

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ВІДТИСКАННЯ ЛЛЯНОЇ ОЛІЇ ШНЕКОВИМ ПРЕСОМ З АКТИВАТОРОМ ПОДАЧІ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ

Кузьмінський Р.Д., канд. техн. наук, Василькевич В.О., аспірант
(Львівський НАУ)

Досліджено вплив технологічних режимів відтискання насіння льону шнековим пресом з активатором подачі насінневого матеріалу на вихід олії за масою.

Постановка проблеми. Продуктами переробки насіння льону є олія та макуха. Ляна олія – цінна сировина для харчової та фармацевтичної промисловості, а також для виготовлення високоякісних оліф і фарб. Інший продукт переробки насіння льону – ляна макуха – належить до висококонцентрованих кормів.

Механічне пресування та екстракція – найчастіше використовувані методи промислового отримання олії з насіння олійних культур. Гвинтові преси забезпечують рівень виходу олії з насінневого матеріалу на рівні $\eta = 0,9 \dots 0,95$, в той час як процеси екстракції – $\eta = 0,99$. Однак, незважаючи на дещо менший рівень виходу олії η , відтискання гвинтовими пресами – це найпоширеніший спосіб отримання олії для невеликих та середніх аграрних підприємств, що пояснюється простотою технологічного процесу, гнучкістю та надійністю обладнання.

Принцип роботи гвинтового преса достатньо простий, однак процеси консолідації та фільтрації матеріалу під час відтискання олії описуються складними математичними залежностями [2; 3; 9; 12; 19], що суттєво утруднює моделювання робочих процесів гвинтових пресів [16] і, як наслідок, обмежує практичне застосування теоретичних моделей [15; 17] для обґрунтування конструктивних параметрів пресів і технологічних режимів їх роботи. Тому ці задачі розв'язують переважно на основі експериментальних досліджень [8; 18], які виконують для кожної конструкції преса та кожного олієвмісного матеріалу окремо.

Таким чином експериментальне обґрунтування технологічних режимів відтискання лляної олії є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасному аграрному виробництві для отримання олії з насіння олійних культур використовуються гвинтові преси продуктивністю від 10 кг/год. до десятків тонн за годину.

Багато дослідників [4; 5-7; 10; 11; 13] із використанням різних критеріїв (мінімізація енергомісткості; забезпечення максимального рівня виходу олії) розглядали задачі обґрунтування оптимальних конструктивних параметрів шнеків, а також оптимізації технологічних режимів відтискання насіння різних

олійних культур (соняшник, ріпак тощо) шнековими пресами різної конструкції.

На підставі експериментальних досліджень встановлено такі загальні закономірності впливу конструктивних параметрів шнекових пресів і технологічних режимів їх роботи на продуктивність та рівень виходу олії: 1) зменшення температури зєєра, а також зменшення швидкості обертання шнека і швидкості подачі насінневого матеріалу забезпечує вищий рівень виходу олії; 2) технологічні режими відтискання олії суттєво впливають на енергомiсткість процесу – збільшення частоти обертання шнека та зменшення температури зєєра зумовлюють збільшення питомих енерговитрат на отримання олії; 3) із збільшенням віддалі між двома реверсивними шнеками коаксіальних двошнекових екструдерів та із зменшенням кроку шнеків рівень виходу олії із насіння зростає.

Дослідженню технологічних режимів й енергомiсткості процесу отримання власне лляної олії присвячено роботи [14; 20; 21]. Зокрема виявлено обернено пропорційну залежність між відносною вологістю насінневого матеріалу ($\psi = 6,1 \dots 11,6 \%$) і рівнем виходу олії ($\eta = 0,701 \dots 0,857$). Однак із зменшенням відносної вологості цільного насіння льону сорту *Omega* з 12,6 % до 6,3 % питомі витрати енергії на отримання лляної олії значно зростали (від 81,1 до 104,7 кДж/кг). Встановлено також, що рівень виходу олії η з насіння льону сорту *Omega* з попередньо зруйнованою оболонкою був менший, ніж з цільного насіння, однак продуктивність процесу отримання олії Q (вихід олії за одиницю часу) з насіння із попередньо зруйнованою оболонкою була вищою. Водночас питомі витрати енергії на відтискання цільного насіння льону були значно вищі, ніж у разі відтискання насіння з попередньо зруйнованою оболонкою.

Постановка завдання. Завданням досліджень було визначення впливу технологічних режимів роботи шнекового преса на його продуктивність.

Виклад основного матеріалу. Експериментальні дослідження виконували на шнековому олійному універсальному пресі ПО-50, додатково оснащеному активатором подачі насінневого матеріалу (рис. 1). Конструкція запірного конуса преса забезпечувала можливість регулювання зазору для відведення макухи в межах $\Delta = 1,0 \dots 2,0$ мм.

Відносну площу отворів для виходу макухи визначали за формулою

$$\varepsilon = \frac{\pi \cdot \Delta \cdot (D_K - \Delta \cdot \cos \alpha)}{\frac{\pi}{4} \cdot (D_3^2 - d^2)},$$

де $D_3 = 56$ мм – діаметр зєєра;

$d = 36$ мм – діаметр вала шнека;

$D_K = 66$ мм – діаметр регулювального конуса;

$\alpha = 45^\circ$ – кут регулювального конуса;

Δ – зазор отвору для відведення макухи, мм. Приймали $\Delta = 1,0 \dots 2,0$ мм.

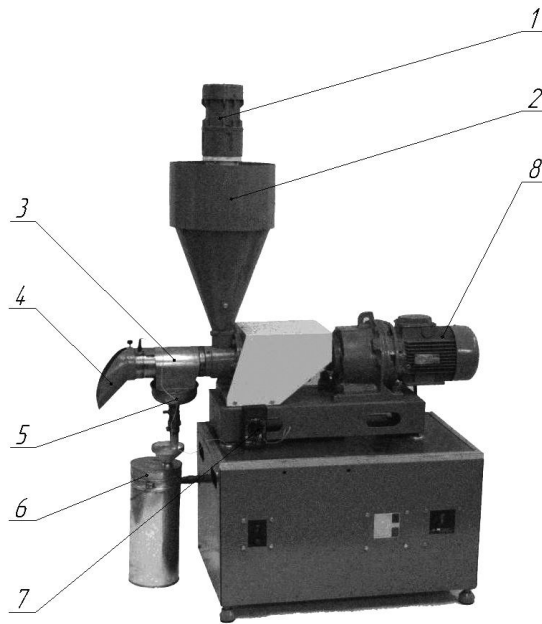


Рис. 1. Експериментальна установка на базі преса ПО-50: 1 – електропривід системи активації подачі насіння; 2 – завантажувальний бункер; 3 – робоча камера; 4 – лоток для відведення макухи; 5 – оліє приймач; 6 – оліє збірник; 7 – вимірювач температури; 8 – привід преса.

На прес по чергово встановлювали однозахідні шнекові вали, з формою канавки у вигляді сегмента кола, з кроком витків $t = 20$ мм, $t = 22$ мм і $t = 24$ мм (рис. 2). Частоту обертання шнека змінювали в межах $n = 25 \dots 75$ об./хв. за допомогою перетворювача частоти струму живлення електродвигуна привода.

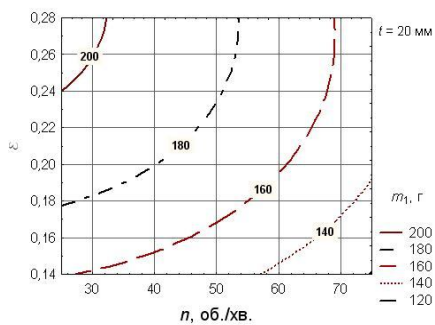


Рис.2. Конструкції однозахідних шнекових валів: 1 – шнековий вал з кроком витків 0,020 м; 2 – шнековий вал з кроком витків 0,022 м; 3 – шнековий вал з кроком витків 0,024 мм.

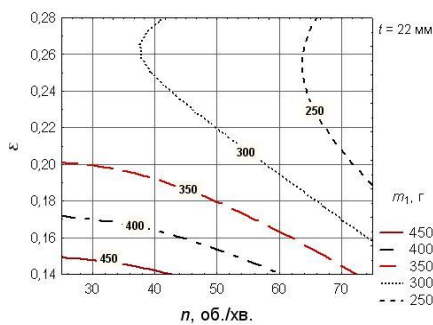
Для досліджень було взято насіння олійного льону сорту Лірина відносною вологістю $\psi = 12 \dots 14$ %. Для кожного дослідження використовували окрему пробу насіння масою $m_H = 2$ кг.

З метою забезпечення високого рівня виходу олії використовували триразове відтискання олієвмісного матеріалу. Отриману на кожному етапі лляну олію зважували на вагах.

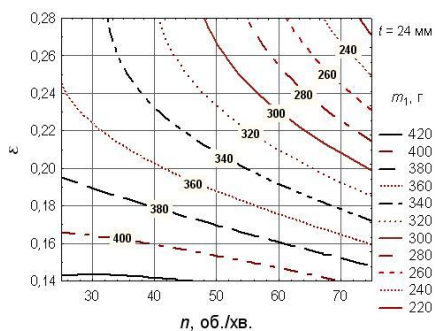
За результатами експериментальних досліджень було проведено апроксимацію отриманих результатів теоретичними моделями у вигляді поліномів другого порядку, здійснено перевірку теоретичних моделей за критерієм Фішера [1] були побудовані лінії рівнів виходу лляної олії за масою для кожного із трьох проходів (m_1 , m_2 і m_3), а також сумарного виходу олії Σm залежно від технологічних режимів процесу відтискання (рис. 3-6).



a



б



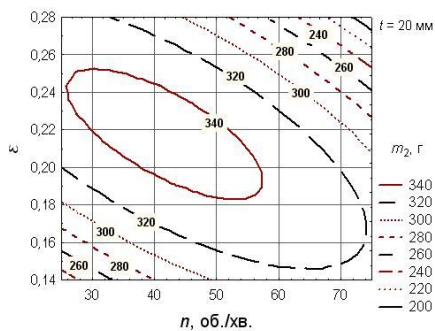
в

Рис. 3. Лінії рівнів виходу лляної олії за масою на першому проході m_1 залежно від значень технологічних параметрів n і ε , отримані для шнекових валів з кроками:

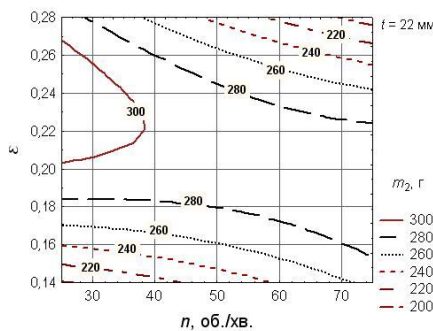
a – $t = 20$ мм;

б – $t = 22$ мм;

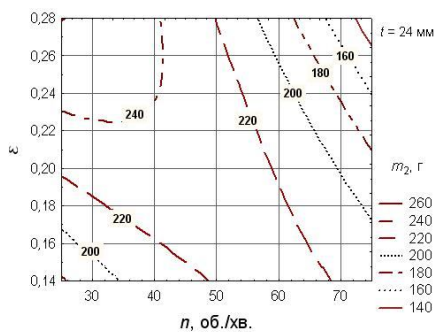
в – $t = 24$ мм.



a



б



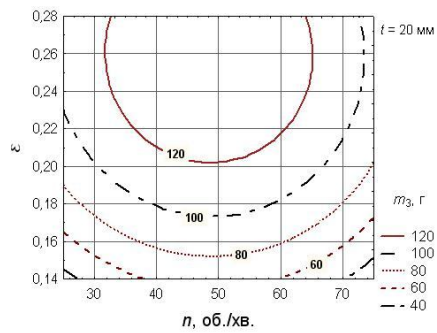
в

Рис. 4. Лінії рівнів виходу лляної олії за масою на другому проході m_2 залежно від значень технологічних параметрів n і ε , отримані для шнекових валів з кроками:

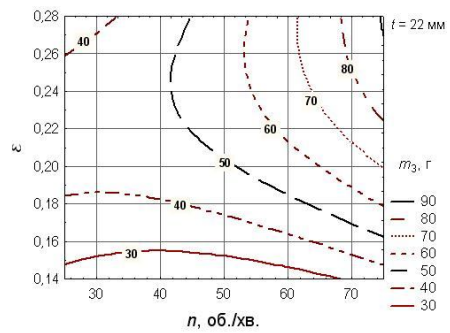
a – $t = 20$ мм;

б – $t = 22$ мм;

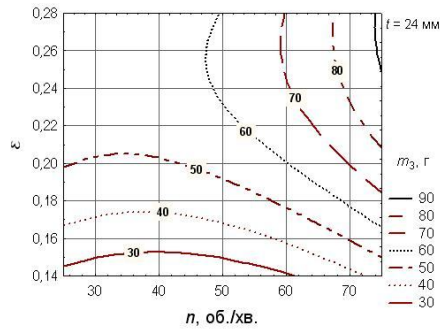
в – $t = 24$ мм.



a



б



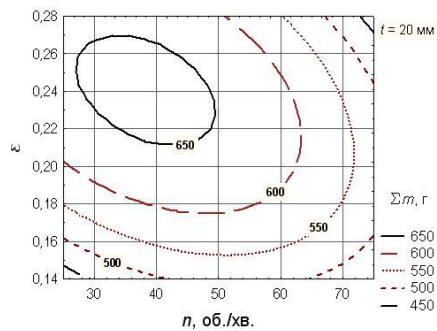
в

Рис. 5. Лінії рівнів виходу лляної олії за масою на третьому проході m_3 залежно від значень технологічних параметрів n і ε , отримані для шнекових валів з кроками:

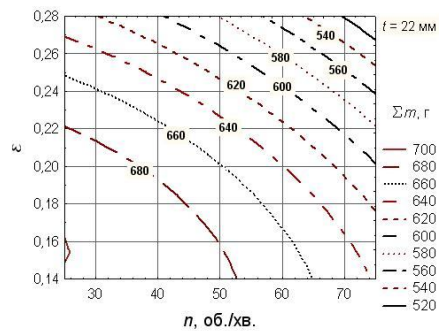
$$a - t = 20 \text{ мм};$$

$$б - t = 22 \text{ мм};$$

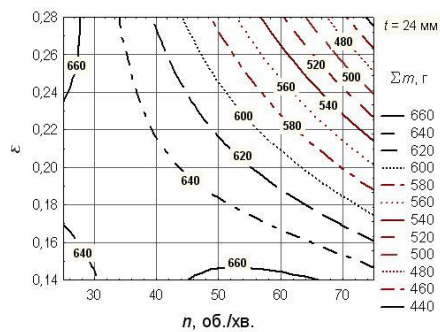
$$в - t = 24 \text{ мм}.$$



a



б



в

Рис. 6. Лінії рівнів сумарного виходу лляної олії за масою Σm залежно від значень технологічних параметрів n і ε , отримані для шнекових валів з кроками:

$$a - t = 20 \text{ мм};$$

$$б - t = 22 \text{ мм};$$

$$в - t = 24 \text{ мм}.$$

Як бачимо (рис. 3), найвищий вихід олії за масою на першому проході відтискання насіння льону отримано для шнека з кроком $t = 22$ мм. Окрім того, на першому проході спостерігалась загальна закономірність – незалежно від значення кроку шнека t найвищий вихід олії за масою мав місце при мінімальній частоті обертання шнека n та мінімальних значеннях відносного зазору ε .

Найвищий вихід олії за масою на другому проході було отримано у разі використання шнека з кроком $t = 20$ мм при частоті його обертання $n = 42$ об./хв. і достатньо великому відносному зазорі $\varepsilon = 0,22$ (рис. 4).

На третьому проході найвищий вихід олії за масою було отримано у разі використання шнека з кроком $t = 20$ мм при частоті його обертання $n \approx 50$ об./хв. і максимальних значеннях ε (рис. 5).

Сумарний вихід олії за масою виявився максимальним у разі застосування шнека з кроком $t = 22$ мм у був досягнутий при мінімальних значеннях ε і n (рис. 6).

Висновки. 1. Проведені експериментальні дослідження показали, що на всіх проходах вихід лляної олії за масою нелінійно залежить від частоти обертання шнека n та значення відносного зазору ε , а характер цих залежностей на кожному проході неоднаковий. 2. На різних проходах доцільно використовувати шнеки із різним значенням кроку t , що пояснюється зміною властивостей олієвмісного матеріалу – якщо на першому проході відтискають власне насіння льону, то на інших проходах для відтискання використовується вже олієвмісна макуха. 3. У разі створення спеціалізованого преса для відтискання лише насіння льону, слід передбачити можливість збільшення крутного моменту на валу шнека, зменшення частоти його обертання, а також збільшення довжини шнека, з метою збільшення тривалості перебування олієвмісного матеріалу під тиском. Варто також розглянути можливість використання шнека зі змінним кроком.

Список використаних джерел

1. Брандт З. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров / З. Брандт. – М. : Мир, 2003. – 686 с.
2. Карташов Л.П. Моделирование процесса экструдирования в одношнековых прессующих механизмах / Л.П. Карташов, В.Ю. Полищук, Т.М. Зубкова // Техника в сельском хозяйстве, 1998. – № 6. – С. 12-14.
3. Карташов Л.П. Уточнение математической модели экструдирования кормов в одношнековых прессующих механизмах / Л.П. Карташов, В.Ю. Полищук, Т.М. Зубкова // Техника в сельском хозяйстве, 1996. – № 2. – С. 19-21.
4. Ковалишин С. Оптимізація параметрів олієвідтискного преса/ С. Ковалишин, В. Том'юк // Вісник Львівського нац. аграрного ун-ту: Агроінженерні дослідження. – 2010. – № 14. – Т. 2. – Львів, 2010. – С. 261-269.
5. Логинов В.Я. Выбор конструктивных параметров одношнекового преса, обеспечивающих условия его непрерывной стабильной работы/ В.Я. Логинов, Л.В. Равичев, А.В. Беспалов, Н.Г. Старостина // Химическая промышленность, 1998. – № 2. – С. 112-114.
6. Патент №42802 У України, МПК В30В 9/02. Олійний прес із системою активованої подачі насіння / Р.С. Шевчук, В.О. Василькевич, В.В. Том'юк; заявник та патенто-власник Львівський національний аграрний університет. – Заявл. 08.01.2009; опубл. 27.07.2009, бюл. №14. – 4 с.

7. Шевчук Р.С. Шнековый маслооджимной пресс / Р.С. Шевчук, В.О. Василькевич, В.В. Томюк // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – №10 – С 11-12.
8. Amalia Kartika I. Extraction of sunflower oil by twin-screw extruder: screw configuration and operating condition effects/ Amalia Kartika I., P.Y. Pontalier, L. Rigal // Bioresour. Technol., 2005. – V. 97. – P. 2302-2310.
9. Bargale P. C. Oil expression characteristics of rapeseed for a small capacity screw press/ P.C. Bargale, J. Singh// Journal of food science technology, 2000. – V. 37. – P. 130-134.
10. Eggers R. Messung von Druck- und Temperaturprofilen beim abpressen van Olsaaten in Seiherschneckenpressen/ R. Eggers, H. Broeck, W. Stein // Fette Seifen Anstrichmittel, 2006. – V. 87. – P. 494-499.
11. Evon Ph. Direct extraction of oil from sunflower seeds by twin-screw extruder according to an aqueous extraction process: feasibility study and influence of operating conditions/ Ph. Evon, V. Vandebossche, P.Y. Pontalier, L. Rigal// Ind. Crops Prod., 2007. – V. 26. – P. 351-359.
12. Fasina O.O. Development of equations for the yield of oil expressed from conophor nut/ O.O. Fasina, O.O. Ajibola// Journal of Agricultural & Engineering Research, 1990. – V. 46. – P. 45-53.
13. Mrema G.C. Mathematical model of mechanical oil expression from oilseeds/ G.C. Mrema, P.B. McNulty// Journal of Agricultural & Engineering Research, 1985. – V. 31. – Issue 4. – P. 361-370.
14. Pradhan R.C. Oil expression from Jatropha seeds using a screw press expeller/ R.C. Pradhan, S. Mishra, S.N. Naik, N. Bhatnagar, V.K. Vijay // Biosys. Eng., 2011. – V. 109. – P. 158-160.
15. Singh J. Mechanical expression of oil from linseed (*linum usitatissimum L*)/ J. Singh, P.C. Bargale// Journal of oilseeds Research, 1990. – V. 7. – p. 106-110.
16. Singh J. Development of a small capacity double stage compression screw press for oil expression/ J. Singh, P.C. Bargale // Journal of food engineering, 2000. – V. 43. – P. 75-82.
17. Sivala K. Mathematical modelling of rice bran oil expression/ K. Sivala, V. Vasudeva Rao, S. Sarangi, R. K. Mukherjee, N. G. Bhole// Journal of Food Process Engineering, 1991. – V. 14. – Issue 1. – P. 51-68.
18. Vadke V.S. Mechanics of oil expression from Canola/ V.S. Vadke, F.W. Sosulski // Journal of the American Oil Chemists' Society, 1988. – V. 65. – P. 1169-1176.
19. Ward J.A. Processing high oil content seeds in notinuuous screw presses/ J.A. Ward// Journal of the American Oil Chemists' Society, 1976. – P. 261-264.
20. Willems, P. Gas Assisted Mechanical Expression Of Oilseeds: Ph. D. Thesis. – University of Twente, the Netherlands, 2007. ISBN: 978-90-365-2502-2.
21. Zheng Y. I. Screw pressing of whole and dehulled flaxseed for organic oil/ Y.I. Zheng, D.P. Wiesenborn, K. Tostenson, N. Kangas// Journal of the American Oil Chemists' Society, 2003. – V. 80. – P. 1039-1045.
22. Zheng Y. I. Energy analysis in the screw pressing of whole and dehulled flaxseed/ Y.I. Zheng, D.P. Wiesenborn, K. Tostenson, N. Kangas// Journal of food engineering, 2005. – V. 66. – P. 193-202.

Аннотация

Исследование технологических режимов отжима льняного масла шнековым прессом с активатором подачи семенного материала Кузьминский Р.Д., Василькевич В.О.

Исследовано влияние технологических режимов отжима семян льна шнековым прессом с активатором подачи семенного материала на выход масла по массе.

Abstract

Investigation of process conditions of expression of linseed oil by screw press with an activator of seed supply R. Kuz'minskiy, V. Vasyl'kevych

The influence of process conditions of oil expression from flaxseed by screw-press with an activator of seed supply on the yield of oil by mass was investigated.