of his rotation.

Одержано 29.10.09